Farklı Yapıştırma Simanlarının Termomekanik Yaşlandırma Sonrası Performanslarının Karşılaştırılması

A Comparison Of The Performance Of Different Resin Luting Cements After Thermomechanical Aging

Habibe Öztürk¹, Mehmet Sonugelen², Celal Artunç³, Hüseyin Tezel⁴, Atilla Kesercioğlu², Ali Aydın Göktaş⁵

¹Çanakkale Ağız Ve Diş Sağlığı Merkezi, Çanakkale, Türkiye

²Ege Üniversitesi Dişhekimliği Fakültesi Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı, İzmir, Türkiye

³Uşak Üniversitesi Dişhekimliği Fakültesi Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı, Uşak, Türkiye

⁴Ege Üniversitesi Dişhekimliği Fakültesi Restoratif Diş Tedavisi Anabilim Dalı, İzmir, Türkiye

⁵Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Metalurji Ve Malzeme Mühendisliği, Malzeme Bilimi Anabilim Dalı, İzmir, Türkiye

ÖZET

Amaç: Termomekanik yaşlandırmanın farklı adeziv rezin simanların mikroçekme bağ dayanımı ve nanosızıntı miktarları üzerine etkisini incelemektir.

Yöntem: Otuz adet çekilmiş üçüncü molar diş düz bir dentin yüzeyi elde etmek için su soğutması altında kesildi. Daha sonra kompozit örnekler kesilen dişlere farklı adeziv rezin simanlarla yapıştırıldı. Elde edilen örnekler kullanılan yapıştırma simanlarına göre beş gruba ayrıldı; 1-Variolink II-konvansiyonel “asitle ve yıka” rezin siman, 2-Multilink-kendinden asitli rezin siman, 3-Panavia F2.0-kendinden asitli rezin siman, 4-RelyX U200-kendinden adezivli rezin siman, 5-SuperBond C&B-konvansiyonel “asitle ve yıka” rezin siman. Her yapıştırma simanı grubu kendi içinde kontrol grubu ve çalışma (termomekanik yaşlandırma) alt grubuna ayrıldı. Kontrol grubundaki örnekler herhangi bir yaşlandırma işlemi uygulanmadı. Çalışma grubundaki örnekler 5-55°C’de 10.000 defa termal ve 50 N’da 50.000 defa mekanik işlemi uygulandı. Örnekler %50’lik amonyaklı gümüş nitrat solüsyonunda 24 saat bekletildikten sonra bağlanma direnci testi uygulandı ve FEI-SEM/EDX ile incelendi.

Bulgular: Mikroçekme bağ dayanımı ve nanosızıntının yaşlandırma işleminden etkilenmediği görüldü ($p \geq 0,05$), fakat rezin yapıştırma simanları arasında anlamlı bir fark bulundu ($p \geq 0,05$).

Sonuç: Bu çalışmada kullanılan rezin yapıştırma simanların performansının termomekanik yaşlandırmadan etkilenmediği tespit edildi ve adeziv rezin simanın restorasyonun uzun ömürlü olmasında etkili olduğu sonucuna varıldı.

Anahtar Kelimeler: Mikroçekme bağ dayanımı, ısıl işlem, mekanik yükleme, yapıştırma simanları

ABSTRACT

Objectives: To investigate the effects of the thermomechanical aging on microtensile bond strength and nanoleakage of different adhesive resin luting cements.

Methods: Thirty human third molar teeth were cut under water cooling to obtain flat dentine surface. Then composite specimens were adhered onto prepared teeth with different adhesive resin cements. Samples were divided into five groups according to the luting cements used; 1-Variolink II-conventional etch-and-rinse resin cement, 2-Multilink-self-etch resin cement, 3-Panavia F2.0-self-etch resin cement, 4-RelyX U200-self-adhesive resin cement, 5-SuperBond C&B-conventional etc-and-rinse resin cement. Each resin cement group was separated into two subgroups as control and thermomechanical aging group. No thermomechanical aging was applied to the samples in the control group. Samples in thermomechanical aging group were subjected to 10.000 thermocycles at 5-55°C and 50.000 loadingcycles using a loading force of 50 N. After samples were immersed in a solution consisting of 50% ammoniac silver nitrate for 24h, bond strength test was performed and samples were observed under FEI-SEM/EDX.

Results: It was seen that microtensile bond strength and nanoleakage were not significantly affected by aging ($p \geq 0,05$), but a significant difference was found among the luting resin cements ($p < 0,05$).

Conclusion: It was determined that the performance of resin luting cements used in this study was not affected by thermomechanical aging and concluded that the type of adhesive resin cement is effective on longevity of the restoration.

Keywords: Microtensile bond strength, thermocycle, mechanical loading, luting cements

GİRİŞ

Adeziv bağ, restorasyonun ömrünü etkileyen en önemli etkidir. Günümüzde bu bağı güçlendirmek adına geliştirilen sayısız ürün mevcuttur. Adeziv resin simanları geliştirmek için son yıllarda yapılan çalışmalar, uygulama basamaklarının sayısını azaltarak işlem süresini kısaltmayı ve teknik hassasiyeti en aza indirerek uygulama sırasında ortaya çıkabilecek hataları ortadan kaldırmayı amaçlamaktadır¹. Adeziv resin simanlar uygulama basamaklarına göre asitle ve yıka, kendinden asitli ve kendinden adezivli resin siman olarak

sınıflandırılabilir². Piyasada yer alan çok sayıdaki adeziv resin siman arasında en güvenilir adeziv sistemin hangisi olduğu hala çok açık değildir³. Farklı adeziv resin simanların karşılaştırıldığı çalışmalar göstermiştir ki seçilen simanın adeziv bağ üzerine önemli bir etkisi vardır⁴. Uygulaması kolay olduğu için çokça tercih edilen kendinden adezivli resin simanlar diş sert dokularına yeterli bağlanmayı sağlamasına rağmen, hala çok basamaklı adeziv resin simanlardan daha düşük bağlanma dayanımı göstermektedir^{5,6}.

Resim 1a: Multilink grubunun resin siman/dentin arayüzündeki FEI-SEM görüntüsü. Ok gümüş partiküllerini göstermektedir (HV 20.00kV, spot 5.0, WD 9.9mm, mag 4000x, det BSED, pressure 1.89e-5mbar).

Resim 1b: Aynı örnek için EDX analizi.

Çok basamaklı adeziv resin simanlarda adeziv bağın oluşması sırasında kollajen ağ içine resinin tam olarak infiltre olamaması sonucu hibrit tabaka içinde demineralize dentinin açıkta kaldığı alanların oluşmasına neden olmaktadır^{7,8}. Adeziv resin ile doldurulamayan veya yetersiz polimerize edilen 20-100 nm genişlikte olduğu tahmin edilen submikron boşluklardan zamanla su ve enzim geçişleri olarak adlandırılan nanosızıntı, açıkta kalan kollajenin hidrolitik bozunmasına neden olarak zamanla bağ dayanımında azalmaya sebep olabilmektedir⁹. Okuda¹⁰, nanosızıntı kanalları boyunca penetre olan suyun hibrit tabakadaki hidrolitik bozunmayı arttırdığını, dolayısıyla 9 ay gibi kısa bir sürede bağ dayanımında azalma olduğunu bildirmiştir. Bu nedenle adeziv performansın değerlendirilmesinde nanosızıntı önemli bir etkidir.

İyi planlanmış bir klinik çalışma simanın başarısını değerlendirmek için en güvenilir yöntemdir¹¹. Fakat klinik çalışmalar uzun zaman aldığı ve pahalı olduğu için

uygulaması zordur. Ayrıca ağız içinde restorasyonu etkileyen stresler kendiliğinden ve eş zamanlı meydana geldiği için adeziv bağın başarısını etkileyen faktörlerin ayırt edilmesinde yetersiz kalabilmektedir¹². Oysa ki laboratuvar testleri simanların klinik performansını ön görebilmek adına hızlı ve kolay bilgi sağlar ve farklı parametrelerin ayrı ayrı değerlendirilmesine imkan verir^{13,14}.

Bu çalışmada farklı adeziv resin simanların klinik performansını ön görmek amacıyla iki “asitle ve yıka”, iki kendinden asitli ve bir kendinden adezivli resin simanın oral kavitedekine benzer tükürük, sıcaklık değişimleri, çiğneme kuvvetleri^{15,16} gibi pek çok dış etkene maruz kaldıktan sonra adeziv bağlarında meydana gelen değişimlerin incelenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla dişe farklı mekanizmalarla bağlanan adeziv resin simanların termomekanik yaşlandırma sonrası bağlanma etkinliğini ölçmek için mikroçekme bağ dayanımı sonuçları ve kapaticılık özelliğini değerlendirmede

önemli bir gösterge olan nanosızıntı değişimi karşılaştırılmıştır⁷. Bu *in vitro* çalışmanın hipotezi bağlanma mekanizmasına bakılmaksızın kullanılan adeziv rezin simanların tümünde termomekanik yaşlandırma sonrası adeziv performansında azalma olacağı yönündedir.

GEREÇ VE YÖNTEM

Örneklerin Hazırlanması

Çalışmada 30 adet yeni çekilmiş çürüksüz üçüncü büyük azı dişi kullanıldı. Yumuşak doku eklentileri temizlenen dişlerin dentin yüzeyi açığa çıkartılması için oklüzal 1/3'ü elmas frezle (Tetric-N, İvoclar Vivadent,

Liechtenstein) su soğutması altında kesildi. Açığa çıkan dentin üzerindeki smear tabakasının homojen hale getirilmesi için oklüzal yüzey sırasıyla 240, 400 ve 600 grit silikon karbit zımpara (Met Rolls, Saftaş, İstanbul, Türkiye) ile düzleştirildi. Daha sonra rastgele 5 gruba ayrıldı (n=6). Kompozit rezin (Z-250; 3M ESPE, St Paul, MN, ABD) bloklar (8×8×4mm) düzleştirilmiş dentin yüzeyine çalışmada kullanılan beş farklı adeziv rezin simanla üreticinin önerdiği şekilde yapıştırıldı (Tablo 1 ve Tablo 2). Bu işlemten sonra örnekler distile su içinde 37°C'de 24 saat bekletildi.

Rezin siman	Adeziv strateji	Kimyasal içerik	Üretici firma
Variolink II	Konvansiyonel asitle ve yıka rezin siman	Baryumoksit cam doldurucu, dimetakrilatlar, yüksek oranda silika, ytterbiyumtriflorid, reaksiyon başlatıcı ve sabitleştiriciler, pigmentler, HEMA, bisGMA, gliserin dimetakrilat, fosforik asit akrilat, yüksek oranda silika, etanol	Ivoclar Vivadent; Schaan, Liechtenstein
Multilink	Kendinden asitli rezin siman	Dimetakrilat, inorganik doldurucu, ytterbiyumtriflorid, metakrilatlı fosforik asit esteri, benzoilperoksit, reaksiyon başlatıcı ve sabitleştiriciler	Ivoclar Vivadent; Schaan, Liechtenstein
PanaviaF 2.0	Kendinden asitli rezin siman	Baryum cam tozu, sodyum florid, dimetakrilat, MDP, silika, benzoil peroksit, amin, sodyum aromatik sülfat, 10-MDP, HEMA, N-metakril 5-aminosalisilik asit, sodyum benzen sülfat, N,N'dietanol p-tolüidin, su	Kuraray; Osaka, Japonya
RelyX U200	Kendinden adezivli rezin siman	Cam tozu, kalsiyum hidroksit, metakrilatlı fosforik ester, dimetakrilat, reaksiyon başlatıcılar	3M ESPE, Seefeld, Almanya
Super-Bond C&B	Konvansiyonel "asitle ve yıka" rezin siman	MMA(methylmethacrylate), PMMA (polymethyl- methacrylate), 4-META	Sun Medical, Shiga; Japonya

Tablo 1: Çalışmada kullanılan adeziv rezin simanlar

Her grupta yer alan örnekler kontrol ve çalışma grubuna ayrıldı (n=3). Kontrol grubunda yer alan dişlere hiçbir işlem uygulanmadan çalışma süresince (2 hafta) distile su içinde bekletildi. Çalışma grubunda yer alan her dişe termomekanik yaşlandırma işlemi uygulandı. 5°C (±2°C) ve 55°C (±2°C) 'lık su havuzlarında 30sn bekletilerek 10.000 defa termal işleme tabi tutuldu. Mekanik yükleme uygulanacak olan dişler akril bloklara

gömülmeden çiğneme simülatörüne (Vega Chewing Simülatör; Nova, Konya, Türkiye) bağlandı. Aksiyel kuvvet çiğneme simülatörünün uç kısmındaki yuvarlatılmış paslanmaz çelik metal jig vasıtasıyla tam merkezden uygulandı. Yükleme sırasında örneklerde kurumaya bağlı erken kırılmaların olmaması için işlem distile sulu ortamda gerçekleştirildi.

Çalışmamızda 1 yıllık *in vivo* çiğnemeye eş değer¹⁷ mekanik döngü uygulamak amacıyla 50.000 defa uygulandı. Laboratuvar aşamalarını kısaltmak amacıyla yüksek frekansta (1-60Hz) ve büyük kuvvetler (90-125N) uygulayarak yapılan testlerin sonuçları bağlanma ara yüzünde meydana gelen ısıdan etkileneceği için 50 N kuvvette 0.5 Hz frekansta ve çiğneme sırasında karşıt dişle temas sırasında ortaya çıkan strese benzer stres oluşturmak amacıyla aksiyel yönde gerçekleştirilmiştir¹⁸.

Mikroçekme Bağ Dayanımı Testi

Kontrol grubu ve çalışma grubundaki dişlerden mikroçekme bağ dayanımı testi (μ TBS) için su soğutmalı düşük hızlı elmas testere (Isomet 1000,

Buehler Ltd., Lake Bluff IL, ABD) ile 1x1mm'lik düz çubuk şeklinde kesitler alındı¹⁹. Her diştten 36 adet kesit elde edildi. Bunların arasından ortada yer alan 25 tanesi çalışmaya dahil edildi. Daha sonra çubuk örnekler mikro çekme test cihazına (Micro Tensile Tester; Bisco, Schaumburg, IL) siyano akrilat adeziv (Model Repair II Pink; Dentsply-Sankin, Otawara, Japonya) ile sabitlendi ve bağlantı bölgesinde kopma gerçekleşinceye kadar 1mm/sn hızla kuvvet uygulandı. Mikro çekme bağ dayanımı değerleri megapaskal (MPa) biriminde ölçüldü.

REZİN SIMAN	UYGULAMA BASAMAKLARI
Variolink II	%37 fosforik asit uygulama Suyla yıkama Excite DSC uygulama Variolink II Base ve Catalyse karıştırma Variolink II uygulama
Multilink	Multilink Primer A ve B karıştırma Multilink Primer uygulama Multilink uygulama (Automix tip)
PanaviaF 2.0	ED Primer II Liquef Ave B karıştırma ED Priemr uygulama Panavia F2.0 Paste Ave B karıştırma Panavia F2.0 uygulama
RelyX U200	RelyX U200 uygulama (Automix tip)
Super-Bond C&B	Green Activator uygulama Suyla yıkama Monomer, Catalyst V ve Polimer karıştırma Monomer, Catalyst V ve Polimer karıştırılarak hazırlanan simanı uygulama

Tablo 2: Çalışmada kullanılan adeziv rezin simanların uygulama basamakları

Resim 2a: Panavia F2.0 grubunun rezin siman/dentin arayüzündeki FEI-SEM görüntüsü. Ok gümüş partiküllerini göstermektedir (HV 20.00kV,spot 5.0,WD 9.9mm,mag 4000x, det BSED,pressure 1.89e-5mbar).

Resim 2b: Aynı örnek için EDX analizi.

Nanosızıntı Örneklerinin Hazırlanması ve FEI-SEM/EDX Analizi

Çubuk örneklerin arasından rastgele seçilen 5 örnek (n) distile su içinde 10 dk bekletildikten sonra %50'lik amonyaklı gümüş nitrat (AgNO_3) solüsyonunda Tay ve arkadaşlarının²⁰ tanımladığı nanosızıntı protokolüne göre 24 saat bekletildi. Daha sonra gümüş penetre olmuş örnekler su ile yıkanıp arayüzdeki boşluklarda biriken diamin gümüş iyonlarını uzaklaştırmak için floresan ışık altında 8 sa banyo solüsyonunda bekletildi. Örnekler altın ile kaplamaya ihtiyaç duyulmadan 20 kV'de çalışan FEI-SEM/EDX (Philips FEI-Quanta FEG)'de dikey yönde

incelendi. 4000 büyütmede fotoğrafları çekilip gümüş miktarını belirlemek amacıyla fotoğrafı çekilen her örneğin EDX analizleri yapıldı.

İstatistiksel Analiz

Analizlerde SPSS 20.0 (SPSS, IBM, New York, NY, ABD) yazılım programı kullanıldı. Hem μTBS hem de nanosızıntı verilerini değerlendirmek için Shapiro-Wilk normalite testi kullanıldı. Çift yönlü varyans analizi (ANOVA) sonrası post-Hoc testi olarak Bonferroni Test kullanıldı. İstatistiksel anlamlılık eşik düzeyi olarak $\alpha=0.05$ alındı.

Değişken kaynakları	df	MS	F	p
Yaşlandırma	1	7,225	0,114	0,737
Siman	4	905,162	14,237	,000
Yaşlandırma×Siman	4	28,124	0,442	0,778
Toplam	90			

Tablo 3: Mikroçekme Bağ Dayanımı Varyans Analizi (ANOVA): Yaşlandırma (Termomekanik yaşlandırma) × Siman

BULGULAR

Mikroçekme Bağ Dayanımı Testi

Termomekanik yaşlandırma, kullanılan rezin siman tipi ve bu iki faktörün biribiri ile etkileşiminin mikroçekme bağ dayanımına etkisi Tablo 3, ortalama μTBS , standart sapma (SD) ve gruplar arasındaki fark Tablo 4 ile gösterilmektedir.

Çift yönlü ANOVA testi sonuçlarına bakıldığında termomekanik yaşlandırma öncesi ($21,63 \pm 9,64$ MPa) ve sonrası ($22,2 \pm 10,36$ MPa) μTBS değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir olmadığı ($p \geq 0,05$), fakat kullanılan rezin siman tipinin μTBS üzerine önemli bir etkisi olduğunu görüldü ($p < 0,05$). Termomekanik yaşlandırma ve rezin siman tipi arasındaki etkileşimin μTBS değerleri üzerine etkisi olmadığı görüldüğü ($p \geq 0,05$) için rezin siman grupları arasındaki μTBS değerlendirmesi yaşlanma etkisinden bağımsız olarak yapıldı.

Kontrol grubunda en düşük μTBS sonuçları RelyX U200 simanda ($10,74 \pm 4,11$ MPa) elde edildi ve diğer rezin simalarla (Variolink II, SuperBond C&B, PanaviaF2.0, Multilink) arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulundu ($p < 0,05$).

Çalışma grubunda da en düşük μTBS sonuçları RelyX U200 simanda ($11,45 \pm 3,79$ MPa) elde edildi ve diğer

rezin simalarla (Variolink II, SuperBond C&B, PanaviaF2.0, Multilink) arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulundu ($p < 0,05$). Ayrıca Variolink II, SuperBond C&B, PanaviaF2.0 arasında μTBS açısından anlamlı bir fark olmamasına ($p \geq 0,05$) rağmen Multilink ve RelyX U200 ile arasındaki fark istatistiksel açıdan anlamlıdır ($p < 0,05$).

Rezin siman gruplarının μTBS sonuçlarına bakıldığında, en yüksek μTBS Variolink II ($28,35 \pm 10,03$ MPa) rezin simanda elde edildi ve SuperBond C&B ile Panavia F2.0 arasında anlamlı fark bulunmazken ($p \geq 0,05$), Multilink ve RelyX U200 arasındaki farkın anlamlı olduğu görüldü ($p < 0,05$). RelyX U200'ün μTBS sonuçları diğer tüm rezin simanlar anlamlı şekilde düşük bulundu ($p < 0,05$).

Her bir siman grubuna ait SEM-EDX görüntüsü Resim 1,2,3,4 ve 5'de görülmektedir. Arayüzdeki Ag dağılımı yüzdelere (Ag%) gösteren EDX sonuçları Tablo 6'da gösterilmiştir. Termomekanik yaşlandırma, kullanılan rezin siman tipi ve bu iki faktörün biribiri ile etkileşiminin nanosızıntıya etkisi ise Tablo 5'de gösterilmiştir. Buna göre termomekanik yaşlandırma öncesi ($13,4 \pm 4,79$) ve sonrası ($12,7 \pm 4,15$) Ag%'si arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark görülmedi ($p \geq 0,05$). Termomekanik yaşlandırma ve rezin siman

tipi arasındaki etkileşimin Ag%'sine etkisi olmadığı ($p \geq 0,05$), fakat kullanılan resin siman tipinin Ag%'sini etkilediği görüldü ($p < 0,05$). RelyX U200, kullanılan diğer (Variolink II, SuperBond C&B, PanaviaF2.0, Multilink)

resin simanlardan anlamlı şekilde düşük Ag birikimi gösterdi ($p < 0,05$). Variolink II, SuperBond C&B, PanaviaF2.0 ve Multilink arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark olmadığı görüldü ($p \geq 0,05$).

Resim 3a: Variolink II grubunun resin siman/dentin arayüzündeki FEI-SEM görüntüsü. Ok gümüş partiküllerini göstermektedir (HV 20.00kV,spot 5.0,WD 9.9mm,mag 4000x, det BSED,pressure 1.89e-5mbar).

Resim 3b: Aynı örnek için EDX analizi.

Resim 4a: SuperBond C&B grubunun resin siman/dentin arayüzündeki FEI-SEM görüntüsü. Ok gümüş partiküllerini göstermektedir (HV 20.00kV,spot 5.0,WD 9.9mm,mag 4000x, det BSED,pressure 1.89e-5mbar).

Resim 4b: Aynı örnek için EDX analizi.

TARTIŞMA

Adeziv bağ diş, adeziv resin siman ve restorasyon arasındaki bütünlüğün sağlanmasında ve sürdürülmesinde hayati önem taşımakla birlikte aynı zamanda bu yapı içindeki en zayıf halkayı oluşturmaktadır. Klinik çalışmalar adeziv resin simanların uzun süreli başarısını değerlendirebilmek için güvenilir sonuçların elde edilmesini sağlasa da, adeziv bağın devamlılığını etkileyen faktörlerin belirlenmesinde

yetersiz kalabilmektedir. Ağız içinde günlük işlevi sırasında bir restorasyonu etkileyen mekanik, kimyasal ve termal pek çok stres meydana gelir²¹. Bu streslerin hangisi veya hangilerinin adeziv bağın bozulmasına neden olduğunun tespit edilebilmesi için uygulaması kolay, hızlı ve bir ya da birden fazla değişkenin ayrı ayrı incelenemesine olanak sağlayan laboratuvar testlerine ihtiyaç vardır.

Resim 5a: RelyX U200 grubunun rezin siman/dentin arayüzündeki FEI-SEM görüntüsü. Ok gümüş partiküllerini göstermektedir (HV 20.00kV, spot 5.0, WD 9.9mm, mag 4000x, det BSED, pressure 1.89e-5mbar).

Resim 5b: Aynı örnek için EDX analizi.

	Kontrol $\mu\text{TBS} \pm \text{SD}$ (MPa)	Termomekanik Yaşlandırma $\mu\text{TBS} \pm \text{SD}$ (MPa)	Toplam (MPa)
Asitle ve yıka siman			
Variolink II	27,01 $\pm$ 11,79 ^{A,a}	29,68 $\pm$ 8,39 ^{A,a}	28,35 $\pm$ 10,03 ^{A,a}
SuperBond C&B	21,75 $\pm$ 5,87 ^{A,a}	22,68 $\pm$ 8,34 ^{A,a}	22,22 $\pm$ 7,01 ^{A,a}
Kendinden asitli siman			
PanaviaF 2.0	27,02 $\pm$ 10,7 ^{A,a,c}	29,18 $\pm$ 11,15 ^{A,a}	28,1 $\pm$ 10,66 ^{A,a,c}
Multilink	21,65 $\pm$ 2,7 ^{A,a,d}	18 $\pm$ 6,64 ^{A,B,a,d}	19,82 $\pm$ 5,27 ^{A,B,a,d}
Kendinden adezivli siman			
RelyX U200	10,74 $\pm$ 4,11 ^{B,e}	11,45 $\pm$ 3,79 ^{B,C,e}	11,1 $\pm$ 3,86 ^{B,C,e}
Toplam	21,63 $\pm$ 9,64 ^A	22,2 $\pm$ 10,36 ^A	

*Farklı büyük harfler aynı kolonda ve farkı küçük harfler aynı satırda anlamlı farkı göstermektedir

Tablo 4: Mikroçekme Bağ Dayanımı Verilerinin Ortalamaları ($\mu\text{TBS} \pm \text{SD}$)

Adeziv bağın incelendiği *in vitro* çalışmalara bakıldığında bazı araştırmacılar adeziv bağı doğrudan incelerken bazıları da ağız içi koşullarını daha iyi taklit etmesi için farklı yaşlandırma yöntemleri uyguladıktan sonra incelemiştir^{18,22,23,24}. İlgili literatür incelen-diğinde ağız içini daha iyi taklit edebilmek için en yaygın uygulanan yaşlandırma yönteminin suda bekletme ve termal yaşlandırma olduğu, mekanik yaşlandırmanın ise daha az kullanıldığı görülmektedir⁴. Bu çalışmada kullandığımız rezin simanların uzun süreli klinik performansını ön görebilmek için termomekanik yaşlandırma uygulandıktan sonraki adeziv performans değerlendirilmiştir. Bu amaçla ağız içinde günde 20-50

termal döngü meydana geldiği^{5,25} ve restorasyonların 20 yılda 1.000.000 aktif kuvvet döngüsüne maruz kaldığı bilgisine dayanarak¹⁷ 1 yıllık termomekanik yaşlandırma etkisi için termal işlem 5-55°C'de 10.000 defa ve aksiyel yönde 0,5Hz hızda 50N çiğneme kuvvetinde mekanik işlem 50.000 defa uygulanmıştır^{16,26}.

Bağ dayanımını değerlendirmek için yapılan testlerin farklı koşullarda gerçekleştirilmesi bağ dayanımının ölçülmesini ve karşılaştırılmasını zorlaştırmasa da çekme, mikroçekme ve makaslama testleri bu amaçla en çok kullanılan testlerdir²¹. Uniform olmayan stress dağılımını ve bir diştten çok fazla örnek elde edilmesine

olanak sağlayarak dişe bağımlılığı ortadan kaldırdığı²⁷ için bu çalışmada mikroçekme bağ dayanımı kullanıldı.

Bu *in vitro* çalışmanın sonuçlarına göre bağlanma mekanizmasına bakılmaksızın kullanılan adeziv rezin simanların tümünde termomekanik yaşlandırma sonrası adeziv performansında azalma olacağı yönündeki hipotez reddedildi. Buna göre termomekanik yaşlandırmanın kullanılan adeziv rezin simanların bağ dayanımı üzerine etkisi olmadığı görüldü. Çalışmamızın sonuçları Abdalla²² ve Mitsui²⁸ termomekanik yaşlandırmanın bağ dayanımı üzerinde direkt etkisinin olmadığı yönündeki

bulgularını desteklemesine rağmen aksi yönde sonuç bildiren çalışmalar da mevcuttur. Ülker¹⁸ sadece termal yaşlandırmanın bağ dayanımını etkilemediğini mekanik ve termomekanik yaşlandırmanın bağ dayanımını önemli ölçüde düşürdüğünü bildirmiştir. Feitosa²⁹ mekanik yaşlandırmanın adeziv bağda fark edilir bir bozunmaya neden olduğunu bildirmiştir. Sonuçlar arasındaki farklılık kullanılan adeziv sistemden kaynaklanabileceği gibi preparasyon şekli, sıcaklık, kuvvet ve döngü sayısındaki farklılıklardan ve kullanılan test yönteminden kaynaklanabilir.

DEĞİŞKEN KAYNAKLARI	DF	MS	F	P
Yaşlandırma	1	6,125	0.427	0,517
Siman	4	97,706	6,812	,000
Yaşlandırma×Siman	4	0,390	0.027	0,999
Toplam	50			

Tablo 5: Ağırılıkça Ag%Varyans Analizi (ANOVA): Yaşlandırma (Termomekanik yaşlandırma) × Siman

Bu çalışmada elde edilen μ TBS değerleri karşılaştırıldığında kullanılan adeziv rezin simanların bağ dayanımları arasında anlamlı bir fark olduğu görüldü. Buna göre en yüksek mikroçekme bağ dayanımını gösteren Variolink II'nin Panavia F2.0 ve SuperBond C&B ile arasında anlamlı fark bulunmazken Multilink ve RelyX U200'den daha yüksek bağ dayanımı gösterdi. Yaptığı çalışma ile Panavia F2.0 ile Variolink II'yi karşılaştıran Hikata³, Panavia F2.0'ın daha yüksek bağ dayanımı gösterdiğini bildirmiş ve bunun nedenini Variolink II'nin test öncesi başarısızlıkların beklenmedik bir şekilde fazla olmasına bağlamıştır. Özcan³⁰ Variolink II'nin Panavia F2.0'dan yüksek bağ dayanımı gösterdiğini bildirmiştir. Sarr³¹ ise Panavia F2.0'ın Variolink II'den yüksek bağ dayanımı gösterdiğini fakat bu farkın istatistiksel açıdan anlamlı olmadığını bildirmiştir. Peutzfeldt³² diğer çalışmaların aksine dentine en iyi bağlanmanın Multilink ile sağlandığını ve Panavia F2.0, Variolink II ve RelyX U200 arasında fark olmadığını bildirmiştir. Çalışmamızda Multilink sadece RelyX U200'den daha yüksek bağ dayanımı göstermiştir. Uygulama basamaklarını kısaltan adeziv rezin simanlardaki asidik monomerin kimyasal sertleşmeyi sağlayan benzyd-amin ile etkileşerek kompozitin sertleşmemesine neden olduğu için bir rezin simanın kimsayal olarak sertleşmesi bağ dayanımını ışıkla

sertleşmesine oranla %10 ile %50 arasında düşürmektedir³³. Bu nedenle çalışmamızda kullanılan kimyasal sertleşen Multilink rezin siman yukarıdaki çalışmanın aksine Variolink II, Panavia F2.0 ve SuperBond C&B'den daha düşük bağ dayanımı göstermiştir. Ayrıca Toman³⁴'ın çalışmasının sonuçları da çalışmamızın sonuçları ile uyumludur. Kullanılan iki kendinden asitli rezin simana bakıldığında, Mirmohammadi³⁵ ile benzer şekilde Panavia F2.0 Multilink'ten daha yüksek bağ dayanımı gösterdi. Tüm adeziv rezin simanların arasında en düşük bağ dayanımı RelyX U200 rezin simanda elde edilmesine ve diğer simanlarla arasında anlamlı bir fark olmasına rağmen literatüre bakıldığında aksi yönde pek çok çalışmaya rastlanmaktadır. Makishi², Johnson³⁶ ve D'Arcangelo³⁷ Panavia F2.0 ve RelyX U200 ile aynı teknik özelliklere³⁸ sahip RelyX Unicem arasında, Abo-Hamar³⁹ RelyX Unicem ile Variolink II ve Panavia F2.0 arasında fark olmadığını bildirmiştir. Bitter²⁴ ise RelyX Unicem'in PanaviaF 2,0, Variolink II ve Multilink'den anlamlı bir şekilde yüksek bağ dayanımı gösterdiğini bildirmiştir. Sonuçlar arasındaki farklılık bağ dayanımını ölmek için kullanılan test yöntemi, yaşlandırma işlemlerindeki farklılık ve dentin yüzeyinin (yüzeyel dentin, derin dentin, kök dentini) morfolojik özelliklerinden kaynaklanabilir. Ayrıca RelyX U200'ün

inisiyal pH'nın düşük olmasına rağmen dentin yüzeyinde belirgin bir demineralizasyon ve hibridizasyon meydana getiremediği için oluşturduğu hibrit tabakanın zayıf olması⁴⁰ düşük bağ dayanımını göstermesine neden olabilir. Yapısındaki demir ve 4-META/MMA güçlü bir adezyon sağlayan⁴¹ SuperBond C&B rezin siman Özcan³⁰'ın çalışmasıyla uyumlu olarak Variolink II ve Panavia F2.0 ile benzer, RelyX U200'den yüksek bağ dayanımı göstermiştir.

Uzun dönemde adeziv bağda meydana gelen değişimleri inceleyen Hashimoto⁴² bağlanma ara yüzünde su miktarının zamanla arttığını ve bu suyun hibrit tabakadaki bozunmanın bir belirtisi olabileceğini bildirmiştir. Nanosızıntı ilk defa 1995 yılında hibrit tabakanın tabanında adeziv rezin ile doldurulamayan veya yetersiz polimerize edilen 20-100 nm genişlikteki submikron boşluklar içine küçük iyon ve moleküllerin difüzyonu olarak tanımlanmış ve bu difüzyonu göstermek için gümüş nitrat kullanmıştır⁷. Nanosızıntı en güvenilir TEM görüntüleri ile tesbit edilir⁴³. Ayrıca FE-SEM ile elde edilen yüzey görüntülerinin enerji dağılım spektroskopisi (EDX) ile analizi de güvenilir sonuçlar vermektedir⁴⁴.

Ağız içinde değişen koşulların nanosızıntıya etkisinin araştırıldığı önceki çalışmalara bakıldığında çelişkili sonuçlara rastlanmaktadır. Bazı çalışmalar yaşlandırma sonrası nanosızıntının arttığını bildirirken^{18,45,46}; bazıları nanosızıntıyı etkilemediğini bildirmiştir^{47,48}. Frankenberger⁴⁹ ise termomekanik yaşlandırma sonrası nanosızıntıda azalma tespit etmiş ve bunu mekanik yüklenme sayının artmasıyla ara yüzdeki suyun sıkışıp dışa doğru akarak nanosızıntının azalmasına neden olduğu şeklinde açıklamıştır. Bu çalışmada kullanılan adeziv rezin simanların tümü için termomekanik yaşlandırma sonrası nanosızıntı değerlerinde istatistiksel açıdan anlamlı bir fark bulunmadı. Çalışmaların sonuçların arasındaki fark kullanılan materyal, yüklemenin yönü ve büyüklüğü, yüklenme sayısı ve dentin yüzeyinin şekli (kavite, düz yüzey) gibi değişkenlerden kaynaklanabilir.

Çalışmamızın sonuçlarına göre nanosızıntı değerleri arasındaki fark kullanılan adeziv rezin simanlardan kaynaklanmaktadır. Buna göre en az sızıntıyı gösteren RelyX U200'ün Multilink, SuperBond C&B, PanaviaF 2.0 ve Variolink II ile arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlıdır. Bu çalışmada kullanılan adeziv rezin simanlarla yapılan nanosızıntı çalışmalarının az olmasına rağmen Makishi² ve Bitter⁵⁰'in RelyX Unicem'in karşılaştırdıkları diğer rezin simanlardan daha az nanosızıntı gösterdiğini bildiren çalışmalarını sonuçları çalışmamızla kısmen uyumludur. Chazine⁵¹, Multilink rezin simanın karşılaştırdığı diğer simanlardan

(Multilink Automix, Variolink II ve G-Cem Automix) anlamlı şekilde en fazla sızıntıyı gösterdiğini bildirmiştir. Çalışmamızda kullanılan Multilink rezin siman kimyasal sertleştiği için polimerizasyon dönüşümü daha az olduğu için polimerizasyonun olmadığı bölgelerdeki kollagen liflerin arasında su birikimi olabilir⁵².

Bu çalışmada da en fazla sızıntı Multilink rezin simanda görülmesine rağmen SuperBond C&B, PanaviaF 2,0 ve Variolink II ile arasında anlamlı bir fark bulunamadı. Nanosızıntı değerleri arasındaki bu farkın kullanılan adeziv rezin simanların bağlanma mekanizmalarından kaynaklandığı düşünülebilir.

RelyX U200 kendinden adezivli bir rezin simandır. RelyX U200'ün bağlanması içeriğindeki fosforik asit-metakrilat monomerleri ile hidroksiapatitin etkileşimi ile sağlanır. Bu etkileşim için fosfat monomerinin nötralizasyon reaksiyonu sırasında bölgedeki ve dentin tübüllerinin içindeki suyu kullandığı⁵ için ara yüzdeki su miktarını azaltır. Ayrıca yapısındaki florun sudan hoşlanmayan doğası gereği bağlanma ara yüzündeki suyu dışa iterek azalttığı⁵⁴ için daha az nanosızıntı gösterdiği düşünülebilir.

Asit uygulamasının kaldırıldığı kendinden asitli rezin simanlar (PanaviaF 2,0 ve Multilink) yüksek oranda hidrofilik monomer içerir ve suya duyarlı bu monomerler zamanla yarı geçirgen bir membran gibi davranarak arayüzde su birikmesine neden olur⁵⁵.

Variolink II adeziv rezin siman hibrit tabakanın oluşturulması için su bazlı primer kullanılmaktadır. Bu su bazlı primerin demineralizasyonla açığa çıkarılan kollajen fibrilleri tamamen kapatabilmesi için dentin yüzeyinin nemli kalması gerekmektedir⁵⁶. Ayrıca asitle ve yıka rezin simanlar (Variolink II ve Superbond C&B) smear tabakasını uzaklaştırmak için kuvvetli asitlerle dentin yüzeyinde derin bir demineralizasyon oluşturur. Demineralizasyonla açığa çıkan kollajen fibriller adeziv rezin ile tam olarak kapatılamazsa zamanla nanosızıntıda artış olmaktadır⁷.

SONUÇ

Tüm bu sonuçlara göre adeziv rezin simanlarla yapıştırılan indirekt restorasyonlar kullanım süresi boyunca bağlanma etkinliğini oral koşullardan etkilenmeksizin sürdürülebilir. Restorasyonun başarısını etkileyen temel faktör kullanılan rezin simanın (içeriği, bağlanma mekanizması, polimerizasyon şekli gibi) özellikleridir.

KAYNAKLAR

1. VanMeerbeek B, De Munck J, Yoshida Y, Inouse S, Vargas M, Vijay P. Buonocore memorial lecture. Adhesion to enamel and dentine: current status and future challenges. *Oper Dent* 2003; 28: 215-235.
2. Makishi P, Shimada Y, Sadr A, Wei S, Ichinose S, Tagami J. Nanoleakage expression and microshear bond strength in the resin cement/dentin interface. *J Adhes Dent* 2010; 12(5): 393-401.
3. Hikita K, Van Meerbeek B, De Munck J, Ikeda T, Van Landuyt K, Maida T, Lambrechts P, Peumans M. Bonding effectiveness of adhesive luting agents to enamel and dentin. *Dent Mater* 2007; 23(1): 71-80.
4. Spitznagel FA, Horvath SD, Guess PC, Blatz MB. Resin bond to indirect composite and new ceramic/polymer materials: a review of the literature. *J Esthetic and Restorative Dent* 2014; 26(6): 382-393.
5. Turkmen C, Durkan M, Cimilli H, Oksuz M. Tensile bond strength of indirect composites luted with three new self-adhesive resin cements to dentin. *J Appl Oral Sci* 2011; 19: 363-369.
6. Viotti RG, Kasaz A, Pena CE, et al. Microtensile bond strength of new self-adhesive luting agents and conventional multistep systems. *J Prosthet Dent* 2009; 102: 306-312.
7. Sano H, Takatsu T, Ciucchi B, Horner JA, Matthews WG, Pashley DH. Nanoleakage: leakage within the hybrid layer. *Oper Dent* 1995; 20: 18-25.
8. Titley K, Chernecky R, Maric B, Smith D. Penetration of a dentin bonding agent into dentin. *Am J Dent* 1994; 7: 190-194.
9. Sano H. Microtensile testing, nanoleakage, and biodegradation of resin-dentin bonds. *J Dent Res* 2006; 85(1): 11-14.
10. Okuda M, Pereira PN, Nakajima M, Tagami J, Pashley DH. Long-term durability of resin dentin interface: nanoleakage vs. microtensile bond strength. *Oper Dent* 2002; 27(3): 289-296.
11. Chadwick B, Treasure E, Dummera P, Dunstana F, Gilmoura A, Jonesa R, Phillips C, Stevens J, Rees J, Richmond S. Challenges with studies investigating longevity of dental restorations-A critique of a systematic review. *J Dent* 2001; 29:155-161.
12. Oilo G. Bond strength testing-what does it mean? *Int Dent J* 1993; 43: 492-498.
13. Blatz MB, Chiche G, Holst S, Sadan A. Influence of surface treatment and simulated aging on bond strengths of luting agents to zirconia. *Quintessence Int* 2007; 38: 745-753.
14. Salz U, Bock T. Testing adhesion of direct restoratives to dental hard tissue-a review. *J Adhes Dent* 2010; 12: 343-371.
15. Longman CM, Pearson CJ. Variation in temperature of the oral cavity during the imbibition of hot and cold fluids [special issue]. *J Dent Res* 1984; 63:521.
16. Bates J, Stafford G, Harrison A. Masticatory function-A review of the literature. I. The form of the masticatory cycle. *J. Oral Rehabil* 1975; 2: 281-301.
17. Wiskott HW, Nochols JI, Belser UC. Stress fatigue: Basic principles and prosthodontic implications. *Int J Prosthodontics* 1989; 8(2): 105-116.
18. Ulker M, Ozcan M, Sengün A, Ozer F, Belli S. Effect of artificial aging regimens on the performance of self-etching adhesives. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater* 2010; 93(1): 175-184.
19. Shono Y, Terashita M, Shimada J, Kozono Y, Carvalho RM, Russell CM. Durability of resin-dentin bonds. *J Adhes Dent* 1999; 1: 211-218.
20. Tay FR, Pasley DH. Water treeing-A potential mechanism for degradation of dentine adhesives. *Am J Dent* 2003; 16:2-12.
21. Blatz MB, Sadan A, Kern M. Resin-ceramic bonding: A review of the literature. *J Prosthet Dent* 2003; 89: 268-274.
22. Abdala AI, El Zohairy AA, Aboushelib MM, Feilzer AJ. Influence of thermal and mechanical load cycling on the microtensile bond strength of self-etching adhesives. *Am J Dent* 2007; 20(4): 250-254.
23. Aguiar TR, Andre CB, Correr-Sobrinho L, Arrais CA, Ambrosano GM, Giannini M. Effect of storage times and mechanical load cycling on dentin bond strength of conventional and self-adhesive resin luting cements. *J Prosthet Dent* 2014; 111(5): 404-410.
24. Bitter K, Perdigao J, Exner M, Neumann K, Kielbassa A. Reliability of fiber post bonding to root canal dentin after simulated clinical function in vitro. *Oper Dent* 2012; 37(4): 397-405.
25. Mair LH. Surface permeability and degradation of dental composites resulting from oral temperature changes. *Dent Mater* 1989; 5: 247-255.
26. Anderson D. Measurement of stress in mastication I. *J Dent Res* 1956; 35: 664.
27. Sano H, Shono T, Sonoda H, Takatsu T, Ciucchi B, Carvalho R, et al. Relationship between surface area for adhesion and tensile bond strength-evaluation of a micro-tensile bond test. *Dent Mater* 1994; 10:236-240.

28. Mitsui FH, Peris AR, Cavalcanti AN, Marchi GM, Pimenta LA. Influence of thermal and mechanical load cycling on microtensile bond strengths of total and self-etching adhesive systems. *Oper Dent* 2006; 31(2): 240-247.
29. Feitosa VP, Sauro S, Watson TF, Correr AB, Osorio R, Toledano M, Correr-Sobrinho L, Sinhoreti MA. Evaluation of the micro-mechanical strength of resin bonded-dentin interfaces submitted to short-term degradation strategies. *J Mech Behav Biomed Mater* 2012; 15: 112-120.
30. Özcan M, Mese A. Adhesion of conventional and simplified resin luting cements to superficial and deep dentin. *Clin Oral Investig* 2012; 16(4): 1081-1088.
31. Sarr M, Mine A, De Munck J, Cardoso Mv, Kane AW, Vreven J, Van Meerbeek B, Van Landuyt KL. Immediate bonding effectiveness of contemporary composite cements to dentine. *Clin Oral Inves* 2010; 14(5): 569-577.
32. Peutzfeldt A, Sahafi A, Flury S. Bonding of restorative materials to dentin with various luting agents. *Oper Dent* 2011; 36(3): 266-273.
33. De Souza G, Braga RR, Cesar PF, Lopes GC. Correlation between clinical performance and degree of conversion of resin cements: A literature review. *J Appl Oral Sci* 2015; 23(4): 358-368.
34. Toman M, Toksavul S & Akin A. Bond strength of all-ceramics to tooth structure using new luting systems. *J Adhes Dent* 2008; 10(5): 373-378.
35. Mirmohammadi H, Aboushelib MN, Salameh Z, Feilzer AJ & Kleverlaan CJ. Innovations in bonding to zirconia based ceramics: Part III. Phosphate monomer resin cements *Dent Mater* 2010; 26(8): 786-792.
36. Johnson JC, Burgess JO, Blatz MB. Bond of new resin cements to enamel, dentin, and alumina. *J Dent Res* 2004; 83(Spec Issue A)
37. D'Arcangelo C, De Angelis F, D'Amario M, Zazzaroni S, Ciampoli C, Caputi S. The Influence of Luting Systems on the Microtensile Bond Strength of Dentin to Indirect Resin-based Composite and Ceramic Restorations. *Oper Dent* 2009; 34(3): 328-336.
38. Technical Data Sheet, RelyX™ U200 Self-Adhesive Resin Cement, 3M ESPE, St. Paul, Mn, USA
39. Abo-Hamar SE, Hiller KA, Jung H, Federlin M, Friedl KH, Schmalz G. Bond strength of a new universal self-adhesive resin luting cement to dentin and enamel. *Clin Oral Investig* 2005; 9(3): 161-167.
40. De Munck J, Vargas M, Van Landuyt K, Hikita K, Lambrechts P, Van Meerbeek B. Bonding of an auto-adhesive luting material to enamel and dentin. *Dent Mater* 2004; 20: 963-971.
41. Takagaki T, Nikaido T, Tsuchiya S, Ikeda M, Foxton RM, Tagami J. Effect of hybridization on bond strength and adhesive interface after acid-base challenge using 4-META/MMA-TBB resin. *Dent Mater* 2009; 28: 185-193.
42. Hashimoto M, Fujita S, Nagano F, Ohno H, Endo K. Ten-years degradation of resin-dentin bonds. *Eur J Oral Sci* 2012; 118(4): 404-410.
43. Sano H, Yoshiama M, Ebisu S, Burrow MF, Takatsu T, Ciucchi B. Comparative TEM and SEM observations of nanoleakage within the hybrid layer. *Oper Dent* 1995; 20: 160-167.
44. Suppa P, Breschi L, Ruggeri A, Mazzotti G, Prati C, Chersoni S, Di Lenarda R, Pashley DH, Tay FR. Nanoleakage within the hybrid layer: a correlative FEI-SEM/TEM investigation. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater* 2005; 73(1): 7-14.
45. Yamazaki PC, Bedran-Russo AK, Pereira PN. The effect of loading cycling on nanoleakage of deproteinized resin/dentin interfaces as a function of time. *Dent Mater* 2008; 24(7): 867-873.
46. Mazzoni A, Marchesi G, Cadenaro M, Mazzotti G, Di Lenarda R, Ferrari M, Breschi L. Push-out stress for fibre posts luted using different adhesive strategies. *Eur J Oral Sci. Eur J Oral Sci* 2009; 117(4): 447-453.
47. Li H, Burrow MF, Tyas MJ. The effect of load cycling on the nanoleakage of dentin bonding systems. *Dent Mater* 2002a; 18: 111-119.
48. Harper RH, Schnell RJ, Swartz ML, Phillips RW. In vivo measurements of thermal diffusion through restorations of various materials. *J Prosthet Dent* 1980; 43(2): 180-185.
49. Frankenberger R, Pashley DH, Reich SM, Lohbauer U, Petschelt A, Tay FR. Characterisation of resin-dentine interfaces by compressive cyclic loading. *Biomaterials* 2005; 26(14): 2043-2052.
50. Bitter K, Perdigão J, Hartwig C, Neumann K, Kielbassa AM. Nanoleakage of luting agents for bonding fiber posts after thermomechanical fatigue. *J Adhes Dent* 2011; 13(1): 61-69.
51. Chazine M, Casucci A, Mazzoni A, Grandini S, Goracci C, Breschi L, Ferrari M. Interfacial nanoleakage and internal cement thickness of three esthetic crown systems. *Dent Mater* 2012; 28(10): 1105-1111.
52. Miyazaki M, Ando S, Hinoura K, Onose H, Moore BK. Influence of filler addition to bonding agents on shear bond strength to bovine dentin. *Dent Mater* 1995; 11: 234-238.

53. Technical Data Sheet: Espertise RelyX Unicem. Seefeld, Germany: 3M Espe AG; 2002.
54. Yuan Y, Shimada Y, Ichinose S, Tagami J. Hybridization quality in cervical cementum and superficial dentin using current adhesives. *Dent Mater* 2008; 25(4): 584-593.
55. Tay FR, Pasley DH, Sub BI Carvalho RM, Itthagarun A. Single-step adhesives are permeable membranes. *J Dent* 2002; 30: 371-382.
56. Reis A, Loguercio AD, Azevedo CLN, Carvalho RM, Singer JM, Grande RHM. Moisture spectrum of demineralized dentin for different solvent-based adhesive system. *J Adhes Dent* 2003; 5: 183-192.

Yazışma Adresi:

Dr. Habibe Öztürk
Çanakkale Ağız Ve Diş Sağlığı Merkezi
Çanakkale, Türkiye
Tel: 0 505 825 45 34
E –posta: hbb.ozturk@hotmail.com