

# FARKLI SAYIDA TERMAL SIKLUS UYGULAMASININ BİR KOMPOZİT REZİNİN MARJİNAL SIZINTISI ÜZERİNE ETKİSİ

## EFFECT OF THERMOCYCLING ON MARGINAL LEAKAGE OF A COMPOSITE RESIN

*Abdülkadir ŞENGÜN\**,

*Bora ÖZTÜRK†,*

*Mustafa ÜLKER‡,*

*Feridun DIŞÇIOĞLU§,*

*Füsun ÖZER<sup>II</sup>*

### ÖZET

**Amaç:** Bu çalışmanın amacı, sınıf V kavitelere bir kompozit rezinin kenar sızıntısı üzerine farklı sayıda termal siklus uygulamasının etkisini in vitro olarak değerlendirmektir.

**Gereç ve Yöntem:** Bu çalışmada 40 adet çekilmiş insan molar dişi kullanıldı. Standart sınıf V kaviteleler dişlerin bukkal ve lingual yüzeylerine oklüzal marjini minede ve servikal marjini ise dentinde olacak şekilde hazırlandı. Dişler total-etch (Optibond Solo Plus, Kerr, Calif. A.B.D.) bir adeziv sistem ve hibrit bir kompozitle (Point 4, Kerr, Calif. A.B.D.) restore edildi. Örnekler rastgele 4 gruba ayrıldı (n=20) ve elektronik bir termal siklus cihazında (Nova, Konya, Türkiye) farklı sayıda termal siklusa maruz bırakıldı. Kontrol; termal siklus yok, Grup 1; 1000 termal siklus, Grup 2; 5000 termal siklus, Grup 3; 10000 termal siklus (5 °C, oda ısısı ve 55 °C; bekleme süresi 30 s). Termal siklus uygulandıktan sonra örnekler % 0.5 bazik fuksin solüsyonu içinde 24 saat 37 °C'de bekletildi. Her bir diş bukkal lingual yönde kesildi ve boya penetrasyonu x20 büyütmede stereomikroskop altında skorlandı.

**Bulgular:** Sonuçlar, 10000 termal siklus uygulamasının diğer termal siklus uygulamalarından mikrosızıntıyı daha fazla arttırdığını gösterdi (p<0.05). Hiçbir grupta mine marjinlerinde sızıntı görülmezsizin dentin marjinlerinde her zaman sızıntı olduğu bulundu.

**Sonuç:** Yüksek sayıda uygulanan termal siklusun dentin marjinlerinde mikrosızıntının artmasına yol açtığı söylenebilir.

**Anahtar kelimeler:** Termal siklus, mikrosızıntı, kompozit rezin

### SUMMARY

**Objective:** The aim of the present study was to evaluate in vitro the effect of different number of thermocycles on the marginal leakage of a composite resin restoration in Class V cavities.

**Material and Method:** In this study, 40 extracted human molar teeth were used. Standard Class V cavities with the occlusal margin in enamel and cervical margin in dentin were prepared to the vestibule and lingual surfaces of the teeth. The teeth were restored by a total-etch adhesive (Optibond Solo Plus, Kerr, Calif. USA) and a hybrid composite (Point 4, Kerr, Calif. USA). The specimens were randomly divided into four groups (n=20) and subjected to thermocycles by an electronic thermocycler (Nova, Konya, Turkey) as follows: Control; No thermocycle, Group 1; 1000 thermocycles, Group 2; 5000 thermocycles, Group 3; 10000 thermocycles (5 °C, room temperature and 55 °C; dwell time of 30 s). After thermal cycles, the specimens were immersed in 0.5% basic fuchsin dye at 37 °C for 24 hours. Each tooth was sectioned buccal-lingually and dye penetration was observed under a stereomicroscope (x20 magnification).

**Results:** The results showed that 10000 thermocycle group showed significantly higher microleakage than the other thermocycle groups (p<0.05). In all groups, enamel margins were much more perfectly sealed without causing marginal leakage as compared to dentin margins.

**Conclusion:** The extreme thermocycle in high numbers caused an increase in the degree of microleakage at dentinal margins.

**Key words:** Thermocycle, microleakage, composite resin

**Makale Gönderiliş Tarihi :** 31.01.2005

**Yayma Kabul Tarihi:** 04.04.2005

*Bu Araştırma IX. Konservatif Diş Tedavisi Bilim Dalları Toplantısında sunulmuştur (6-9 Mayıs 2004, Samsun, TÜRKİYE)*

\* Selçuk Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Diş hastalıkları ve Tedavisi A.D. Doç. Dr.

† Selçuk Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Diş hastalıkları ve Tedavisi A.D. Yrd. Doç. Dr.

‡ Selçuk Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Diş hastalıkları ve Tedavisi A.D. Araş. Gör. Dt.

§ Selçuk Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Diş hastalıkları ve Tedavisi A.D. Dt.

II Selçuk Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Diş hastalıkları ve Tedavisi A.D. Prof. Dr.

## GİRİŞ

Adeziv restorasyonların kabul edilebilir bir süre için retansiyonu artık klinik bir problem olmaktan çıkmasına rağmen, restorasyonların servikal marjinlerinin sızdırmaz şekilde daimi olarak kapatılmasındaki zorluklar restorasyonların klinik ömrünü kısaltan temel faktörlerden biridir<sup>25,26</sup>. Polimerizasyon büzülmesinin diş/restorasyon arayüzünde oluşturduğu stresler sonucu restoratif materyalin adaptasyonu bozulabilir ve oluşan marjinal boşluklardan, bakteri ve oral sıvılar girip; marjinal renklenme, sekonder çürük, hassasiyet ve hatta pulpa dokusunda enflamatuvar değişikliklere yol açabilir<sup>5</sup>. Polimerizasyon büzülmesinin başlangıçtaki etkileri kontrol altına alınabilse bile daha sonraki evrelerde kimyasal, mekanik ve termal stresler yüzünden restorasyonlarda adaptasyon sorunları oluşabilir<sup>11,29</sup>.

Dental restoratif materyaller ağız ortamındaki ısı ve pH değişikliklerine sürekli olarak maruz kalmaktadır<sup>10,14</sup>. Yemek, içmek ve nefes almak ağız içi ısı değişikliklerine sebep olur. Örneğin buzlu bir suyun ısısı 0 °C ye yakınken, sıcak bir çay yada çorbanın ısısı 60 °C ye ulaşabilir. Ancak yeme ve içme kişiden kişiye oldukça farklılık gösteren alışkanlıklardır ve ağızın her bölgesinde eşit sıcaklık değişimine sebep olması beklenemez<sup>5</sup>. Nefes alındığı sırada havanın sıcaklığı, nemi ve hızı ağız ısısında radikal değişikliklere neden olabilir<sup>4</sup>. Ağızdan nefes alınmadığında ve termal bir yüklem yapılmadığında ağız içi sıcaklık 35.2 (±2.1) °C yani ortalama 35 °C olarak ölçülmüştür<sup>23</sup>.

Termal streslerin neden olduğu büzülme ve genişmeler sonucu restorasyonlarda marjinal boşluk ve mikrosızıntının artması, restoratif materyal ile doğal diş dokularının termal genişleme katsayılarının farklı olmasından kaynaklanmaktadır<sup>27</sup>. Kompozitlerin termal genişleme katsayısı (25-60 ppm °C<sup>-1</sup>) mine (11.4 ppm °C<sup>-1</sup>) ve dentininkinden (8 ppm °C<sup>-1</sup>) çok daha fazladır<sup>17</sup>. Restorasyonların ömürleri boyunca maruz kaldıkları ısı değişikliklerini taklit edebilmek için onları in vitro şartlarda termal sıklıya maruz bırakmak ve/veya mekanik yüklemeler yapmak sıklıkla başvurulan metotlardır<sup>19,2</sup>. Restorasyonların termal siklusu için 4 °C ila 60 °C derece arasında değişen sıcaklıkların kullanılmasını öneren farklı metotlar kullanılmıştır. Ancak termal siklus sayısı ve daldırma zamanı konusunda literatürde farklı veriler ile karşılaşmaktadır<sup>13,28</sup>.

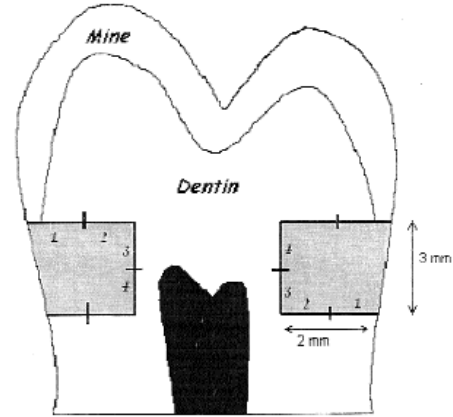
Bu çalışmanın amacı, bir kompozit rezinin kenar sızıntısı üzerine farklı sayıda termal siklus uygulamasının etkisini V. sınıf kavite lerde *in vitro* olarak değerlendirmektir.

## GEREÇ VE YÖNTEM

Kısa süre önce çekilmiş, fizyolojik serum içerisinde saklanan insan molar dişleri gözle incelendi. Çürük, aşın-

mış, kırık ve çatlak mineli dişler ayıklandı. Dişler periodontal küret ile doku artıklarından ve diş taşlarından arındırıldıktan sonra pomza ve su ile polisajlandı.

Dişlerin bukkal ve lingual yüzeylerine oklüzal marjini minede ve servikal marjini ise dentinde, mine-sement birleşimini ortalamak, silindir elmas frezler (#1093, KG Sorensen LTDA) ile yüksek devirde ve bol su soğutması altında standart V. sınıf kavite ler hazırlandı. Kavite lerin yaklaşık olarak mezio-distal genişliği 5mm, okluzo-ginival genişliği 3mm ve derinliği 2 mm idi (Şekil 1).



Şekil 1. V. Sınıf rezin kompozit restorasyonların mikrosızıntısı değerlendirilken kullanılan skorlamanın şematik gösterimi

Tüm örnekler total-etch (Optibond Solo Plus, Kerr, Calif. AB.D.) bir adeziv ve hibrit bir kompozitle (Point 4, Kerr, Calif. A.B.D.) restore edildi (Tablo 1). Kavite ler %34'lik fosforik asit ile 15 sn asitlendi, 15 sn yıkandı ve hava spreyi ile hafifçe kurutuldu. Optibond Solo Plus dentin bonding ajanı tüm kavite yüzeylerine 15 sn süresince uygulandı, hava ile inceltildi ve 20 sn LED (Light-emitting diodes) ışık kaynağı ile polimerize edildi. Daha sonra kompozit rezin kavite ye kütsel olarak yerleştirildi ve 40 sn LED ışık kaynağı ile sertleştirildi. Arkansas taşı ve polisaj lastikleri ile bitirme ve polisaj işlemleri tamamlandı. Kırk adet diş her birinde 10 diş olacak şekilde 4 gruba rasgele dağıtıldı. Her bir dişin hem bukkal hem de lingual yüzeyine restorasyon yapıldığı için her bir grupta 20 adet restorasyon değerlendirilmiş oldu.

Tablo 1. Restorasyon işlemlerinde kullanılan adeziv sistem ve rezin kompozit

Adeziv Sistem	Adeziv İçeriği	Asit	Restoratif Mat.	Uretici Firma
Optibond Solo Plus Tek Şişe (İki Basamaklı)	HEMA, Bis GMA, GDM, TS	34% acid	Point 4 (Microhibrit kompozit)	SDS KERR Glendora Calif. A.B.D.
Total etch sistem	530, OX Barium borosilicate hexafluorasilicate Ethanol		-Ağırlıkça %76 Hacimce %57 İnorganik dondurucu -0.4 µ ortalama partikül büyüklüğü	

### Termal siklus işlemleri

Her gruba ait örnekler bir elektronik termal siklus aleti (Nova, Konya, Türkiye) ile farklı sayıda termal siklusa maruz bırakıldı (5-55 °C (±2°C), 30 sn. uygulama zamanı)

Kontrol grubuna termal siklus uygulanmadı

I. Gruba; 1000

II. Gruba; 5000

III. Gruba; 10000 termal siklus uygulandı.

Termal siklus sırasında örnekler sırası ile 5°C, oda ısısı ve 55°C deki su banyolarında 30'ar sn bekleyecek şekilde cihaz ayarlandı. Termal siklus uygulandıktan sonra, mikrosızıntı analizi için dişlerin kök uçları yapışkan bir mum ile kapatıldı. Restorasyonlar ve etrafındaki 1 mm lik alan hariç diğer bölgeler iki kat tırnak cilası ile örtüldü. Örnekler 37 °C 24 saat süre ile % 0.5 lik bazik fuksin de bekletildi. Boyama işleminden sonra mikrosızıntının değerlendirilmesi için dişler önce mesio-distal yönde daha sonra restorasyonların tam ortasından uzunlamasına buko-lingual yönde ikiye ayrıldı. Örneklerin mikrosızıntı değerleri stereomikroskop (SZ 40, Olympus, Tokyo, Japonya) kullanılarak (x20 büyütme) 1 den 4'e kadar skorlandı (Şekil 1). Mikrosızıntı skorları, mine ve dentin marjrinde ayrı ayrı saptandı.

Boya penetrasyon dereceleri aşağıdaki kriterlere göre skorlandı:

0=Hiç boya sızıntısı yok

1= Gingival/pulpal mesafenin yarısından az sızıntı.

2= Gingival/pulpal mesafenin yarısından fazla sızıntı.

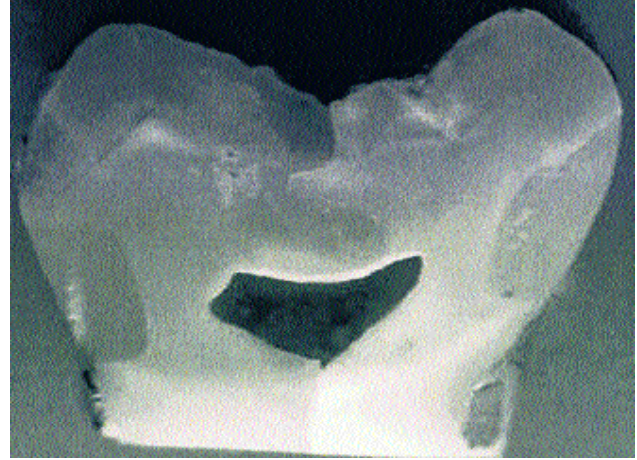
3=Gingival duvarları aşmış aksiyal duvara ulaşmış sızıntı.

4=Gingival duvarı aşmış aksiyal duvarın yarısını geçmiş sızıntı.

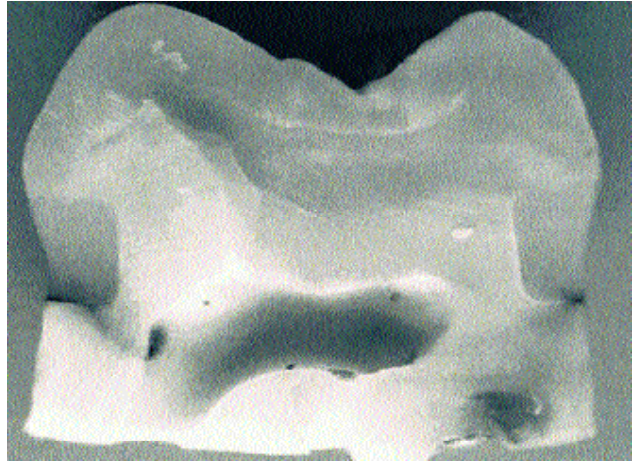
Mine ve dentin marjrinde ayrı ayrı olmak üzere farklı sayıda termal siklus uygulamasının sebep olduğu sızıntı skorlarının ortanca değerleri Kruskal-Wallis one way ANOVA ve Mann-Withney-U testleri ile karşılaştırıldı. Aynı diş örneği üzerinde minede ve dentinde sonlanan kavitelereki gingival ve okluzal bölgedeki sızıntı skorlarının ikili karşılaştırmaları Wilcoxon Signed Ranks testleri ile gerçekleştirildi. İstatistiksel değerlendirmelerde % 95'lik güven aralığı kullanıldı.

### BULGULAR

Restorasyonların mine ve dentin marjrindeki mikrosızıntı skorları Tablo II'de, median ve çeyrek sapma de-



Resim 1. Termal siklus uygulanmamış guptan sızıntı gözlenmeyen örnek.



Resim 2. 1000 termal siklus uygulanan guptan sızıntı örneği.

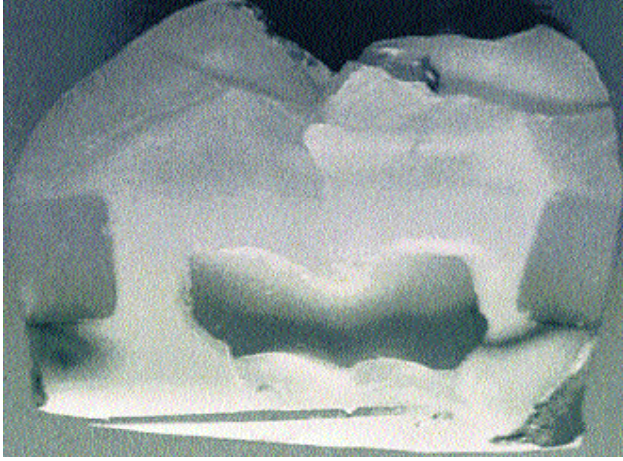
ğerleri Tablo III'de verilmiştir. On bin termal siklus uygulaması (Resim 4) diğer termal siklus uygulamalarından (Resim 2 ve Resim 3) ve kontrol grubundan (Resim 1) daha fazla mikrosızıntıya yol açtı (P<0.05). Farklı sayıda termal siklus uygulanan (kontrol, 1000, 5000 termal siklus) (Sırasıyla Resim 1,2,3) diğer gruplar arasındaki fark anlamsız bulundu (P>0.05). Wilcoxon Signed Ranks testinin sonuçlarına göre bütün gruplarda mine marjrindeki mikro sızıntı değerleri dentin marjrinlerinden daha düşüktü (P<0.05).

Tablo 2. Restorasyonların mine ve dentin marjrinindeki mikrosızıntı skorlarının dağılımı.

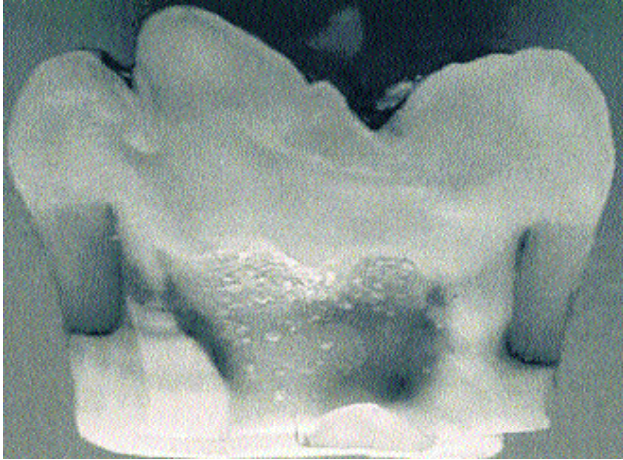
Kavite Kenarları	Mine Marjini					Dentin Marjini				
	Termal Siklus Uygulamaları	0	1	2	3	4	0	1	2	3
Termal siklus yok	29	11	0	0	0	13	11	15	1	0
1000 termal siklus	35	5	0	0	0	7	17	16	0	0
5000 termal siklus	35	4	1	0	0	3	14	23	0	0
10000 termal siklus	34	4	2	0	0	5	0	22	7	6

**Tablo 3.** Termal siklus uygulamalarının mine ve dentin marjinlerindeki mikrosızıntıların ortanca (O), ve çeyrek sapma (ÇS) değerleri.

Termal Siklus Uygulamaları	Mine Marjini			Dentin Marjini		
	O	±	ÇS	O	±	ÇS
Termal siklus yok	0	±	0	1	±	1
1000 termal siklus	0	±	0	1	±	0.5
5000 termal siklus	0	±	0	1	±	0.5
10000 termal siklus	0	±	0	1	±	0.5



**Resim 3.** 5000 termal siklus uygulanmış gruptan sızıntı örneği



**Resim 4.** 10000 termal siklus uygulanmış gruptan sızıntı örneği

## TARTIŞMA

Bu çalışmada termal siklusun mikrosızıntı üzerindeki etkisi V. sınıf kavitelere incelendi. V. Sınıf kavite için seçilme nedeni yüksek C-faktör dizaynına (bağlı 'flow-inaktif' yüzeylerin, serbest 'flow-aktif' yüzeylere oranı yüksek kavite) sahip olmasıdır<sup>8</sup>. Posterior kompozit preparasyonlarında önerilen geleneksel mine marjini dizaynı ile uyumluluk göstermesi için mine marjinleri keskin şekilde bitirildi<sup>18</sup>. Restorasyon işlemlerinde V. sınıf kavitelere kul-

lanım endikasyonu olan bir adeziv rezin ve kompozit materyal uygulandı. Marjinal sızıntının incelenmesinde kullanımı kolay, güvenilir ve literatürde sıkça başvurulan bir metot olan organik boya (% 0.5 bazik fuksin) metodu kullanıldı<sup>1</sup>.

Bir restoratif materyalin klinik etkinliğinin değerlendirilmesinde altın standart, kontrollü klinik deneylerdir. Ancak uzun dönem klinik çalışmalar mali yönden artı yükler getirebilmekte ve gereksinim duyulan bilgiyi elde etmek uzun zaman almaktadır. Bu yüzden *in vivo* şartları taklit edebilen *in vitro* metodolojilerin geliştirilmesine ihtiyaç vardır. Dental materyallerin değerlendirilmesi için yapılan laboratuvar çalışmalarında termal siklusun kullanılması da *in vivo* şartları taklit etmede elverişli bir metot<sup>2,12,19</sup>.

Termal siklus, dişhekimliği araştırmalarında özellikle de adeziv materyalin performansının incelendiği çalışmalarda sıklıkla kullanılmaktadır<sup>6,12</sup>. Restorasyonları, ağız içi sıcaklık değişimleri ile uyumlu olarak, uç sıcaklıklara maruz bırakmak diş/restorasyon arayüzündeki adeziv bağlanıtında termal stresler oluşturmaktadır<sup>12</sup>. Laboratuvar termal siklus uygulamaları ile; restorasyonla diş dokusu arasındaki termal genişleme katsayısı farklılığı sonucu zamanla ağızda ortaya çıkabilecek problemlere ışık tutulmaktadır.

Ancak literatürde termal siklus metodolojisine bir standart getirilmemiştir. Uygulanan banyonun sıcaklığı, tipi, daldırma zamanı ve banyolar arası transfer zamanında farklılıklar görülmektedir<sup>19</sup>. Bu yüzden farklı laboratuvar çalışmalarının sonuçlarını karşılaştırmak zorlaşmaktadır. Bu nedenle bu çalışmada banyo sıcaklığı 5-55 °C ( $\pm 2^\circ\text{C}$ ) ve uygulama zamanı 30 saniye olarak standardize edilmiş elektronik bir termal siklus cihazı (Nova, Konya, Türkiye) kullanarak termal siklusun mikrosızıntı üzerindeki etkinliği değerlendirildi. Kompozit rezinler düşük termal iletkenliğe sahip olduğu için 30 saniyenin altındaki uygulama zamanları sıcaklığın restorasyon boyunca iletimi için yeterli olmayabilir ve adeziv bağlanıtında yorgunluğa ve mikrosızıntıda artışa neden olamayabilir<sup>22</sup>. Ancak Crim ve arkadaşları<sup>7</sup> iki ayrı uygulama zamanı ile (4sn ve 30 sn) termal siklusun mikrosızıntı üzerindeki etkinliğini karşılaştırmışlar ve fark bulamamışlardır. Buna karşın Schuckar ve Geurtsen<sup>21</sup> 30 saniye uygulama zamanının mikrosızıntıda önemli derecede artışa neden olduğunu göstermiştir.

Bu çalışmanın sonuçları göstermiştir ki, mikrosızıntının artmasına neden olan en önemli faktör termal siklus sayısının artmasıdır. Onbin termal siklus uygulanan gruptaki örneklerin mikrosızıntı skorlarında artış gözlenirken

diğer gruplar arasında herhangi bir farklılığa rastlanmamıştır. Düşük sayıda yapılan termal siklus uygulamalarının mikrosızıntıyı etkilemediğini gösteren veriler literatürde mevcuttur. Bedran-de-Castro ve arkadaşları<sup>3</sup> 2000 termal siklus uygulamışlar ve bu sayıdaki uygulamanın mikrosızıntı artışına neden olmadığını rapor etmişlerdir. Ancak bulgularımıza zıt olarak düşük sayıdaki termal siklus uygulamalarının bile mikrosızıntıda artışa neden olduğunu bildiren çalışmalar da vardır<sup>11,16</sup>. Bu farklılık kullanılan restoratif materyalin özelliğine bağlı olabilir. Wahab ve arkadaşları<sup>29</sup> yaptıkları bir çalışmada 500 adet (5-55 °C) termal siklus uygulamanın mikrosızıntıyı önemli derecede arttırdığını rapor etmişlerdir. Bizim bulgularımıza göre mikrosızıntının belirgin oranda artmasına ancak 10.000 siklusa ulaşılmıştır.

Bu çalışmadaki termal siklus gruplarının hiçbirinde mine marjinlerindeki mikrosızıntı değerlerinde bir değişiklik izlenmemiş ve dentin marjinlerindeki sızıntının mine marjinlerindeki sızıntıdan daha düşük olduğunu bildiren çalışmaların sonuçları ile uyumlu bulunmuştur<sup>19,24</sup>. Bu sonuçlar restorasyonların mümkün olduğunca minede sonlandırılması gerekliliğini bir kez daha ispat etmiş oldu. Dentinin kompleks yapısı restoratif materyallerin bağlantısında ciddi bir problemdir<sup>20</sup>. Ayrıca dentin ve kompozit arasındaki termal genleşme katsayı farkı, mine ve kompozit arasındaki termal genleşme katsayı farkından daha büyüktür<sup>17</sup>. Bu farklılık, dentin marjinlerinde mikrosızıntı artışını etkileyen diğer bir faktör olabilir.

## SONUÇ

Bu *in vitro* çalışma göstermiştir ki, ancak yüksek sayıda termal siklus uygulamaları V. sınıf restorasyonların mikrosızıntısında belirgin bir artışa neden olabilir. Bu çalışmada kullanılan elektronik termal siklus cihazı ile sınırsız sayıda ve çok değişik ısı ve tiplerde siklus uygulanabilmesi sayesinde restoratif materyallerin klinik ömürlerini tahmin etmek ve materyal seçmek mümkün olabilir.

## KAYNAKLAR

- Alani AH, Toh CG. Detection of microleakage around dental restorations: a review. *Oper Dent* 22:173-185, 1997.
- Barclay CW, Boyle EL, Williams R, Marquis PM. The effect of thermocycling on five adhesive luting cements. *J Oral Rehabil* 29:546-552, 2002.
- Bedran-de-Castro AK, Cardoso PE, Ambrosano GM, Pimenta LA. Thermal and mechanical load cycling on microleakage and shear bond strength to dentin. *Oper Dent* 29:42-48, 2004.
- Boehm RE. Thermal environment of teeth during open-mouth respiration. *J Dent Res* 51:75-78, 1972.
- Browne RM, Tobias RS. Microbial microleakage and pulpal inflammation: a review. *Endod Dent Traumatol*: 2:177-183, 1986.
- Cooley R, Barkmeier WW. Dentinal shear bond strength, microleakage and contraction gap of visible-light polymerized liners/bases. *Quintessence Int* 22:467-474, 1991.
- Crim GA, Swartz ML, Phillips RW. Comparison of four thermocycling techniques. *J Prosthet Dent* 53:50-53, 1985.
- Feilzer AJ, De Gee AJ, Davidson CL. Setting stress in composite resin relation to configuration of the restoration. *J Dent Res* 66:1636-1639, 1987.
- Gale MS, Darvell BW. Thermocycling procedures for laboratory testing of dental restorations. *J Dent* 27:89-99, 1999.
- Geis-Gerstorfer J. In vitro corrosion measurements of dental alloys. *J Dent* 22:247-251, 1994.
- Hakimeh S, Vaidyanathan J, Houpt ML, Vaidyanathan TK, Von Hagen S. Microleakage of compomer Class V restorations. Effect of load cycling. *J Prosthet Dent* 83:194-203, 2000.
- Helvatjoglou-Antoniades M, Theodoridou-Pahini S, Papadogiannis Y, Karezis A. Microleakage of bonded amalgam restorations: effect of thermocycling. *Oper Dent* 25:316-323, 2000.
- 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* 26:603-608, 2001.
- Joyston-Bechal A, Kidd E, Joyston-Bechal S. Essentials of dental caries: the disease and its management. Oxford University Press. Oxford. 1998.
- Longman CM, Pearson GJ. Variations in tooth surface temperature in the oral cavity during fluid intake. *Biomaterials* 8:411-414, 1987.
- Manhart J, Chen HY, Mehl A, Weber K, Hickel R. Marginal quality and microleakage of Class V restorations. *J Dent* 29:123-130, 2001.
- McCabe JF, Walls AW. Properties used to characterize materials. *Applied Dental materials*. Oxford: Blackwell Science. Oxford. 1998.
- Meiers JC, Kazemi R, Meiers CD. Microleakage of packable composite resins. *Oper Dent* 26:121-126, 2001.
- Ömez A, Öztas N, Bilici S. Microleakage of resin composite restorations with glass-ceramic inserts. *Quintessence Int*. 29:725-729, 1998.
- Pashley EL, Tao L, Matthews WG, Pashley DH. Bond strengths of superficial, intermediate and deep dentin in vivo with four dentin bonding systems. *Dent Mater* 9:19-22, 1993.
- Schuckar M, Geurtsen W. Proximo-cervical adaptation of class II composite restorations after thermocycling: a quantitative and qualitative study. *J Oral Rehabil* 24:766-775, 1997.
- Shortall AC. Microleakage, marginal adaptation and composite resin restorations. *Br Dent J* 153:223-227, 1982.
- Spierings TA, Peters MC, Bosman F, Plasschaert M. Verification of theoretical modeling of heat transmission in teeth by in vivo experiments. *J Dent Res* 66:1336-1339, 1987.
- Tung FF, Estafan D, Scherer W. Microleakage of condensable resin composite: an in vitro investigation. *Quintessence Int*. 31:430-434, 2000.
- Van Meerbeek B, Vargas S, Inoue S, Yoshida Y, Peumans M, Lambrechts P, Vanherle G. Adhesives and cements to promote preservation dentistry. *Oper Dent supplement* 6:119-144, 2001.

26. Van Meerbeek B, De Munck J, Yoshida Y, Inoue S, Vargas M, Vijay P, Van Landuyt K, Lambrechts P, Vanherle G. Adhesion to enamel and dentin: current status and future challenges Oper Dent 28:215-235, 2003.
27. Verslius A, Douglas WH, Sakaguchi RL. Thermal expansion coefficient of dental composites measured with strain gauges. Dent Mater 12:290-294, 1996.
28. Von Fraunhofer JA, Adachi EI, Barnes DM, Romberg E. The effect of tooth preparation on microleakage behavior. Oper Dent 25:526-533, 2000.
29. Wähab FK, Shaini FJ, Morgano SM. The effect of thermocycling on microleakage of several commercially available composite Class V restorations in vitro. J Prosthet Dent 90:168-174, 2003.

**Yazışma adresi**

Doç. Dr. Abdulkadir ŞENGÜN  
Selçuk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi  
Diş Hastalıkları ve Tedavisi Anabilim Dalı  
42075 Kampüs/KONYA  
Tel:0-332-2231245  
Fax:0-332-2410062  
E-posta: asengun@selcuk.edu.tr veya  
abdulkadirsengun@yahoo.com