

AMALGAM VE REZİN KOMPOZİT KOMBİNE RESTORASYONLARIN BAĞLANMA DİRENCİNİN İNCELENMESİ*

EVALUATION OF THE BOND STRENGTH OF COMBINED AMALGAM AND RESIN COMPOSITE RESTORATIONS

Zeynep ERGÜCÜ¹

Lezize Şebnem TÜRKÜN²

Murat TÜRKÜN²

Ferit ÖZATA²

ÖZET

Amaç: Farklı yüzey işlemlerinin ve adeziv sistemlerin, amalgam ve rezin kompozitin birlikte kullanıldığı kombine restorasyonların bağlanma direnci üzerine olan etkilerinin incelenmesidir.

Gereç ve Yöntem: Makaslama bağlanma direnci testi için 130 adet amalgam örnek (4x6 mm), her grupta 10 örnek içeren 13 gruba ayrıldı. Sekiz gruptaki örneklerin yüzeyleri elmas frezle, 5 gruptaki örneklerin yüzeyleri ise silika kaplama cihazı (CoJet) ile pürüzlendirilip Scotchbond Multi Purpose Plus , XenoV, Tetric N-Bond, Alloybond, C&B Metabond uygulandı. XenoV ve Tetric N-Bond uygulanan örneklerin frez grubundan birine önce Alloy Primer ile yüzey düzenlemesi yapıldı. Resin kompozitle tamir sonrası Universal Test Cihazı'nda makaslama bağlanma dayanımları ölçüldü. Makaslama bağlanma dayanımı verileri ANOVA ve Student's t testi, gruplar arasındaki ikili karşılaştırmalar Tukey HSD testi kullanılarak değerlendirildi (p=0,05).

Bulgular: Gruplar arasında frezle pürüzlendirilip sadece Scotchbond Multi Purpose Plus uygulanan örneklerin bağlanma direncinin en düşük olduğu belirlendi (p<0,05). Yüzeyleri frezle pürüzlendirilip Alloy Primer sürüldükten sonra Xeno V uygulanan amalgam örneklerin bağlanma direncinin Xeno V ve CoJet grubundan daha düşük olduğu görüldü. CoJet ile pürüzlendirilip Tetric N-Bond uygulanan amalgam örneklerin resin kompozitle iyi bir bağlantı sağladığı gözlemlendi. C&B Metabond grubunda CoJet uygulamasının makaslama bağlanma direnci yönünden en iyi sonucu verdiği belirlendi. CoJet ve Scotchbond Multi Purpose Plus grubunda makaslama bağlanma dayanımı daha yüksekti.

Sonuç: Amalgam yüzeyine yapılan pürüzlendirme işlemleri, resin kompozit ve amalgam yüzeyi arasındaki bağlanma direncini etkilemektedir. Amalgam bağlayıcı ajanların ve kendinden asitli dentin bağlayıcı sistemlerin bağlanma direncini artırması nedeniyle kombine restorasyonlarda materyaller arasında amalgam veya dentin bağlayıcı ajanların kullanılması gereklidir.

Anahtar Kelimeler: Amalgam, rezin kompozit, adeziv sistem, bağlanma direnci

SUMMARY

Objective: To evaluate the effects of different surface treatments and adhesive systems on the shear bond strength of amalgam to resin composite in combined restorations.

Material and Method: A total of 130 amalgam samples (4x6 mm) were fabricated. They were divided into 13 groups (n=10). Eight groups were treated with diamond fissure burs while 5 groups were treated with CoJet silica coating. Scotchbond Multi Purpose Plus, XenoV, Tetric N Bond, Alloybond, C&B Metabond were used as bonding systems. Alloy Primer was applied onto the surfaces in bur-treated groups for Xeno V and Tetric N-Bond each. Samples were repaired with a resin composite. Shear bond strengths were tested with a Universal testing machine. ANOVA Student's t and Tukey HSD tests were used for statistical analyses (p=0,05).

Results: Amongst all groups, bur+Scotchbond Multi Purpose Plus group showed the lowest shear bond strength (p<0.05). The bond strength of bur+Alloy Primer+Xeno V group was lower than CoJet+Xeno group. CoJet+ Tetric N-Bond group bonded well to resin composite as well as CoJet+Scotchbond Multi Purpose Plus group. C&B Metabond application after CoJet preparation resulted also well regarding the shear bond strengths.

Conclusion: The surface preparations on amalgam affect the bond strength between resin composite and amalgam. Due to the fact that amalgam bonding agents and self-etching adhesives increase the bond strength between the materials, it is essential to use these agents in case of amalgam-resin combined restorations.

Key Words: Amalgam, resin composite, adhesive system, bond strength

Makale Gönderiliş Tarihi : 04.06.2012

Yayına Kabul Tarihi : 17.09.2012

* Bu çalışma, Ege Üniversitesi 2006-DİŞ-014 no'lu Bilimsel Araştırma Projesi tarafından desteklenmiştir.

¹Ege Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Restoratif Diş Tedavisi Anabilim Dalı, Doç. Dr.

²Ege Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Restoratif Diş Tedavisi Anabilim Dalı, Prof. Dr.

GİRİŞ

Dental amalgam 100 yılı aşkın bir süredir diş hekimliğinde kullanılan bir restoratif materyaldir. Diş dokusuna bağlanmaması, zayıf kenar uyumu, estetik olmayan rengi, ağız içinde galvanik akımlara neden olması, ısı ve elektriği iletmesi, korozyon sonucu dentin kanalları içine metal alaşımlarının yerleşmesi ile dişte renklenmelere neden olması ve yapısında organizma için toksik olan civa bulunması amalgamın önemli dezavantajlarıdır²⁰. Bunun yanı sıra; ucuz olması, kolay uygulanması, güçlü fiziksel özelliklere sahip olması, dayanıklılığı, aşınmaya dirençli olması ve korozyon ürünleri ile kenarlarını örtüleyebilmesi gibi birçok avantaja da sahiptir. Bu nedenle halen diş hekimliği klinik uygulamalarında yaygın olarak yer almaktadır³.

Son yıllarda materyal bilimindeki ve adeziv diş hekimliğindeki gelişmelerin bir sonucu olarak, ışıkla sertleşen kompozit rezinler restoratif diş hekimliğinde büyük önem kazanmıştır. İlk olarak 1955 yılında mineye asit uygulanmasıyla başlayan adeziv diş hekimliğinde, bağlayıcı sistemlerin piyasaya sürülmesi ile önemli aşamalar kaydedilmiştir. Hastaların artan estetik beklentileri ve birçok yeni dentin adeziv sistemin geliştirilmesi sonucunda arka bölgedeki dişlerin restorasyonunda da rezin kompozit kullanımı giderek yaygınlaşmıştır. Dentin adeziv sistemler rezin kompozitlerin dişe ve özellikle de kavite kenarlarına adaptasyonunu arttırmak amacıyla kullanılmaktadır.³⁶ Günümüzde çok farklı dentin bağlayıcı sistemler ve rezin kompozit materyalleri bulunmaktadır.

Dentin adeziv sistemlerin amalgam restorasyonlarla da birlikte kullanılabileceği ilk kez Varga ve arkadaşları³⁷ tarafından önerilmiştir. Konuyla ilgili çalışmaların sonuçları, dentin adeziv sistemlerin amalgam restorasyonların altına uygulandığında oldukça başarılı sonuçlar verdiğini göstermektedir^{2,35,38,41}. Eakle ve arkadaşları⁹'na göre, adeziv rezin uygulanan mezo-oklüzo-distal amalgam restorasyonlar adeziv uygulanmayanlardan daha yüksek kırılma direnci göstermektedirler.

Bağlayıcı ajanların amalgamla birlikte kullanıldığı bir diğer tedavi seçeneği ise, amalgam restorasyonların kompozit rezinlerle tamiridir^{24,26}. Tamir, özellikle son yıllarda minimal invaziv tedavi yöntemleri arasında ilk sıraları almaktadır. Bu tedavi seçe-

neğinde eski amalgam restorasyonları tamamen yenilemek yerine defektli kısım uzaklaştırıldıktan sonra amalgam yüzeyine çeşitli pürüzlendirme işlemleri uygulayarak retantif alanlar oluşturulmakta ve dentin veya amalgam bağlayıcı sistemlerle birlikte rezin kompozitle tamir edilmektedir¹⁰⁻¹³. Literatürde mekanik ve/veya kimyasal bağlama tekniklerini içeren farklı tamir yöntemleri mevcuttur^{12,27,13,34}. Mekanik yöntemler arasında amalgam yüzeyinin pürüzlendirilmesi, retantif alanların ve olukların oluşturulması veya amalgam pinlerinin yerleştirilmesi sayılabilir¹³. Çok amaçlı adeziv sistemlerin veya metal primeri olarak adlandırılan ajanların kullanılması ile kimyasal bağlanma sağlanacağı ileri sürülmektedir⁴⁰. Bunun yanı sıra, alüminyum oksit partiküllerinin yüzeye basınçlı hava ile püskürtülmesi (air abrazyon) ile yüzey retansiyonunun sağlanmasının da iyi bir mekanik bağlanma için gerekli olduğu savunulmaktadır^{21,32,11}. Ancak amalgam ve rezin kompozitler arasında gerçek bir kimyasal bağlanma oluştuğuna dair çelişkili sonuçlar mevcuttur^{5,23}.

Son yıllarda tribokimyasal silika kaplama yöntemi olarak adlandırılan bir yüzey pürüzlendirme sistemi (CoJet, 3M ESPE, ABD) gündeme gelmiştir. Bu sistemde yüzey pürüzlendirmesinde silisik asit ile modifiye edilen 30 µm boyutunda alüminyum trioksit partikülleri kullanılmaktadır. Abrasiv partiküller metal yüzeyine yüksek enerji altında çarptığında, yüksek ısı meydana gelir ve metal içine 15 µm derinliğe kadar ilerlerler. Daha sonra yüzeye silan uygulanır. Yüzeydeki bu bifonksiyonel silan molekülleri polisiloksan bir yapı oluşturmakta, hem metalle hem de rezin kompozitteki monomer yapı ile iyi bir kimyasal bağlantı sağlamaktadır²⁷.

Adeziv rezin teknolojisindeki gelişmelerin bir sonucu olarak farklı amalgam bağlayıcı ajanlar da üretilmektedir. İlk olarak 1990 yılında 4-metiloksi etil trimellitik anhidrat (4-META) içeren bir bağlayıcı ajan olan Amalgambond (Parkell, Framingdale, NY, ABD) piyasaya sürülmüştür. Bu sistemler hidrofobik amalgamı ve hidrofilik mine yüzeylerini ıslatabilme kapasitesine sahiptir. Sistemin, adezivinde bulunan hidroksietil metakrilat (HEMA), 4-metiloksi etil trimellitik anhidrat/metil metakrilat (4-META/MMA) ve katalizördeki tri-n butil boran (TBB) ile birlikte toz içeriğindeki polimetil metakrilat (PMMA) diş do-

kuları ve metallerle kuvvetli bir bağlantı ve retansiyon sağladığı ifade edilmektedir ¹⁵.

Literatürde amalgam ve rezin kompozitin birlikte uygulandığı restorasyonlardaki bağlanma direncini inceleyen çok fazla çalışma bulunmamaktadır. Bu nedenle, bu çalışmada farklı yüzey işlemleri ve adeziv sistemler uygulanan amalgam örneklerin rezin kompozite olan bağlanma direncinin incelenmesi hedeflenmiştir.

GEREÇ ve YÖNTEM

Makaslama Bağlanma Dayanımı Testi için Örneklerin Hazırlanması

Çalışmanın bu bölümünde 4 mm çapında ve 6 mm yüksekliğinde 130 adet amalgam örnek hazırlandı. Üretici firmanın önerileri doğrultusunda hazırlanan ikişer porsiyon yüksek bakır içerikli, talaş tipi amalgam alaşımı (Cavex Avalloy, Haarlem, Hollanda) mekanik kondansatör ve fulvar yardımıyla kondanse edildi. Amalgam örnekler 30 dakika sonra kalıptan çıkarıldı. 37 °C ve % 100 nemli ortamda 24 saat süreyle etüvde bekletildi. Elde edilen örnekler her grupta 10 örnek olacak şekilde 13 gruba ayrıldı. Çalışmada kullanılan materyaller Tablo I'de gösterilmiştir.

Amalgam Örneklerle Yüzey Pürüzlendirme İşlemlerinin Uygulanması

Elmas Frezle Pürüzlendirme

Rastgele seçilen 80 adet amalgam örneğin rezin kompozit uygulanacak olan yüzeyi klinik uygulamada yapıldığı şekilde elmas silindirik frez (No:12C, SWS Dental, Türkiye) kullanılarak su soğutması altında 3 sn süreyle pürüzlendirildi. Her 5 örnekten sonra kullanılan frez değiştirildi.

CoJet ile Pürüzlendirme:

Elli adet amalgam örneğin rezin kompozit uygulanacak olan yüzeylerine 2-3 bar'lık kumlama basıncı altında CoJet Sand (3M-ESPE, Amerika) kullanılarak 15 sn süre ile pürüzlendirme yapıldı. Adeziv sistem uygulanmadan hemen önce yüzeylere silan (ESPE Sil, 3M-ESPE, Amerika) uygulandı. Örneklerle uygulanan işlemler ve test grupları Tablo II'de gösterilmektedir.

Amalgam ve Resin Kompozit Kombine Örneklerin Hazırlanması

Yüzey işlemleri tamamlanan örnekler, 4 mm çapında 12 mm yüksekliğinde bir kalıba yerleştirildi.

Tablo I. Çalışmada kullanılan materyaller ve içerikleri

Materyal	Üretici Firma	İçerik
Adper Scotchbond Multi Purpose Plus	3M ESPE, Almanya	Asit: % 37,5 fosforik asit Primer: HEMA'nın sulu çözeltisi, polialkenoik asit kopolimeri Bond: Bis-GMA, HEMA, dimetakrilatlar, inisiyatörler
Xeno V	Dentsply DeTrey, Almanya	Bifonksiyonel akrilat, asidik akrilat, fosforik asit esterleri, Akrilik asit, su, Tersiyer bütanol, inisiyatör, stabilizatör
Tetric N-Bond	Ivoclar Vivadent, Lihtenştayn	Fosforik asit akrilat, HEMA, Bis-GMA, üretan dimekrilat, etanol, film oluşturuca ajan, katalizörler, stabilizatörler.
Alloy Primer	Kuraray, Japonya	Aseton, 10 metakriloksidil dihidrojen fosfat (MDP), 6-(4-vinylybenzyl-npropyl)amine-1,3,5-triazine-2,4 dithione (VBATDT)
Alloybond	SDI, Avustralya	Alloybond Baz: Üretan dimetakrilat, TEGDMA, inisiyatör, stabilizatör Alloybond Katalizör: Üretan dimetakrilat TEGDMA, Benzoil peroksit, Stabilizatör Alloybond Primer: Aseton, HEMA, hidrofilik ve hidrofobik monomer, üretan dimetakrilat, su, kamforokinon
C&B Metabond	Parkell, Amerika	Baz: metil metakrilat 4 META Universal Catalyst: tri-n-butylborane (TBB), hidrokarbon Tooth Shade tozu: polimetilmetakrilat (PMMA), metal oksit
ESPE Sil	3M ESPE, Almanya	Etanol, silan

Çalışmada kullanılan adeziv sistemler amalgam örneklerin yüzeylerine üretici firma önerileri doğrultusunda uygulandı (Tablo II). Daha sonra üzerine bulk tekniği ile rezin kompozit (Z250, 3M – ESPE, Amerika) uygulanıp görünür ışıkla (Radii Plus, SDI Ltd, Avustralya) 20 sn süreyle polimerize edildi. Kalıptan çıkarılan örnekler 20 sn daha ışıkla polimerizasyon uygulandıktan sonra, 37 °C’de % 100 nemli ortamda 24 saat bekletildi. Makaslama bağlanma dayanımı testi, Universal Test Cihazı’na (Shimadzu, Japonya) yerleştirilen örnekler örnek yüzeyine paralel konumda bulunan bıçak kenarı (knife-edge) şeklindeki test ucuyla, hızı 1 mm/dk olacak şekilde kuvvet uygulanarak gerçekleştirildi. Makaslama kuvvetleri karşı-

sında kompozit üst yapıların amalgam yüzeylerine bağlanma dayanımları Megapascal (MPa) değerinden ölçüldü.

İstatistiksel Analiz

Makaslama bağlanma dayanımına ait veriler tek yönlü varyans analizi (ANOVA) ve post hoc *Tukey HSD testi* ile değerlendirildi. Farklı yüzey işlemlerine göre grupların birbirleriyle karşılaştırılmalarında ise *independent sample t test* kullanıldı (p=0.05).

BULGULAR

Gruplara ait ortalama makaslama bağlanma dayanımı değerleri ve standart sapmaları Tablo III’te gösterilmiştir. Yüzey pürüzlendirme yöntemlerine gö-

Tablo II. Test grupları ve örnekler üzerine uygulanan yüzey işlemleri

Grup	Yüzey Uygulaması	Adeziv	Uygulama Aşamaları
1	Frez ile Pürüzlendirme	Xeno V	Xeno V yüzeye fırça ile sürülür. 20 sn ovma işlemi uygulanır (2 kez) Hava ile 5 sn kurutulur. 20 sn süreyle ışıkla sertleştirilir.
2	CoJet ile Pürüzlendirme	Xeno V	
3	Frez ile Pürüzlendirme ve Alloy Primer uygulaması	Xeno V	Alloy Primer yüzeye sürülür. Kuruduktan sonra Xeno V uygulanır.
4	Frez ile Pürüzlendirme	Tetric N-Bond	% 37,5 fosforik asitle 15-30 sn asitleme yapılır. Suyu yıkanıp 5 sn havayla kurutulur. Tetric N Bond fırça ile uygulanır, ovma işleminden sonra hava ile yayılır. 10 sn süreyle ışıkla sertleştirilir.
5	CoJet ile Pürüzlendirme	Tetric N-Bond	
6	Frez ile Pürüzlendirme ve Alloy Primer uygulaması	Tetric N-Bond	Alloy Primer yüzeye sürülür. Kuruduktan sonra Tetric N Bond uygulanır.
7	Frez ile Pürüzlendirme	Alloybond	Alloybond Primer yüzeye sürülür. 2 sn havayla kurutulur. 10 sn süreyle ışıkla sertleştirilir. 1 damla Alloybond Base ve 1 damla Alloybond Catalyst karıştırılır. Yüzeye uygulanır. Kompozit yerleştirildikten sonra 20 sn süreyle ışıkla sertleştirilir.
8	CoJet ile Pürüzlendirme	Alloybond	
9	Frez ile Pürüzlendirme	C&B Metabond	4 damla C&B Metabond Base soğutulmuş seramik karıştırma kabına damlatılır. 1 damla katalizör eklenir. 5 sn karıştırılır. Metal yüzeye sürülür. 2 ölçü Tooth Shade tozu ikinci bir bölmeye konur. Aplikatör karışımla ıslatılıp toza batırılır. Islak metal yüzey toz-likit karışımıyla iyice kaplanır. Sertleştikten sonra kompozit uygulanır.
10	CoJet ile Pürüzlendirme	C&B Metabond	
11	Frezle Pürüzlendirme	SBMP	% 37,5 fosforik asitle 15 sn asitleme yapılır. 15 sn yıkanıp hava ile kurutulur. SBMP Primer uygulanır. Hava ile 5 sn kurutulur. Adeziv uygulanır. Işıkla 10 sn süreyle sertleştirilir.
12	Frez ile Pürüzlendirme ve SBMP Aktivatör/Katalizör	SBMP	15 sn asitleme yapılır. 15 sn yıkanıp hava ile kurutulur. Bir damla SBMP Primer ve 1 damla Aktivatör karıştırılır. Yüzeye sürülüp 5 sn kurutulur. Birer damla SBMP Adeziv ve Catalyst karıştırılır. Adeziv yüzeye sürülüp fırça ile inceltirilir. Kompozit yerleştirilip ışıkla sertleştirilir (20 sn)
13	CoJet ile Pürüzlendirme ve SBMP Aktivatör/Katalizör	SBMP	

Tablo III. Test gruplarına ait makaslama bağ dayanımı değerleri ve standart sapmalarının megapaskal (MPa) cinsinden değerleri

Grup No	Makaslama Bağlanma Direnci ± Standart Sapma (MPa)
1	7,738 ± 0,67
2	8,129 ± 0,45
3	5,587 ± 0,85
4	5,931 ± 0,95
5	7,830 ± 1,24
6	6,742 ± 1,72
7	7,985 ± 1,71
8	6,326 ± 1,71
9	6,362 ± 1,09
10	7,668 ± 0,54
11	4,409 ± 0,97
12	6,643 ± 1,26
13	7,233 ± 1,04

re tüm gruplar birlikte değerlendirildiğinde, frezle ve CoJet sistemi ile işlem gören örnekler arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olduğu belirlendi ($p=0.043$).

Xeno V uygulanan gruplara ait (Grup 1, 2, 3) makaslama bağlanma direnci değerleri ANOVA ile değerlendirildiğinde tüm gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar olduğu belirlendi ($p<0.05$). Yüzeyleri frezle pürüzlendirilip Alloy Primer sürüldükten sonra Xeno V uygulanan amalgam örneklerde, en düşük bağlanma direnci 5,59 MPa olarak bulundu. Frezle pürüzlendirme ve CoJet uygulaması sonrasında Xeno V uygulanan gruplarda sırasıyla 7,74 MPa ve 8,13 MPa olarak belirlenen bağlanma dayanımı değerleri arasındaki farkın anlamlı olmadığı belirlendi ($p>0.05$).

Tetric N-Bond uygulanan örneklere ait (Grup 4,5,6) makaslama bağlanma dayanımı değerleri ANOVA ile değerlendirildiğinde, tüm gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar olduğu görüldü ($p<0.05$). Bu örnekler içinde, 5,93 MPa'lık en düşük bağlanma değeri frezle pürüzlendirilip sadece Tetric N-Bond uygulanan 4. gruptaki örneklerde saptandı.

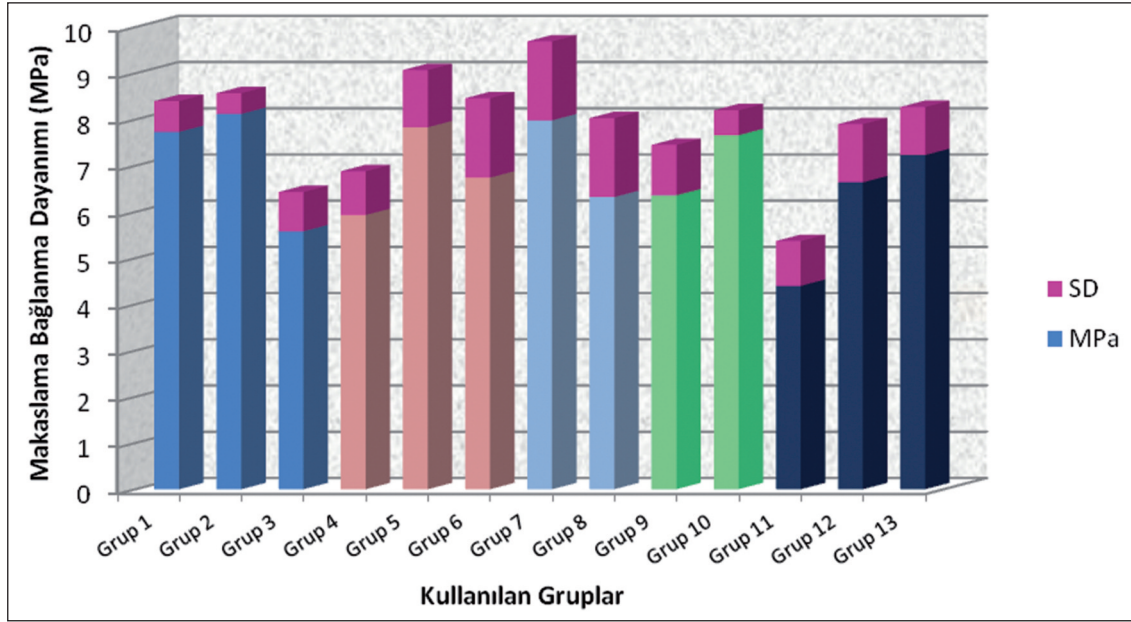
CoJet ile pürüzlendirilip sadece Tetric N-Bond uygulanan 5. gruptaki amalgam örneklerde elde edilen 7,83 MPa'lık bağlanma dayanımı değeri göz önüne alındığında, 4 ve 5. gruplar arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olduğu belirlendi ($p=0.001$). Alloy Primer kullanılarak hazırlanan 6. gruptaki örneklerde ise bağlanma dayanımı değeri 6,74 MPa olarak bulundu.

Alloybond uygulanan gruplara (Grup 7,8) ve C&B Metabond uygulanan gruplara (Grup 9,10) ait makaslama bağlanma dayanımı değerleri *Independent sample t* testi ile değerlendirildiğinde, tüm gruplar arasındaki farkların istatistiksel olarak anlamlı olduğu belirlendi ($p<0.05$). Alloybond grubunda CoJet ile yüzey işlemi gören amalgam örneklerin rezin kompozitle olan bağlanma dayanımı 6,33 MPa olarak ölçülürken, frezle işlem gören 7. gruptaki örneklerin 7,99 MPa ile daha yüksek makaslama bağlanma dayanımına sahip olduğu belirlendi ($p=0.011$). CoJet uygulaması ve C&B Metabond'un birlikte uygulandığı gruptaki bağlanma direncinin 7,67 MPa olduğu saptandı. Bu grubun, frezleme işlemi sonrası C&B Metabond uygulanan ve 6,36 MPa'lık bağlanma dayanımı gösteren örneklerden makaslama bağlanma direnci yönünden daha iyi sonuç verdiği görüldü ($p=0.003$).

Scotchbond Multi Purpose Plus (SBMP) uygulanan gruplar (Grup 11,12,13) arasında, yüzeyleri frezle pürüzlendirildikten sonra aktivatör ve katalizör sistemi kullanılmadan rezin kompozitle tamir edilen amalgam örneklerin 4,41 MPa ile tüm deney grupları arasındaki en düşük bağlanma direncine sahip olduğu gözlemlendi. Bunun yanında SBMP ile birlikte aktivatör ve katalizör sisteminin kullanıldığı 12. ve 13. gruplarda sırasıyla 6,64 MPa ve 7,23 MPa'lık bağlanma dayanımı değerleri elde edildi ve gruplar arasındaki farkın anlamlı olmadığı belirlendi ($p>0.05$) (Grafik 1)

TARTIŞMA

Estetik açıdan amalgamdan üstün olan rezin kompozit materyallerin fiziksel özelliklerinde son yıllarda pek çok gelişme sağlanmış olsa da arka bölge dişlerindeki çok geniş madde kayıplarının rezin kompozitle restore edilmesine yönelik hala bazı şüpheler mevcuttur. Bu nedenle, amalgamın fiziksel özelliklerinin rezin kompozitin estetik özellikleri ile destek-



Grafik 1. Çalışmadaki gruplara ait makaslama bağlanma dayanımı değerleri (SD: Standart Sapma; MPa: Gruplara ait bağlanma değerleri)

lenmesine yönelik bu iki materyalin kombine kullanımını gündeme gelmiştir¹⁸. Amalgam ve rezin kompozitin birlikte kullanılmasını ön gören bir diğer seçenek de minimal invaziv tedavi girişimleridir. Geniş amalgam restorasyonların yenilenmesi sırasında sağlam diş dokusunda da madde kaybı yapılarak kavite genişletilmekte ve olası bir pulpa hasarına yol açılmaktadır. Amalgamın yeni amalgam ile tamir edilmesi çok güvenilir bulunmadığı için, adeziv bir yaklaşım uygulanması gerektiği ileri sürülmüştür^{26,29}.

Lacy ve arkadaşları¹⁹, amalgam tamiri amacıyla bir bağlayıcı ajan olan Panavia EX ile birlikte kompozit rezin kullanarak hazırladıkları örneklerin bağlanma direncinin, amalgamı amalgamla tamir ettikleri örneklerden elde ettikleri değerlere oranla daha fazla olduğunu bulmuşlar ve bu sonuçlara dayanarak klinikte amalgamın rezin kompozitle birlikte kullanılabilirliğini önermişlerdir. Bolay ve Köprülü⁷ yaptıkları bir çalışmada, amalgam üzerine kompozit uygulanan örneklerin bağlanma dayanımlarının kompozit üzerine amalgam uygulanan gruplardan daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir.

Çalışmamızda da amalgam üzerine rezin kompozit uygulanarak makaslama bağlanma dayanımları değerlendirilmiştir. Sadece frezle pürüzlendirilerek aktivatör ve katalizör kullanılmadan uygulanan

Scotchbond Multi Purpose Plus grubunda elde edilen ortalama 4,41 MPa değerinin tüm test grupları arasındaki en düşük bağlanma dayanımı değeri olduğu görülmüştür. Çok amaçlı bir bağlayıcı sistem olan Scotchbond Multi Purpose Plus sisteminde bulunan aktivatör, amalgama veya indirekt restorasyonlara adezyonu sağlayan “self cure” veya “dual cure” uygulamalar için kullanılmaktadır. Aktivatör, sistemdeki primer ile karıştırıldığında reaksiyona girerek sertleşmeyi kolaylaştırırken, katalizör ise çok amaçlı adeziv ile birlikte kullanıldığında, hem amalgam, hem de “self cure” kompozitlerle bağlanmayı sağlayan bir “dual cure” rezin meydana getirmektedir¹. Sevgican ve arkadaşları³³, Scotchbond Multi Purpose Plus sistemi kullanılan amalgam-rezin kompozit kombine restorasyonların bağlanma direncinin arttığını bildirmişlerdir. Bizim çalışmamızda da Scotchbond Multi Purpose Plus sisteminin, gerek frezle, gerekse CoJet ile pürüzlendirilen ve aktivatör ve katalizörün birlikte kullanıldığı gruplarda, kullanılmayan gruptaki değerlere göre, bağlanma dayanımında anlamlı ölçüde artış sağladığı belirlenmiştir.

Çalışmamızda kullanılan C&B Metabond, 4-metiloksi etil trimellitik anhidrat (4-META) içeren bir bağlayıcı sistemdir. Amalgam bağlayıcı sistemler optimal ıslatma oluşturabilmek için dual özellikte olma-

lıdır. Amalgam tamamen hidrofobiktir, oysa mine ve dentin hidrofiliktir. Bağlayıcı sistem bir ıslatıcı ajan ile modifiye edilmeli, ürün hem hidrofilik hem de hidrofobik yüzeyleri ıslatma özelliğine sahip olmalıdır. Tipik dentin bağlayıcı sistemler de bu amaçla kullanılabilir ama özellikle 4-metiloksi etil trimellitik anhidrat (4-META) esaslı sistemler sıklıkla tercih edilmektedir. Bu monomer molekülde hidrofobik ve hidrofilik uçlar mevcuttur, böylelikle metale ve rezin monomerine aynı anda kimyasal olarak bağlanabilir²³. Chang ve arkadaşları⁸, 4-META içeren bir adeziv sistem kullanarak yaptıkları çalışmada, amalgam-amalgam bağlanan grupta daha zayıf bir metalik bağlanma olduğunu, ancak amalgam-kompozit ve amalgam-dentin gruplarından daha iyi sonuç verdiğini bildirmişlerdir. 4-META ve PMMA tozu içeren adeziv sistemlerin amalgam tamirinde kullanıldığı diğer çalışmalarda makaslama bağlanma dirençlerinin daha yüksek olduğu bildirilmektedir^{11,18,28,29,32,39}. Barzilay ve arkadaşları⁴ ait bir çalışmada 4-META içeren Superbond ve Panavia EX'in amalgama bağlanma dirençleri 4,5 MPa ve 4,3 MPa olarak bulunmuştur. Cooley ve arkadaşları⁹ ise 4-META bazlı bir adeziv kullanarak amalgamı kompozitle tamir ettikleri çalışmada, rezin kompozitin amalgama bağlanma direncinin 6 ila 7 MPa arasında değiştiğini ifade etmişlerdir. Çalışmamızda da C&B Metabond, bu bulgularla benzer şekilde, frezle pürüzlendirilen amalgam örneklerde 6,36 MPa'lık, CoJet ile pürüzlendirilen örneklerde ise 7,67 MPa'lık bir bağlanma direnci göstermiştir.

Çalışmamızda kullanılan diğer bir amalgam bağlayıcı sistem olan Alloybond'un içeriğindeki dime-takrilat rezinin 4-META tarafından oluşturulan rezin matrikse oranla iki kat daha fazla çapraz bağlar içerdiği, bu nedenle daha üstün bir kimyasal bağlanma oluşturduğu ileri sürülmektedir¹⁷. Bulgularımıza göre, frezle pürüzlendirilen amalgam yüzeylerine uygulanan Alloybond'un, CoJet grubundaki değerlerle karşılaştırıldığında bağlanma dayanımını artırdığı belirlenmiştir.

Amalgam yüzeyinin pürüzlendirilmesi yüzey alanını artırarak adezivin amalgamla mekanik kilitlenmesini sağlar. Machado ve arkadaşları²², amalgam ve rezin kompozit arasındaki en yüksek makaslama bağlanma direncinin amalgam yüzeyinin air abraz-

yonla pürüzlendirildiği şartlarda sağlandığını ifade etmişlerdir. Bu çalışmada kullanılan CoJet sisteminde amalgam örneklerin yüzeyleri, silisik asitle modifiye edilmiş alüminyum trioksit partikülleri ile pürüzlendirildikten sonra sistemle birlikte kullanılması önerilen silan uygulaması yapılmıştır. Silanizasyon sonrasında yüzeyde oluşan polisiloksan ağ, uygulanan adeziv sistemdeki ve rezin kompozitteki monomerle bağlanmaktadır. Çalışmamızda Tetric N-Bond ve C&B Metabond gruplarında CoJet uygulaması sonrasında amalgam ve rezin kompozit arasında daha yüksek bir bağlantı sağlandığı görülmektedir. Ancak Alloybond grubuna ait daha düşük makaslama bağlanma dayanımı değeri, Alloybond'un primeri ile yüzeydeki silan arasında yeterli bir kimyasal adezyonun sağlanmadığını göstermektedir. Kendinden asitli tek aşamalı güncel bir adeziv sistem olan Xeno V, içeriğinde tersiyer butanol ve yeni geliştirilmiş farklı yapıda monomerler içerir. Yapısında tersiyer butanol ve amid içerikli akrilik rezinler içeren bu sistemin etanol veya isopropanol içeren sistemlerden daha stabil olduğu ve daha dayanıklı bir polimer yapı oluşturabildiği ifade edilmektedir⁴². Bu çalışmada da gerek frezle gerekse CoJet sistemi ile pürüzlendirilmiş amalgam örneklere uygulanan Xeno V'in diğer gruplara göre daha yüksek bağlanma değerlerine sahip olduğu belirlenmiştir.

Metal primerleri, hem soy metallerin, hem de baz metallerin yüzey düzenlemesinde kullanılmakta ve bu ajanların bağlantıyı artırdığı ileri sürülmektedir. Metal primerleri, hidrofilik karboksil grupları ile alışıma, açıkta kalan hidrofobik kısımlarıyla da rezin kompozite bağlanmaktadır. Bu çalışmadaki metal primeri, Alloy Primer, içerdiği VBATDT fonksiyonel monomeri ile soy metallerle, 10-metakriloloksidesil dihidrojen fosfat monomeri (MDP) ile baz metallerle bağlanır^{16,31}. Blum ve arkadaşları⁶, amalgamın kompozitle tamiri için Alloy Primer ve Panavia 21 sistemini birlikte kullanmışlar ve 5,13 MPa ile en yüksek makaslama bağlanma dayanımı değerini elde ettiklerini ifade etmişlerdir. Bizim çalışmamızda ise Alloy Primer ile birlikte uygulanan Xeno V ve Tetric N-Bond gruplarında 5,59 MPa'lık ve 6,74 MPa'lık daha yüksek bağlanma dayanımları belirlenmiştir.

Günümüzde piyasada bulunan amalgamların büyük çoğunluğu yüksek bakır içerikli amalgamlardır.

Bu tip amalgamlarda kolaylıkla korozyona uğrayabilen γ_2 (Sn₈Hg) fazı elimine edilmiştir. Amalgam alayımında bulunan civanın önemli olduğu bilinmekle birlikte, amalgama adezyonun mekanizması henüz tam olarak açıklığa kavuşmamıştır. Esas olarak silan monomerleri birbirleri ile siloksan bağları oluştururken, aynı zamanda metal yüzeyindeki oksitlerin hidrokسيل gruplarıyla da bağlanırlar. Ancak amalgam yüzeyindeki oksit tabakası yeterli değilse dayanıklı kovalent bağlar oluşturulamaz⁴⁰.

Kullanılan amalgam tipinin de bağlanma sonuçları üzerinde etkili olduğu, sferik partiküllü amalgamlarla olan bağlanmanın talaş tipi (lathe-cut) partiküller içeren amalgamlara oranla daha iyi olduğu bildirilmiştir⁴⁰. Bizim çalışmamızda kullanılan amalgam ise talaş tipi partiküller içermektedir. Ancak klinik uygulamada hekimin kullandığı amalgamın partikül tipini bilmesi her zaman mümkün olmamaktadır.

Bu çalışmada kullandığımız adeziv sistemlerin metallere bağlanma özelliğine sahip oldukları ve ağız içinde amalgam tamiri işleminde de kullanılabilircekleri ifade edilmektedir^{1,8,17,23,42}. Ancak kullanılan yöntemlerdeki ve materyallerdeki farklılıklara bağlı olarak, çalışmamızda uygulanan makaslama bağlanma dayanımı testinin sonuçları ile diğer benzer çalışmaların sonuçlarını doğrudan karşılaştırmak oldukça güçtür. *In vitro* koşullarda alınan bu sonuçların klinik uygulamalarla ve yapılan kombine restorasyonların uzun dönemli takipleriyle desteklenmesinin gerekliliği kabul edilmekle birlikte, amalgam ve kompozitin birlikte uygulanacağı durumlarda mutlaka yüzey pürüzlendirme işleminin yapılması ve iki materyal arasında bir bağlayıcı ajanın kullanılması gerekmektedir.

SONUÇ

In vitro çalışmamızın sonuçlarına göre,

1. Xenon V, hem CoJet sistemi ile, hem de elmas frezle pürüzlendirilen amalgam örneklerin rezin kompozite olan bağlanmasını artırmıştır.

2. Tetric N-Bond ve C&B Metabond, CoJet sistemi ile pürüzlendirilen amalgam örneklerde frez gruplarına göre daha yüksek bağlanma dayanımı değerlerine sahiptir.

3. Alloybond, frezle pürüzlendirilen amalgam yüzeylerine uygulandığında rezin kompozite daha yüksek bağlanma dayanımı göstermiştir.

4. Scotchbond Multi Purpose Plus, amalgam ve rezin kompozitin birlikte kullanılacağı durumlarda mutlaka aktivatör ve katalizör sistemleri eklenerek kullanılmalıdır.

TEŞEKKÜR

Çalışmamızın bulgularının istatistiksel olarak değerlendirilmesinde ve yorumlanmasında emeği ve katkılarından dolayı Ege Üniversitesi Fen Fakültesi İstatistik Anabilim Dalı öğretim görevlisi Dr. Hayal BOYACIOĞLU'na teşekkürlerimizi sunuyoruz.

KAYNAKLAR

1. 3M Dental Products Scotchbond Multi Purpose Plus. Dental Adhesive System. Technical Product Profile. St. Paul, Mn, USA. 1994.
2. Adhesives, silver amalgam Oral Health 1995; 5: 49-52.
3. Anderson MH, McCoy RR. Dental amalgam. The state of the art and science. Dent Clin North Am 1993; 37: 419-431.
4. Barzilay A, Vassilas G, Graser GN, Proskin HM. Panavia and 4-META bond to amalgam and NiCr alloy. J Dent Res 1990; 69: abstract#2038.
5. Bichacho N, Pilo R, Brosh T, Berkovich M, Helft M. Shear bond strength of composite to fresh amalgam Oper Dent. 1995; 20: 68-73
6. Blum IR, Hafiana K, Curtis A, Barbour ME, Attin T, Lynch CD, Jagger DC. The effect of surface conditioning on the bond strength of resin composite to amalgam. J Dent 2012; 40: 15-21.
7. Bolay Ş, Köprülü H. Kompozit rezinin amalgama bağlanma gücü üzerinde farklı bağlayıcı ajanların etkisi. EÜ Diş Hek Fak Derg 1993; 14: 129-133.
8. Chang J, Scherer W, Tauk A, Martin R. Shear bond strength of a 4-META adhesive system. J Prosthet Dent 1992; 67: 42-45.
9. Cooley RL, McCourt JW, Train TE. Bond strength of resin to amalgam as affected by surface finish. Quintessence Int 1989; 20: 237-239.
10. Eakle WS, Staninec M, Lacy AM. Effect of bonded amalgam on the fracture resistance of teeth. J Prosthet Dent 1992; 68: 257-260.
11. Giannini M, Paulillo LA, Ambrosano GM. Effect of surface roughness on amalgam repair using adhesive systems. Braz Dent J. 2002; 13: 179-183.
12. Gordan VV, Riley JL 3rd, Blaser PK, Mjör I. 2-year clinical evaluation of alternative treatments to replacement of defective amalgam restorations. Oper Dent 2006; 31: 418-425.
13. Gordan VV, Shen C, Riley J 3rd, Mjör IA. Two-year clinical evaluation of repair versus replacement of composite restorations. J Esthet Rest Dent 2006; 18: 144-153.
14. Gordon M, Laufer BZ, Metzger Z. Composite veneered amalgam restorations. J Prosthet Dent. 1985; 54: 759-762.
15. Hasegawa T, Retief DH. Shear bond strengths of two commercially available dentin-amalgam bonding systems. J Dent 1996; 24: 449-452.
16. Heft MW, Gilbert GH, Dolan TA, Foerster U. Restoration fractures, cusp fractures and root fragments in a diverse sample of adults: 24-month incidence. J Am Dent Assoc 2000; 131: 1459-1464.

17. <http://www.sdi.com.au/en/alloybond/>
18. Jessup JP, Vandewalle KS, Hermes CB, Buikema DJ. Effects of surface treatments on amalgam repair. *Oper Dent* 1998; 23: 15-20.
19. Lacy AM, Rupprecht R, Watanabe L. Use of self-curing composite resins to facilitate amalgam repair. *Quintessence Int* 1992; 23: 53-59.
20. Leinfelder K. Current developments in dentin bonding systems: Major progress found in today's products. *J Am Dent Assoc* 1993; 124: 40-42.
21. Lubow RM, Cooley RL. Effect of air-powder abrasive instrument on restorative materials. *J Prosthet Dent*. 1986; 55: 462-465.
22. Machado C, Sanchez E, Alapati S, Seghi R, Johnston W. Shear bond strength of the amalgam-resin interface. *Oper Dent* 2007; 32: 341-346.
23. Miller BH, Arita K, Tamura N, Nishino M, Guo I, Okabe T. Bond strengths of various materials to dentin using Amalgambond. *Am J Dent*. 1992; 5: 272-276.
24. Moncada G, Fernandez E, Martin J, Arancibia C, Mjör I, Gordan VV. Increasing the longevity of restorations by minimal intervention: A two-year clinical trial. *Oper Dent* 2008; 33: 258-264.
25. Moncada GC, Martin J, Fernandez E, Vildosola PG, Caamano C, Caro MJ, Mjör IA, Gordan VV. Alternative treatments for resin based composite and amalgam restorations with marginal defects: A 12-month clinical trial. *General Dent* 2006; 54: 314-318.
26. Murdoch-Kinch CA, McLean ME. Minimally invasive dentistry. *J Am Dent Assoc* 2003; 134: 87-95.
27. Özcan M. The use of chairside silica coating for different dental applications: a clinical report. *J Prosthet Dent*. 2002; 87: 469-472.
28. Özcan M, Vallittu PK, Huysmans MC, Kalk W, Vahlberg T. Bond strength of resin composite to differently conditioned amalgam. *J Mater Sci: Material in Medicine* 2006; 1: 7-13.
29. Özer F, Ünlü N, Öztürk B, Sengün A. Amalgam repair: Evaluation of bond strength and microleakage. *Oper Dent* 2002; 27: 199-203.
30. Plasmans PJ, Reukers EA. Esthetic veneering of amalgam restorations with composite resin-combining the best of both worlds? *Oper Dent*. 1993; 18: 66-71.
31. Randall RC, Vrijhoef MM, Wilson NH. Current trends in restorative dentistry in the UK: a Delphi approach. *J Dent*. 2002; 30: 177-187.
32. Ruse ND, Sekimoto RT, Feduik D. The effect of amalgam surface preparation on the shear bond strength between composite and amalgam. *Oper Dent* 1995; 20: 180-185.
33. Sevgican F, Türkün M, Önal B, Ergücü Z, Köseoğlu K. Amalgam-kompozit kombine restorasyonlarda materyaller arası bağlanma direnci ve sızıntının incelenmesi. *AÜ Diş Hek Fak Derg* 1998; 25: 121-128
34. Shen C, Spiegel J, Mjör IA. Repair strength of dental amalgams. *Oper Dent* 2006; 31: 122-126.
35. Staninec M, Holt M. Bonding of amalgam to tooth structure: Tensile adhesion and microleakage tests. *J Prosthet Dent* 1988; 59: 397-402.
36. Swift EJ Jr, Perdigao J, Heymann HO. Bonding to enamel and dentin: a brief history and state of the art. *Quintessence Int* 1995; 26: 95-110.
37. Varga J, Matsumura H, Masuhara E. Bonding of amalgam filling to tooth cavity with adhesive resin. *Dent Mater J* 1986; 5: 158-164.
38. Vargas MA, Denehy GE, Ratananakin T. Amalgam shear bond strength to dentin using different bonding agents. *Oper Dent* 1994; 19: 224-227.
39. Walker AC Jr, Reese SB. Bond strength of amalgam to amalgam in a high copper amalgam. *Oper Dent* 1983; 8: 99-102.
40. Watts DC, Devlin H, Fletcher JE. Bonding characteristics of a phosphonated anaerobic adhesive to amalgam. *J Dent* 1992; 20: 245-249.
41. Winkler MM, Moore BK, Allen J, Rhodes B. Comparison of retentiveness of amalgam bonding agent types. *Oper Dent* 1997; 22: 200-208.
42. Xeno V. Scientific Compendium. Dentsply DeTrey, Konstanz, Almanya, 2009.

Yazışma Adresi

Doç. Dr. Zeynep ERGÜCÜ

Ege Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi

Diş Hastalıkları ve Tedavisi Anabilim Dalı, İzmir

e-posta: zergucu@yahoo.com