

## ESTETİK RESTORATİF MATERYALLERİN MİKROSIZINTI ÇALIŞMALARINDA KULLANILAN GEREÇ VE YÖNTEMLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

### COMPARISON OF MATERIAL AND METHODS IN MICROLEAKAGE STUDIES OF ESTHETIC RESTORATIVE MATERIALS

L. Şebnem TÜRKÜN\*

Zeynep ERGÜCÜ †

#### ÖZET

*In vitro* mikrosızıntı çalışmalarının güvenilirliği ve değerlendirilmesi ile ilgili farklı görüşler bulunmakla birlikte, bu konuda henüz bir standart geliştirilememiştir. Bu derlemenin amacı, son altı yıl içinde, direkt estetik restoratif materyallerle yapılmış olan *in vitro* mikrosızıntı çalışmalarını inceleyip en sık kullanılan gereç ve yöntemleri belirleyerek farklı gereç ve yöntemlerden hangilerinin sonuçları daha fazla etkilediğini saptamaktır.

1997-2002 yılları arasında, 11 uluslararası dergide yayınlanmış 84 çalışma değerlendirmeye alındı. Çalışmalarda toplam 473 deney grubu kullanılmıştı. Tüm materyal ve metodlar bir veri bankasına kaydedilerek şu kriterlere göre incelendi: örnek ve kavite tipi-restorasyon materyali ve uygulama şekli-yaşlandırma işlemleri-boya tipi-mikrosızıntı değerlendirme metodu-istatistiksel yöntem.

Çalışmalarda kullanılan metodlar çok değişkenlik gösteriyordu. En çok tercih edilen gereç ve yöntemler şu şekilde saptandı (%): 1) İnsan (89.2) molar dişleri (69.1) kullanılmıştı 2) U-şekilli (93.4) sınıf V (54.5) kaviteler çoğunluktaydı 3) Grup başına örnek sayısı on olarak alınmıştı (51.3) 4) Farklı kıvamlarda rezin kompozitler kullanılmıştı (72.7) 5) Yaşlandırma işlemi yapılmıştı (86.8) 6) Termal siklus (79.3) 250-500 siklus(54.9) olarak tercih edilmişti 7) Bazik füksin (40.8) 24 saat (88.9) uygulanmıştı 8) Örnekler yatay yönde (68.9) bölünerek (92.7) ve skorlama yapılarak (92.2) incelenmişti.

İncelenen çalışmaların gereç ve yöntem farklılıkları sebebiyle bir meta-analiz yapmak ve sonuçları kıyaslamak mümkün olmadığından, bu yöntemlerin güvenilirliği test edilemedi.

**Anahtar kelimeler:** gereç ve yöntem, *in vitro*, mikrosızıntı

#### SUMMARY

The literature contains conflicting data about *in vitro* microleakage evaluations and their reliability, but no standardization has yet been established. The aim of this study was to compare the materials and methods of *in vitro* microleakage studies published in last six years and consider features that might affect the results.

Eighty-four microleakage studies published in eleven international journals between 1997 and 2002, comprising 473 groups were examined. The materials and methods were entered in a database and compared: sample and cavity types-restoration procedures and application techniques-aging types-tracers and dyes-evaluation methods-statistics.

The methods employed varied widely. The most frequent methodological choices were (%): 1) Human (89.2) molars (69.1) 2) U-shaped (93.4) Class V (54.5) cavities were used 3) The number of specimens per group was 10 (51.3) 4) Resin composites with different consistency were preferred (72.7) 5) Aging procedures were performed (86.8) 6) Thermal cycling (79.3) with 250-500 cycles (54.9) were used 7) Basic fuchsin (40.8) was choosed and the immersion time was 24 hours (88.9) 8) The assessment of dye penetration was made with horizontal (68.9) sections (92.7) and scoring (92.2). The great variability in the methods used in these 84 studies prevented meta-analysis and comparison of the results could not be performed, thus reducing the reliability of these methods.

**Key words:** materials and methods, *in vitro*, microleakage.

\* Ege Üniversitesi Dişhekimliği Fakültesi, Diş Hastalıkları ve Tedavisi A D, Konservatif Diş Tedavisi Bilim Dalı, Doç. Dr.

† Ege Üniversitesi Dişhekimliği Fakültesi, Diş Hastalıkları ve Tedavisi A D, Konservatif Diş Tedavisi Bilim Dalı, Dr. Dt.

## GİRİŞ

Günümüzde kullanımı gittikçe artan diş renginde estetik restoratif materyallerin sertleşmesi sırasında oluşan büzülme ile, diş-dolgu arayüzünde aralıkların oluştuğu birçok çalışmada gösterilmiştir. Kavite duvarı ve restoratif materyaller arasında oluşan bu boşluktan; bakteriler, sıvılar veya iyonlar rahatca geçebilmekte ve mikrosızıntı diye adlandırılan süreçte neden olmaktadır<sup>57</sup>. Rezin kompozit materyallerde oluşan bu aralığı en aza indirmek amacıyla birçok dentin adeziv sistem geliştirilmesine karşın, restorasyonların servikal kısımlarında (sement kısmında) mikrosızıntı hala gözlenmekte ve klinik olarak problem yaratmaya devam etmektedir<sup>41,77,101</sup>. Mikrosızıntının yarattığı problemler arasında, hassasiyet, kenar renklenmesi, sekonder çürük ve pulpal enflamasyonlar sayılabilir<sup>4,57</sup>.

Estetik restoratif materyaller ve dentin adezivler hızla geliştiğinden, *in vivo* olarak bu materyalleri test etmek gittikçe zorlaşmaktadır. Bunun sebeplerinden biri, materyalin uzun dönemli başarısı kanıtlanana kadar, daha gelişmişlerinin üretilmesi veya materyalin tamamen piyasadan kalkmasıdır. Bu sebeple, *in vitro* testlerle materyallerin başarılarının değerlendirilmesi kaçınılmazdır<sup>3,39,87,113</sup>. Ayrıca, bu testlerle elde edilen sızıntı değerleri, teorik olarak klinikte oluşabilecek maksimum mikrosızıntı hakkında bilgi verebilir<sup>3,16,22,23</sup>. Bir restoratif materyalin örtüleme kapasitesi, mikrosızıntının değerlendirilmesi ile ölçülür.

İnternette "Medline" incelendiğinde, son altı yılda, 200'den fazla sızıntı çalışmasının yapıldığı görülmektedir. Buna karşın, çalışmaların çoğunun sonuçları birbiri ile çelişmekte ve böylece aralarında karşılaştırma yapmak mümkün olmamaktadır. Bu çelişmeler, gereç ve yöntemlerin farklı olmasından ve bu konuda henüz bir standart geliştirilememiş olmasından kaynaklanmaktadır. Fazla sayıda değişkenin olması, mikrosızıntı çalışmalarının güvenilirliğini azaltırken, restoratif işlemlerin ve materyallerin değerlendirilmesini de zorlaştırmaktadır. Bu duruma açıklık getirmek amacıyla, Hilton<sup>60</sup>, sızıntı çalışmalarının değerlendirmelerini kolaylaştırmak amacıyla belirli deneysel şartları gruplandırmıştır.

Bu literatür derlemesinin amacı, son altı yıl içinde, direkt estetik restoratif materyallerle yapılmış olan *in vitro* mikrosızıntı çalışmalarını inceleyip en sık tercih edilen gereç ve yöntemleri belirleyerek farklı gereç ve yöntemlerden hangilerinin sonuçları daha fazla etkilediğini saptamaktır.

Çalışmada Cohen'in<sup>16</sup> meta-analiz incelemeleri için tarif ettiği beş basamak uygulandı.

1) *Seçim kriterlerinin belirlenmesi*: Çalışmaların dahil edilme kriterleri Tablo I'de görülmektedir.

**Tablo I.** Çalışmaların seçilme kriterleri

	DAHİL EDİLENER	DAHİL EDİLMEYENLER
<b>ÇALIŞMALAR</b>	<i>in vitro</i> mikrosızıntı çalışmaları	Derlemeler
<b>ÖRNEKLER</b>	İnsan veya siğir dişleri	
<b>KAVİTE ŞEKLİ</b>	Restoratif kavite	Protetik ve endodontik kavite
<b>MATERYALLER</b>	Farklı kıvamlarda rezin kompozitler, cam iyonomer, poliasit modifiye cam iyonomer, rezin modifiye cam iyonomer	Amalgam, porselen ve metal inlaylar

2) *Çalışmaların elde edileceği belirli bir kaynaktan saptamak*: Medline, tüm çalışmaların elde edildiği veri bankasını oluşturdu.

3) *Yayınların seçilmesi*: 1997-2002 yılları arasında yayınlanmış, *in vitro* mikrosızıntı çalışmaları dahil edildi. Tablo II'de gösterilen 11 adet periyodik dişhekimliği dergisinden yararlanıldı.

**Tablo II.** Taranan periyodiklerin alfabetik listesi

American Journal of Dentistry
Dental Materials
Journal of Adhesive Dentistry
Journal of Clinical Dentistry
Journal of Clinical Pediatric Dentistry
Journal of Dentistry
Journal of Esthetic and Restorative Dentistry
Journal of Oral Rehabilitation
Journal of Prosthetic Dentistry
Operative Dentistry
Quintessence International

4) *İncelenen kriterler*: Restoratif materyaller için *in vitro* mikrosızıntı çalışmaları sonuçlarını etkileyebilecek metod ve teknikler, Tablo III 'de belirtilen kriterlere göre kaydedildi.

5) *Dahil edilmeme kriterlerine ek*: Materyal ve metodları belirsiz ve yetersiz olan çalışmalar bu derlemeye dahil edilmedi.

Belirlediğimiz kriterlere uyan 84 yayın ve bu çalışmalarda kullanılan 473 çalışma grubu (çalışma başına 1-44 arası) incelenmiştir<sup>1-3,5-7,9-12,14,15,17-19,21,24,25,28-37,40,42-44,46-49,52,53,55,56,58-74,76,79,80,82,83,86,88-93,96-100,103-107,109-112,114</sup>. Çalışmalardan elde edilen bulgular doğrultusunda, en çok tercih edilen restoratif materyaller, teknikler ve metodlar Tablo III' de gösterilmiştir.

### Örneklerin Özellikleri:

Çalışmalarda en çok tercih edilen insan dişleri (%89.2) ve molar dişler olmuştur (%69.1). Grup ba-

şına örnek sayısı genelde 10 olarak seçilmiştir (%51.3). (Grafik 1). Dişlerin çekim sonrası saklandıkları ortam distile veya deiyonize su idi (%34.2) ve içine herhangi bir katkı maddesi ilave edilmemiştir (%97.9). Dişlerin çekim sonrası saklanma ortamı %65.8, ısısı ise çalışmaların %95.1'inde belirtilmemiştir.

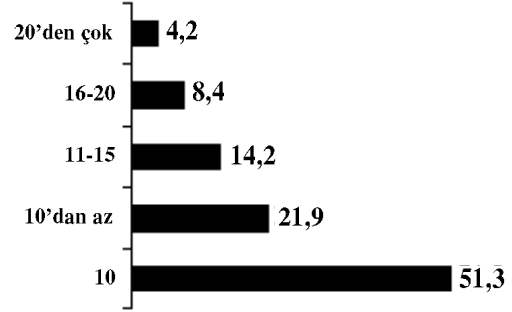
**Tablo III.** Mikrosızıntı testleri için en sık kullanılan restoratif materyaller, teknikler ve metodlar.

EN SIK TERCİH EDİLENLER	GRUP	GRUP		
	ADEDİ	YÜZDESİ (%)		
<b>Örnekler</b>				
Diş türü	İnsan	422/473	%99.2	
Diş tipi	Molar	292/422	%69.1	
Çekim sebebi	Belirsiz	400/422	%94.7	
Her gruptaki örnek sayısı (n)	10	243/473	%51.3	
Çekim sonrası saklama sıvısı	Distile su	162/473	%34.2	
Çekim sonrası saklama ısısı	Belirsiz	450/473	%95.1	
Çekim sonrası saklama süresi	Belirsiz	243/473	%98.7	
<b>Kaviteiler</b>				
Kavite formu	Sınıf V	258/473	%54.5	
Boyutları	U-şeklinde	241/258	%93.4	
	Yükseklik: 2mm	41/74	%55.4	
	Genişlik: 3mm	25/74	%33.7	
	Derinlik: 1.5 mm	22/74	%29.7	
Lokalizasyonu	Mine-sement sınırının altında	97/465	%20.8	
Bizotaj	Yok	445/473	%94	
<b>Restorasyon işlemleri</b>				
Restoratif Materyal	Hibrit kompozit	278/473	%58.7	
Dentin bonding ajanı	Evet	227/240	%94.5	
Kaide maddesi	Hayır	293/473	%61.9	
Doldurma tekniği	Tabakalama	172/473	%36.3	
Servikal matris kullanımı	Sınıf V yok	251/258	%97.2	
	Sınıf II yok	200/207	%96.6	
Yaşlandırma	Evet	411/473	%86.8	
Yapılmadıysa	Klinik kullanım	Yok	%100	
Yapıldıysa	Saklama ısısı	37°C	46/62	%74.1
	Saklama sıvısı	Su	43/62	%69.3
Yapıldıysa	Saklama süresi	Belirsiz	41/62	%66.1
	Siklus öncesi saklanma ortamı	Distile su	243/411	%59.1
	Siklus öncesi saklanma ısısı	37°C	391/411	%95.1
	Siklus öncesi saklanma süresi	24 saat	204/411	%49.6
	Siklus yapılan sıvı	Çeşme suyu	315/326	%96.6
<b>Termal Siklus</b>				
Siklus sayısı	250-500	179/326	%54.9	
	Banyo sayısı 2	322/326	%98.7	
	Banyoda kalma süresi (Dwell time)	30 s	270/326	%82.8
	Banyo ısısı	5°C-55°C	322/326	%98.7
<b>Mekanik Siklus</b>				
Siklus sayısı	100.000	42/85	%49.4	
	Kuvvet	44 N	40/85	%47
<b>Boya</b>				
Tipi	Bazık füksin	188/460	%40.8	
	Yoğunluk %2	133/460	%28.9	
	Kalma süresi 24 saat	409/460	%88.9	
	Belirsiz	457/460	%99.3	
pH	Yaşlandırma sonrası	398/411	%96.8	
Boyaya konma zamanı	Yaşlandırma sonrası	398/411	%96.8	
<b>Mikrosızıntı Değerlendirmesi</b>				
Değerlendirme metodu	2 boyutlu	389/402	%96.7	
Değerlendirme kriteri	Skorlama	371/402	%92.2	
Bölme	Evet	373/402	%92.7	
	Sayısı	1	190/373	%50.9
	Yönü	Yatay	257/373	%68.9
<b>İstatistik</b>	Nonparametrik	429/473	%90.6	

#### Kavite Tipi:

En sık olarak U şeklinde (%93.4) Sınıf V kavite-ler (%54.5) kullanılmıştı (Grafik 2). Kaviteilerin lokali-

zasyonu mine-sement sınırının altında (%20.8) ve mine kenarları bizotajsızdı (%94). Sınıf V kaviteilerin boyutları incelendiğinde, yüksekliğin 2 mm (%55.4), genişliği 3 mm (%33.7) ve derinliğin 1.5 mm (%29.7) olduğu saptandı.



**Grafik 1:** Deneysel grup başına tercih edilen diş adedi (%) (n=473)



**Grafik 2:** Çalışmalarda tercih edilen kavite tipleri (%) (n=473)

#### Restorasyon işlemleri:

Değerlendirmeye aldığımız tüm çalışmalar direkt restoratif işlemleri içermekteydi. En sık test edilen materyaller hibrit rezin kompozitler (%58.7) ve dentin bonding sistemlerdi (%94.5). Çalışmaların %62.9'unda kaide materyali kullanılmamıştı. Kaide materyallerinin sızıntıya etkisini inceleyen çalışmaların %17.7'sinde akışkan kıvamlı kompozitler (*flowable*) test edilmişti.

Işıklı polimerize olan materyallerde (435 grup; %91.9), toplam ışık uygulama süresi 60s'den fazla (%74.3) olarak uygulanmıştı. Test edilen tüm rezin kompozitler ışıkla sertleşen tipteydi ve sıklıkla tabakalama tekniği ile (%36.3) uygulanmıştı. Sınıf V (%54.5) ve Sınıf II kaviteilerde (%43.7) matris kullanılmamıştı.

#### Yaşlandırma:

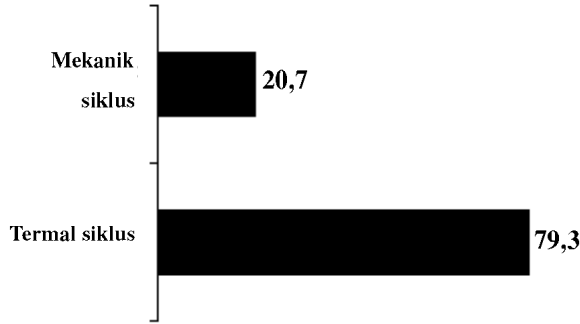
Grupların %86.8'inde bir yaşlandırma tekniği uygulanmıştı.

**Yaşlandırma yapılmayan gruplar (62)**

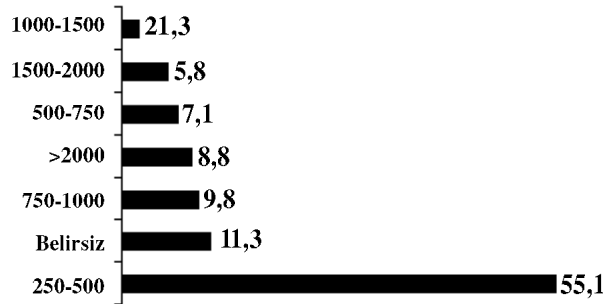
Grupların %13.2'sinde herhangi bir yaşlandırma yapılmamış ve restoratif işlemlerden sonra %25.9'u hemen boyaya atılırken; %74.1'inde dişler 37°C'de bir hafta (%17.7) saklandıktan sonra boyaya atılmıştı.

**Yaşlandırma yapılan gruplar (411)**

En sık tercih edilen yaşlandırma yöntemi termal siklus uygulamasıydı (%79.3) (Grafik 3). Siklus öncesi örnekler distile veya deiyonize suda saklandı (%59.1) ve ortam ısısı 37°C idi (%95.1). Yaşlandırma prosedürlerinden önce örnekler saklama ortamında 24 saat bekletilmişti (%49.6). Termal veya mekanik siklus uygulamaları çeşme suyunda gerçekleştirilmişti (%96.6). En sık tercih edilen siklus sayısı 250 ile 500 arasındaydı (%54.9)(Grafik 4). %98.7 oranında iki banyo solüsyonu ve 30 s'lik (%82.8) banyoda kalma süresi uygulanmıştı. Kullanılan banyoların minimum ve maksimum ısıları 5°C-55°C (%98.7) arasındaydı. Yaşlandırma yapılan çalışmaların sadece %20.7'sinde (85 grupta) mekanik siklus tercih edilmişti (Grafik 3). Mekanik siklus sayısı 200-100.000 arasındaydı (%49.4) ve restorasyonlara en sık 44N'luk bir kuvvet uygulanmıştı (%47).



**Grafik 3:** Uygulanan yaşlandırma tipleri (%) (n=411)



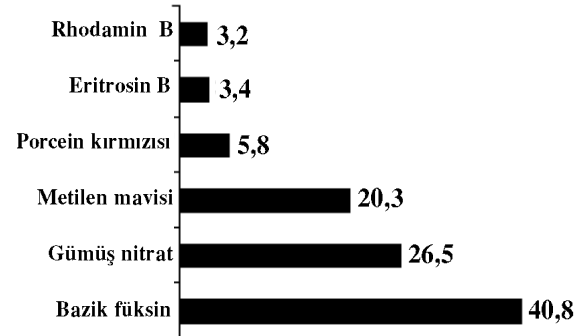
**Grafik 4:** Uygulanan termal siklus sayısı (%) (n=326)

**Boyalar:**

Gözden geçirilen çalışmaların %86.8'inde dişler termal ve/veya mekanik siklus sonrasında boya solüsyonlarına yerleştirilmişti. En sık tercih edilen boya solüsyonları bazik füksin (%40.8), gümüş nitrat (%26.5) ve metilen mavisi (%20) idi (Grafik 6). Banyoda kalma süresi bazik füksin için 24, gümüş nitrat için 2 ve metilen mavisi için 4 saat idi (Grafik 5). Çalışmaların %99.3'ünde boya solüsyonunun pH'ı belirtilmemişti. İki adet mikrosızıntı çalışmasında boyalar yerine radyoizotoplar kullanılmıştı (13 grupta).



**Grafik 5:** Dişlerin boyada kalma süresi (%) (n=460)



**Grafik 6:** Mikrosızıntı çalışmalarında tercih edilen boya tipleri (%) (n=460)

**Sızıntının Değerlendirilmesi.**

En sık tercih edilen yöntem, 2 boyutlu değerlendirme metodu idi (%96.7). 373 grupta (%92.7) restore edilen dişlerin bölünmesi ile sızıntı değerleri saptanmıştı. Grupların %50.9'unda tek bir bölme yapılmışken, iki veya üç bölmeye %9.1 ve %8 oranında rastlanmıştı. Grupların %68.9'unda bölme işlemi yatay yönde gerçekleştirilmişti. Verilerin değerlendirilmesinde sıklıkla non-parametrik istatistiksel analizler kullanılmıştı (%90.6).

Değerlendirmeye aldığımız 84 çalışmanın sade-

ce 31'inde (156 grup ve %32.9) restoratif materyallerin, teknik ve metodların tümünün belirli olduğunu gözledik. Gereç ve yöntem olarak birden fazla grubu birleştirmeye çalıştığımızda (kavite şekli-restoratif materyal-boya tipi gibi) genelde on beşten daha az sayıda grubu bir araya getirebildik. Restoratif materyal ve kullanılan gereç ve yöntemin çeşitliliği sebebiyle, bu meta-analizi yapmamız mümkün olamadı.

1997-2002 yılları arasında 11 uluslararası periyodikten tarama yaparak elde ettiğimiz direkt estetik restoratif materyallerle yapılmış 84 adet yayının, bu alandaki çalışmaların tümü olduğunu söylemek mümkün değildir. Buna karşın, yayınları belirleme yöntemimiz (Medline veri bankası) ile basılmış çalışmaların çoğuna ulaştığımızı düşünmekteyiz.

Değerlendirmeye alınan 84 adet çalışmada toplam 473 adet çalışma grubu mevcuttu. Bulgular bölümünde veriler, çalışmalara göre değil, gruplara göre ve yüzde (%) olarak aktarıldı. Bu şekilde değerlendirmemizin sebeplerinden biri, çalışma başına test edilen grup sayısının çok farklı olması (1'den 44'e) ve çalışmaların istatistiksel ağırlıklarını gözardı etmek istemememizdir. Ayrıca, çalışmaların farklı amaçlarını, gereç ve yöntemlerini de değerlendirmek istedik.

Çalışmaların ilk seçilme kriterleri belirlendiğinde, amacımız çalışmalar arasındaki farkları ortadan kaldırıp sadece direkt estetik restoratif materyallerin mikrosızıntısını değerlendirmektir. Kullanılan restoratif materyaller, metodlar ve teknikler, meta-analiz yöntemiyle karşılaştırılarak hangisinin sonuçları etkileyebileceği belirlenmeye çalışıldı. Tüm çalışmalar incelendiğinde, belirgin bir şekilde heterojen oldukları görüldü. Ayrıca, çalışmaların bazılarında restoratif materyaller ve kullanılan metodlar tam olarak belirtilmediğinden, iki veya üç benzer gereç ve yöntemli çalışmayı bir araya getirmeye çalıştığımızda çok küçük gruplar elde ettik ve meta-analiz yapmak için gerekli olan istatistiksel şartlar gerçekleştirilemedi<sup>16,22,23</sup>.

Bizim çalışmamızın benzerini, 1992-1998 yılları arasındaki mikrosızıntı çalışmalarını araştırarak uygulayan Raskin ve ark<sup>84</sup> da aynı nedenlerle meta-analiz yapamamışlardır. Farklı çalışmalardan elde edilen sonuçların değişkenliği sebebiyle, uygulama basamaklarının hangisinin mikrosızıntıyı önlemede en etkili olduğunu tesbit etmek mümkün olmadı.

*Grup başına örnek sayısı:* Çalışmaların %73.3'ünde grup başına örnek sayısı 10 veya daha azken, %11.2 oranında 20'den fazlaydı. Bu sınırlı sayıda örnekler, seçilecek istatistiksel metodu da sınırlamaktadır. Bu sebeple parametrik testlerden daha güçsüz olan nonparametrik testler kullanılabilir<sup>54</sup>.

*Kavite şekli:* Kavitenin şekli, mikrosızıntı sonuçlarına etki etmektedir. Yuvarlak şekilde Sınıf II restorasyonlar, dikdörtgen restorasyonlardan daha dar kenar aralıklarına sahiptir<sup>27</sup>. Ayrıca, U-şekilli Sınıf V kavitelemin mikrosızıntıyı azaltmada V-şekillilerden daha etkili oldukları bildirilmiştir<sup>47</sup>.

*Polimerizasyon süresi:* Işık uygulama şartları (ışık şiddeti, ışık uygulama süresi, tabaka kalınlığı) direkt kompozit restorasyonların başarısında çok etkilidir<sup>20,76,94</sup>. Buna karşın, bu özelliklerin tümü ancak birkaç çalışmada tarif edilmiştir.

*Yaşlandırma:* Klinik şartları taklit etmek amacıyla, *in vitro* restorasyonlara, termal ve/veya oklüzal kuvvetler uygulanmaktadır. En sık kullanılan yöntem termal siklus yöntemidir ve *in vitro* şartlardaki ısı değişimlerini taklit etmektedir. Yaşlandırma işlemlerinin sonuçları etkileyip etkilemediği birçok araştırmacı tarafından incelenmiş; fakat, sonuçlar birbiri ile uyumlu bulunmamıştır. Bir grup araştırmacı, termal siklus veya oklüzal kuvvetlerin restorasyonların mikrosızıntısını arttırdığını bildirirken<sup>26,81,102,32,114</sup>, Yap<sup>108</sup>, termal siklusun, restoratif materyalin iletkenliğine bağlı olduğunu ve ancak dentin-sement arayüzünde sızıntıyı arttırdığını bildirmiştir.

*Boyalarda:* Mikrosızıntı çalışmalarının büyük bir çoğunluğu diş-dolgu arayüzüne sızan boya miktarını incelemekle yapılmaktadır. Boyanın arayüze sızması, pH'ına ve molekül büyüklüğüne bağlıdır. Buna karşın, Youngson ve ark<sup>113</sup>, inceledikleri dört boya materyali arasında pH ayrımından başka bir farklılık saptamamışlardır. Boyanın penetrasyonu; yoğunluğuna, difüzyon katsayısına, dentinin kalınlığına ve difüzyon için uygun olan dentin yüzeyine de bağlıdır<sup>75</sup>. Bu boya ile sızıntının ölçülmesi, dentin tübüllerinin geçirgenliği sebebiyle normalden çok daha fazla oranda görülmektedir<sup>39</sup>. Charlton ve Moore<sup>13</sup>, iki farklı yöntemi karşılaştırdıkları çalışmalarında, radyoizotoplarla ultraviyole boyalardan daha fazla sızıntı elde etmişlerdir. Buna karşın, Tangsgoolwatana ve ark<sup>95</sup>, her iki yöntem arasında fark tespit etmemişlerdir.

**Değerlendirme metodu:** Mikrosızıntı her zaman restorasyon kenarları boyunca aynı şekilde ve derinlikte izlenmemektedir<sup>5</sup>. Üç boyutlu değerlendirme yapıldığında; geleneksel, tek yönde yatay, ortadan bölme veya birkaç kesit almadan daha fazla sızıntı saptanmaktadır<sup>38,45</sup>. Buna karşın üç boyutlu değerlendirme yapmak zordur, zaman alıcıdır ve uygulayan kişinin deneyimine bağlıdır<sup>51</sup>.

**Kesit alarak değerlendirme yapmak:** Sınıf V servikal restorasyonlarda, tek bir kesitle güvenilir bir şekilde dış-restorasyon arayüzündeki en derin boya penetrasyonunu görebilmek mümkün değildir. Üç kesit alınması ile *in vitro* mikrosızıntı çalışmaları daha güvenilir bir şekilde değerlendirilebilir<sup>25</sup>.

Değerlendirmeye alınan 84 çalışmanın metodlarındaki farklılıklar sebebiyle, başlangıçta hedeflediğimiz meta-analizi gerçekleştiremedik ve materyaller arasında bir karşılaştırma yapma olanağımız olmadı.

Restoratif materyallerin örtüleme kapasitesi, kullanılan materyale ve büyük ölçüde de uygulama şekline bağlıdır. Bu nedenle, farklı çalışmalardan elde edilen sonuçların birbirleri ile kıyaslanmasının yanlış, bir materyalin diğeri ile karşılaştırılmasının ise gerçekçi sonuçlar vermeyeceğini düşünmekteyiz. Ayrıca, mikrosızıntı değerlendirme testleri için bir standardın sağlanması gerekliliği bir kez daha görülmüştür.

#### KAYNAKLAR

1. Aguiar FH, Santos AJ, Groppo FC, Lovadino JR. Quantitative evaluation of marginal leakage of two resin composite restorations using two filling techniques. *Oper Dent* 27(5):475-9, 2002.
2. Alavi AA, Kianimanesh N. Microleakage of direct and indirect composite restorations with three dentin bonding agents. *Oper Dent* Jan-Feb;27(1):19-24, 2002.
3. Arweiler NB, Auschill TM, Reich E. Does pretreatment of cavities effectively promote good marginal adaptation of glass-ionomer cements? *J Adhes Dent* 2(4):289-95, 2000.
4. Bergenholtz G, Cox CF, Loesche WJ, Syed SA. Bacterial leakage around dental restorations: Its effect on the dental pulp. *J Oral Pathol* 11:439-450, 1982.
5. Brackett WW, Gilpatrick RO, Gunnin TD. Effect of finishing method on the microleakage of Class V resin composite restorations. *Am J Dent* 10(4): 189-91, 1997.
6. Brackett WW, Gunnin TD, Gilpatrick RO, Browning WD. Microleakage of Class V compomer and light-cured glass ionomer restorations. *J Prosthet Dent* 79(3):261-3, 1998.
7. Brackett WW, Haisch LD, Covey DA. Effect of plasma arc curing on the microleakage of Class V resin-based composite restorations. *Am J Dent* 13(3):121-2, 2000.
8. Bränström M, Vajinovic O. Response of the dental pulp to invasion of bacteria around three filling materials. *J Dent Child* 43: 15-21, 1976.
9. Campanella LC, Meiers JC. Microleakage of composites and compomers in Class V restorations. *Am J Dent* 12(4):185-9, 1999.
10. Cardoso PE, Placido E, Francci CE, Perdigao J. Microleakage of Class V resin-based composite restorations using five simplified adhesive systems. *Am J Dent* 12(6):291-4, 1999.
11. Cardoso PE, Placido E, Moura SK. Microleakage of four simplified adhesive systems under thermal and mechanical stresses. *Am J Dent* 15(3):164-8, 2002.
12. Ceballos L, Osorio R, Toledano M, Marshall GW. Microleakage of composite restorations after acid or Er:YAG laser cavity treatments. *Dent Mater* 17(4):340-6, 2001.
13. Charlton DG, Moore BK. In vitro evaluation of two microleakage detection tests. *J Dent* 20: 55-58, 1992.
14. Chersoni S, Lorenzi R, Ferrieri P, Prati C. Laboratory evaluation of compomers in Class V restorations. *Am J Dent* 10(3):147-51, 1997.
15. Chuang SF, Liu JK, Chao CC, Liao FP, Chen YH. Effects of flowable composite lining and operator experience on microleakage and internal voids in class II composite restorations. *J Prosthet Dent* 85(2):177-83, 2001.
16. Cohen PA. Meta-analysis: application to clinical dentistry and dental education. *J Dent Educ* 56: 172-175, 1992.
17. Coli P, Derhami K, Brannstrom M. In vitro marginal leakage around Class II resin composite restorations with glass-ceramic inserts. *Quintessence Int* 28(11):755-60, 1997.
18. Corona SA, Borsatto M, Dibb RG, Ramos RP, Brugnera A, Pecora JD. Microleakage of class V resin composite restorations after bur, air-abrasion or Er:YAG laser preparation. *Oper Dent* 26(5):491-7, 2001.
19. da Cunha Mello FS, Feilzer AJ, de Gee AJ, Davidson CL. Sealing ability of eight resin bonding systems in a Class II restoration after mechanical fatiguing. *Dent Mater* 13(6):372-6, 1997.
20. Davidson-Kaban SŞ, Davidson CL, Feilzer AJ, deGeeAJ, Erdilek N. The effect of curing light variations on bulk curing and wall to wall quality of two types and various shades of resin composites. *Dent Mater* 13: 344-352, 1997.
21. de Magalhaes CS, Serra MC, Rodrigues Junior AL. Volumetric microleakage assessment of glass-ionomer-resin composite hybrid materials. *Quintessence Int* 30(2):117-21, 1999.

22. Dersimonian R, Laird N. Meta-analysis in clinical trials. *Controlled Clinical Trials*, 7:177-188, 1986.
23. Dickersin K, Berlin JA. Meta-analysis: state-of-the science. *Epidemiologic Reviews* 14: 154-176, 1992.
24. Dietrich T, Kraemer M, Losche GM, Wernicke KD, Roulet JF. Influence of dentin conditioning and contamination on the marginal integrity of sandwich Class II restorations. *Oper Dent* 25(5):401-10, 2000.
25. Dietrich T, Kraemer M, Losche GM, Roulet J. Marginal integrity of large compomer Class II restorations with cervical margins in dentine. *J Dent* 28(6):399-405, 2000.
26. Doerr CL, Hilton TJ, Hermes CB. Effect of thermocycling on the microleakage of conventional and resin-modified glass ionomers. *Am J Dent* 9: 19-21, 1996.
27. Douvitsas G. Effect of cavity design on gap formation in class II composite resin restorations. *J Prosthet Dent* 65:475-479, 1991.
28. Erdilek N, Özata F, Sepetçioğlu F. Microleakage of glass ionomer cement composite resin and glass ionomer resin cement. *J Clin Pediatr Dent* 21(4): 311-4, 1997.
29. Erhardt MC, Magalhaes CS, Serra MC. The effect of rebonding on microleakage of class V aesthetic restorations. *Oper Dent* 27(4):396-402, 2002.
30. Estafan D, Pines MS, Erakin C, Fuerst PF. Microleakage of Class V restorations using two different compomer systems: an in vitro study. *J Clin Dent* 10(4):124-6, 1999.
31. Estafan D, Estafan A, Leinfelder KF. Cavity wall adaptation of resin-based composites lined with flowable composites. *Am J Dent* 13(4):192-4, 2000.
32. Ferrari M, Mannocci F, Vichi A, Davidson CL. Effect of two etching times on the sealing ability of Clearfil Liner Bond 2 in Class V restorations. *Am J Dent* 10(2):66-70, 1997.
33. Ferrari M, Vichi A, Mannocci F, Davidson CL. Sealing ability of two compomers« applied with and without phosphoric acid treatment for Class V restorations in vivo. *J Prosthet Dent* 79(2):131-5, 1998.
34. Friedl KH, Schmalz G, Hiller KA, Mortazavi F. Marginal adaptation of composite restorations versus hybrid ionomer/composite sandwich restorations. *Oper Dent* 22(1):21-9, 1997.
35. Fruits TJ, VanBrunt CL, Khajotia SS, Duncanson MG Jr. Effect of cyclical lateral forces on microleakage in cervical resin composite restorations. *Quintessence Int* 33(3):205-12, 2002.
36. Fu B, Hannig M. Effects of air abrasion and acid etching on the microleakage of preventive Class I resin restorations: an in vitro study. *J Esthet Dent* 11(3):143-8, 1999.
37. Gagliardi RM, Avelar RP. Evaluation of microleakage using different bonding agents. *Oper Dent* 27(6):582-6, 2002.
38. Gale MS, Darvell BW, Cheung GSP. Three-dimensional reconstruction of microleakage pattern using a sequential grinding technique. *J dent* 22: 370-375, 1994.
39. Gale MS, Darvell BW. Thermal cycling procedures for laboratory testing of dental restorations. *J Dent* 27: 89-99, 1999.
40. Gallo JR 3rd, Bates ML, Burgess JO. Microleakage and adaptation of Class II packable resin-based composites using incremental or bulk filling techniques. *Am J Dent* 13(4):205-8, 2000.
41. Goracci G, Mon G, Bazzuchi M. Marginal seal and biocompatibility of a fourth-generation bonding agent. *Dent Mater* 11:343-347, 1995.
42. Gordan VV, Vargas MA, Cobb DS, Denehy GE. Evaluation of acidic primers in microleakage of Class 5 composite resin restorations. *Oper Dent* 23(5):244-9, 1998.
43. Guzman-Ruiz S, Armstrong SR, Cobb DS, Vargas MA. Association between microtensile bond strength and leakage in the indirect resin composite/dentin adhesively bonded joint. *J Dent* 29(2):145-53, 2001.
44. Guzman-Armstrong S, Mitchell RJ. Surface coating and leakage of dentin-bonded resin composite restorations. *J Dent* 30(2-3):113-8, 2002.
45. Gwinnett JA, Tay FR, Pang KM, Wei SHY. Comparison of three methods of critical evaluation of microleakage along restorative interfaces. *J Prosthet Dent* 74: 575-585, 1995.
46. Hahn P, Schaller HG, Mullner U, Hellwig E. Marginal leakage in class II-restorations after use of ceramic-inserts luted with different materials. *J Oral Rehabil* 25(8):567-74, 1998.
47. Hakimeh S, Vaidyanathan J, Houpt ML, Vaidyanathan TK, Von Hagen S. Microleakage of compomer class V restorations: effect of load cycling, thermal cycling, and cavity shape differences. *J Prosthet Dent* 83(2):194-203, 2000.
48. Hannig M, Fu B. Effect of air abrasion and resin composite on microleakage of Class V restorations bonded with self-etching primers. *J Adhes Dent* 3(3):265-72, 2001.
49. Hersek N, Canay S, Akca K, Ciftci Y. Comparison of microleakage properties of three different filling materials. An autoradiographic study. *J Oral Rehabil* 29(12):1212-7, 2002.
50. Hilton TJ. Can modern restorative procedures and materials reliably seal cavities? In vitro investigations. *Proceedings of conference on critical reviews of restorative quandaries. Academy of Dental Materials, Brantford, Canada, October 1998, 21-71.*
51. Hilton TJ, Ferracane JL. Cavity preparation factors and microleakage of class II composite restorations filled at intraoral temperatures. *Am J Dent* 11: 123-130, 1998.
52. Hoelscher DC, Gregory WA, Linger JB, Pink FE. Effect of light source position and bevel placement on facial margin adaptation of resin-based composite restorations. *Am J Dent* 13(4):171-5, 2000.
53. Holan G, Eidelman E, Wright GZ. The effect of internal bevel on marginal leakage at the approximal surface of Class 2 composite restorations. *Oper Dent* 22(5):217-21, 1997.

54. Howell DC. Méthodes statistiques en sciences humaines. Bruxelles: De Boeck Université, Belgium 258, 1998.
55. Jain P, Belcher M. Microleakage of Class II resin-based composite restorations with flowable composite in the proximal box. *Am J Dent* 13(5):235-8, 2000.
56. Jang KT, Chung DH, Shin D, Garcia-Godoy F. Effect of eccentric load cycling on microleakage of Class V flowable and packable composite resin restorations. *Oper Dent* 26(6):603-8, 2001.
57. Kidd EA. Microleakage in relation to amalgam and composite restorations: A laboratory study. *Br Dent J* 141:305-310, 1976.
58. Kubo S, Yokota H, Sata Y, Hayashi Y. Microleakage of self-etching primers after thermal and flexural load cycling. *Am J Dent* 14(3):163-9, 2001.
59. Kubo S, Yokota H, Sata Y, Hayashi Y. The effect of flexural load cycling on the microleakage of cervical resin composites. *Oper Dent* 26(5):451-9, 2001.
60. Kuramoto M Jr, Matos AB, Matson E, Eduardo CP, Powers JM. Microleakage of resin-based composite restorations with ceramic inserts. *Am J Dent* 13(6):311-4, 2000.
61. Leevailoj C, Cochran MA, Matis BA, Moore BK, Platt JA. Microleakage of posterior packable resin composites with and without flowable liners. *Oper Dent* 26(3):302-7, 2001.
62. Li H, Burrow MF, Tyas MJ. Nanoleakage of cervical restorations of four dentin bonding systems. *J Adhes Dent* 2(1):57-65, 2000.
63. Liberman R, Ben-Amar A, Herteanu L, Judes H. Marginal seal of composite inlays using different polymerization techniques. *J Oral Rehabil* 24(1):26-9, 1997.
64. Loguercio AD, Alessandra R, Mazzocco KC, Dias AL, Busato AL, Singer Jda M, Rosa P. Microleakage in class II composite resin restorations: total bonding and open sandwich technique. *J Adhes Dent* 4(2):137-44, 2002.
65. Lopes GC, Franke M, Maia HP. Effect of finishing time and techniques on marginal sealing ability of two composite restorative materials. *J Prosthet Dent* 88(1):32-6, 2002.
66. Malmstrom HS, Schlueter M, Roach T, Moss ME. Effect of thickness of flowable resins on marginal leakage in class II composite restorations. *Oper Dent* 27(4):373-80, 2002.
67. Manhart J, Chen HY, Mehl A, Weber K, Hickel R. Marginal quality and microleakage of adhesive class V restorations. *J Dent* 29(2):123-30, 2001.
68. Morabito A, Defabianis P. The marginal seal of various restorative materials in primary molars. *J Clin Pediatr Dent* 22(1):51-4, 1997.
69. Neiva IF, de Andrada MA, Baratieri LN, Monteiro Junior S, Ritter AV. An in vitro study of the effect of restorative technique on marginal leakage in posterior composites. *Oper Dent* 23(6):282-9, 1998.
70. Neme AM, Maxson BB, Pink FE, Aksu MN. Microleakage of class II packable resin composites lined with flowables: an in vitro study. *Oper Dent* 27(6):600-5, 2002.
71. Olmez A, Oztas N, Bilici S. Microleakage of resin composite restorations with glass-ceramic inserts. *Quintessence Int* 29(11):725-9, 1998.
72. Opdam NJ, Roeters JJ, Kuijs R, Burgersdijk RC. Necessity of bevels for box only Class II composite restorations. *J Prosthet Dent* 80(3):274-9, 1998.
73. Opdam NJ, Roeters JJ, Burgersdijk RC. Microleakage of Class II box-type composite restorations. *Am J Dent* 11(4):160-4, 1998.
74. Owens BM, Halter TK, Brown DM. Microleakage of tooth-colored restorations with a beveled gingival margin. *Quintessence Int* 29(6):356-61, 1998.
75. Pashley DH, Matthews B. The effects of outward forces on vective flow on inward diffusion in human dentine in vitro. *Arch Oral Biol* 38: 577-582, 1993.
76. Peixoto RT, Poletto LT, Lanza MD, Buono VT. The influence of occlusal finish line configuration on microleakage of indirect composite inlays. *J Adhes Dent* 4(2):145-50, 2002.
77. Perdigão J, Lambrechts P, Van Meerbeek B, Braem M, Yildiz E, Yücel T. The interactions of adhesive systems with human dentin. *Am J Dent* 9:167-173, 1996.
78. Peutzfeldt A, Asmussen E. The effect of postcuring on quantity of remaining double bonds, mechanical properties, and in vitro wear of two resin composites. *J Dent* 28: 447-452, 2000.
79. Pilo R, Ben-Amar A. Comparison of microleakage for three one-bottle and three multiple-step dentin bonding agents. *J Prosthet Dent* 82(2):209-13, 1999.
80. Pioch T, Staehle HJ, Wurst M, Duschner H, Dorfer C. The nanoleakage phenomenon: influence of moist vs dry bonding. *J Adhes Dent* 4(1):23-30, 2002.
81. Prati C, Tao L, Simpson M, Pashley DH. Permeability and microleakage of class II resin composite restorations. *J Dent* 22: 49-56, 1994.
82. Prati C, Chersoni S, Cretti L, Mongiorgi R. Marginal morphology of Class V composite restorations. *Am J Dent* 10(5):231-6, 1997.
83. Ramos RP, Chinelatti MA, Chimello DT, Dibb RG. Assessing microleakage in resin composite restorations rebonded with a surface sealant and three low-viscosity resin systems. *Quintessence Int* 33(6):450-6, 2002.
84. Raskin A, D'Hoore W, Gonthier S, Degrange M, Déjou J. Reliability of in vitro microleakage tests: a literature review. *J Adhesive Dent* 3: 295-308, 2001.
85. Raskin A, Tassery H, D'Hoore W, Gonthier S, Vreven J, Degrange M, Déjou J. Influence of the number of sections on reliability of in vitro microleakage evaluations. *Am J Dent* (2003 baskıda).
86. Rosin M, Urban AD, Gartner C, Bernhardt O, Splieth C, Meyer G. Polymerization shrinkage-strain and microleakage in dentin-bordered cavities of chemically and light-cured restorative materials. *Dent Mater* 18(7):521-8, 2002.
87. Roulet JF. Marginal integrity: clinical significance. *J Dent* 22: S9-S12, 1994.



88. Santini A, Mitchell S. Effect of wet and dry bonding techniques on marginal leakage. *Am J Dent* 11(5):219-24, 1998.
89. Santini A, Mitchell S. Microleakage of composite restorations bonded with three new dentin bonding agents. *J Esthet Dent* 10(6):296-304, 1998.
90. Santini A. Microleakage of resin-based composite restorations using different solvent-based bonding agents and methods of drying acid-etched dentin. *Am J Dent* 12(4):194-200, 1999.
91. Santini A, Plasschaert AJ, Mitchell S. Effect of composite resin placement techniques on the microleakage of two self-etching dentin-bonding agents. *Am J Dent* 14(3):132-6, 2001.
92. Santini A, Plasschaert AJ, Mitchell S. Microleakage of tetric ceram/excite and Ariston pHc/Ariston liner. *Am J Dent* 14(5):309-13, 2001.
93. Setien VJ, Cobb DS, Denehy GE, Vargas MA. Cavity preparation devices: effect on microleakage of Class V resin-based composite restorations. *Am J Dent* 14(3):157-62, 2001.
94. Small BN. Effects of light intensity, time, and direction on gap formation of resin composite restorations. *Gen Dent* 47: 460-462, 1999.
95. Tangsgoolwatana J, Cochran MA, Moore BK, Li Y. Microleakage evaluation of bonded amalgam restorations: confocal microscopy versus radioisotope. *Quintessence Int* 28:467-477, 1997.
96. Toledano M, Osorio E, Osorio R, Garcia-Godoy F. Microleakage of Class V resin-modified glass ionomer and compomer restorations. *J Prosthet Dent* 81(5):610-5, 1999.
97. Tulunoęlu O, Uğtaşlı M, Alaçam A, Ömürlü H. Microleakage of light-cured resin and resin-modified glass-ionomer dentin bonding agents applied with co-cure vs pre-cure technique. *Oper Dent* 25(4):292-8, 2000.
98. Tung FF, Estafan D, Scherer W. Use of a compomer in Class V restoration: a microleakage study. *Quintessence Int* 31(9):668-72, 2000.
99. Uğtaşlı S, Shortall AC, Burke FJ. Effect of accelerated restorative techniques on the microleakage of Class II composites. *Am J Dent* 15(3):153-8, 2002.
100. Uno S, Finger WJ, Fritz UB. Effect of cavity design on microleakage of resin-modified glass ionomer restorations. *Am J Dent* 10(1):32-5, 1997.
101. Walshaw PR, McComb D. SEM evaluation of the resin-dentin interface with proprietary bonding agents in human subjects. *J Dent Res* 73:1079-1087, 1994.
102. Wendt SL, McInnes PM, Dickinson GL. The effect of thermocycling in microleakage analysis. *Dent Mater* 8:181-184, 1992.
103. Wibowo G, Stockton L. Microleakage of Class II composite restorations. *Am J Dent* 14(3):177-85, 2001.
104. Wilder AD Jr, Swift EJ Jr, May KN Jr, Thompson JY, McDougal RA. Effect of finishing technique on the microleakage and surface texture of resin-modified glass ionomer restorative materials. *J Dent* 28(5):367-73, 2000.
105. Yap AU, Mok BY, Pearson G. An in vitro microleakage study of the bonded-base restorative technique. *J Oral Rehabil* 24(3):230-6, 1997.
106. Yap AU, Mok BY. Reinforced glass-ionomer cements: the influence of conditioners on marginal leakage. *J Oral Rehabil* 24(6):477-8, 1997.
107. Yap AU. Effects of storage, thermal and load cycling on a new reinforced glass-ionomer cement. *J Oral Rehabil* 25(1):40-4, 1998.
108. Yap AU. Effects of storage, thermal and load cycling on a new reinforced glass-ionomer cement. *J Oral Rehabil* 25: 40-44, 1998.
109. Yap AU, Ho KS, Wong KM. Comparison of marginal sealing ability of new generation bonding systems. *J Oral Rehabil* 25(9):666-71, 1998.
110. Yap AU, Tan S, Teh TY. The effect of polishing systems on microleakage of tooth coloured restoratives: Part 1. Conventional and resin-modified glass-ionomer cements. *J Oral Rehabil* 27(2):117-23, 2000.
111. Yap AU, Wong ML, Lim AC. The effect of polishing systems on microleakage of tooth-coloured restoratives. Part 2: composite and polyacid-modified composite resins. *J Oral Rehabil* 27(3):205-10, 2000.
112. Yazici AR, Frentzen M, Dayangac B. In vitro analysis of the effects of acid or laser etching on microleakage around composite resin restorations. *J Dent* 29(5):355-61, 2001.
113. Youngson CC, Glyn Jones JC, Manogue M, Smith IS. In vitro dentinal penetration by tracers used in microleakage studies. *Int End J* 31: 90-99, 1998.
114. Youngson CC, Jones JC, Fox K, Smith IS, Wood DJ, Gale M. A fluid filtration and clearing technique to assess microleakage associated with three dentine bonding systems. *J Dent* 27(3):223-33, 1999.

**Yazışma adresi**

Doę. Dr. L. Şebnem Türkün  
Ege Üniversitesi Dişhekimliği Fakültesi  
Diş Hastalıkları ve Tedavisi Anabilim Dalı  
Konservatif Diş Tedavisi Bilim Dalı  
35100 Bornova-iZMİR  
Tel: 0 232 388 03 28  
Faks: 0 232 388 03 25  
e-mail: sebnemturkun@hotmail.com