

## FARKLI RESTORATİF MATERYALLERDE TERMAL İLETKENLİK

### THERMAL CONDUCTİVİTY OF DİFFERENT RESTORATİVE MATERİALS

<sup>1</sup>\*Çağatay BARUTÇUGIL, <sup>2</sup>Muhammet YALÇIN, <sup>2</sup>Hacer TURGUT, <sup>2</sup>Hakan KAMALAK,  
<sup>2</sup>Burak DAYI

<sup>1</sup>Akdeniz Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Restoratif Diş Tedavisi AD, Antalya  
<sup>2</sup>İnönü Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Restoratif Diş Tedavisi AD, Malatya

#### Özet

Bu çalışmanın amacı farklı restoratif materyallerin ısı iletim özelliklerinin incelenmesidir. polimerizasyon büzülmesi azaltılmış farklı kimyasal yapıya sahip rezin kompozitler ile geleneksel metakrilat içerikli rezin kompozit materyaller kullanıldı. Bu materyaller, üretici talimatlarına göre hazırlanarak standart kalıplara uygulandı. Materyallerin iletkenliği tespit etmek için Quantum Design-9T Fiziksel Özellikler Ölçüm Sisteminin (PPMS), USA termal iletkenlik aparatı kullanılmıştır. Isı iletiminde bazı materyaller arasında önemli farklılıklar bulundu ( $p < 0.05$ ). Universal Trimodal Nano Hibrit Kompozit Kerr materyali en az iletkenliğe sahipken Düşük polimerizasyon büzülmesi posterior restoratif materyal 3M ESPE yüksek iletkenliğe sahip materyal olarak tespit edilmiştir. Bu çalışma, polimerizasyon büzülmesi azaltılmış iki farklı kimyasal yapıya sahip rezin kompozit ile bir geleneksel metakrilat içerikli rezin kompozitin sertleşme reaksiyonları sırasında oluşturdıkları termal artışı değerlendirmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Kompozit, Isı artışı, sertleşme reaksiyonu

#### Abstract

The aim of this study was to examine the thermal conductivity of different restorative materials. Reduced polymerization shrinkage of resin composites with different chemical structures and containing conventional methacrylate resin composite material used. This materials were prepared in accordance to the manufacturer's instructions and applied to standard moulds. To determine the conductivity of the materials using Quantum Design- 9T Physical Properties Measurement System ( PPMS ), USA thermal conductivity apparatus. Significant differences were found for thermal conductivity between some materials ( $p < 0.05$ ). as Universal Nano Hybrid Composite Kerr trimodal conductive material was found to be least conductivity than those of the other materials, the Low Shrink Posterior Restorative materials have been identified as having high conductivity material from 3M ESPE. This study evaluated that reduced polymerization shrinkage of two different chemical structures of composite resin and conventional methacrylate resin content of the composite were produced to increased in thermal during curing reaction.

**Key words:** Composite, heat gain, setting reaction

#### Giriş

Restoratif diş tedavileri sırasında pulpa dokusunda meydana gelebilecek ısıl artışların muhtemel zararları son yıllarda yapılan çalışmaların önemli konularından biri olmuştur. Elde edilen veriler göstermiştir ki pulpanın  $5.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'den daha fazla ısıl artış göstermesi yani intrapulpal ısının  $42.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'yi aşması geri dönüşümü olmayan pulpa hasarlarına yol açmaktadır. (1, 2) Restoratif

işlemler sırasında termal değişikliğe en fazla ışık cihazlarının yaydığı enerji ve rezin içerikli materyallerin ekzotermik polimerizasyonu sırasında ortaya çıkardıkları ısı sebep olmaktadır. (3)

Isı iletimi gerek günlük yaşamda gerekse dental işlemler süresince dişlerde meydana gelmektedir. Dişlerin ısıl ortamı günlük yaşamda  $0 - 70\text{ }^{\circ}\text{C}$  arasında değişmektedir. Materyalin ısı iletim özelliğinin artması hastaların günlük yaşamda özellikle sıcak soğuk yiyecekler tüketilmesi sırasında rahatsızlık vermektedir. (4) Bundan dolayıdır ki gerek postoperatif hassasiyetin azaltılmasında gerekse günlük yaşamda hastaların sıcak soğuk termal hassasiyetlerinin giderilmesinde kullanılan materyallerin termal iletkenliğinin düşük olması istenmektedir. (5)

Işıklı aktive olan rezin kompozitlerde polimerizasyon sırasında  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'de hatta daha fazla ısıl artışın belirtildiği çalışmalar

\* Bu çalışma 19. Uluslararası Bass Kongresinde poster olarak sunulmuştur.

#### \*\*İletişim Adresi

Dr. Hakan KAMALAK  
İnönü Üniversitesi  
Diş Hekimliği Fakültesi  
Diş Hastalıkları ve Tedavisi A.D.  
Tel: 0422 341 1120  
e-mail: [hakankamalak@hotmail.com](mailto:hakankamalak@hotmail.com)

mevcuttur. (6-7) Dentinin düşük termal iletkenliğe sahip olduğu bildirilmiş olmasına

sınırlıdır. Bu çalışmanın amacı polimerizasyon büzülmesi azaltılmış iki farklı kimyasal yapıya sahip rezin kompozit ile bir geleneksel

**Tablo 1: Çalışmada kullanılan materyaller ve içerikleri**

Materyal adı	İçeriği	Üretici Firma	Polimerizasyon büzülme miktarı (%)	Ortalama termal iletkenliği (W/ K-m)
Kerr- Premise	Tam olarak içeriği üretici firma tarafından açıklanmamıştır.	WC Orange, US	% 1.4- %1.6	0.81
Filtek LS	Siloran	3M ESPE St Paul, EUA	% 1 den düşük	1.46
GC- Kalore	Urethane dimethacrylate, DX-511 co-monomers, Dimethacrylate	EUROPE	%1.72	0.97

rağmen, residual dentin kalınlığının azaldığı ve bununla birlikte tubullerin alanının arttığı derin kaviterlerde, geri dönüşümü olmayan pulpa hasarı riski oldukça fazladır. (8)

Geleneksel metakrilat içerikli rezin kompozitlerin günümüzde en önemli sorunlarından birisi polimerizasyon büzülmesi ve buna bağlı gelişen streslerdir. Bu sebeple araştırmacılar metakrilatların doğasından kaynaklanan bu büzülmeyle ortadan kaldırmak için yeni monomerler ile rezin kimyasını değiştirme üzerine çalışmaktadırlar.(9) Bu çalışmaların sonuçlarından birisi oksiran ve siloksanların reaksiyonu ile sentezlenmiş olan Siloran 'dır. Siloranların metakrilatlardan farkı hidrofobik olmaları ve düşük polimerizasyon büzülme miktarıdır.(10) Bir diğer polimerizasyon büzülmesini azaltma çalışmasında ise mevcut monomerlerin moleküler ağırlıklarını arttırmak girişimleri yer almaktadır. Elde edilen bilgilere göre monomerin moleküler ağırlığı arttıkça büzülme miktarı azalmaktadır. Bu düşünceden hareketle geleneksel üretilen dimetarkilat monomeri temelinde yeni bir monomer – DX-511 geliştirilmiştir ve yapılan çalışmalarda oldukça yüksek bir moleküler kitleye sahip bu yeni monomeri içeren kompozitlerde büzülmenin azaldığı belirlenmiştir.(11)

Polimerizasyon büzülmesinin azaltıldığı yeni kimyasal yapıya sahip modern rezin kompozitlerin fiziksel ve mekanik özellikleri üzerine yapılmış bir çok çalışma olmasına rağmen polimerizasyonları sırasında ortaya çıkardıkları ısıl değişimleri inceleyen çalışmalar

metakrilat içerikli rezin kompozitin sertleşme reaksiyonları sırasında oluşturdukları termal artışların değerlendirilmesidir.

## MATERYAL VE METHOD

Bu çalışmada polimerizasyon büzülmesi azaltılmış farklı kimyasal yapıya sahip rezin kompozitler ile geleneksel metakrilat içerikli rezin kompozit materyaller kullanılmıştır. (Tablo 1)

Kullanılan materyaller üretici firmanın önerileri doğrultusunda hazırlanarak teflon kalıplara yerleştirildi. Materyaller polimerize edildikten sonra kalıplardan çıkarıldı ve uygulanan materyallerin birbiriyle eşit hacimde olması sağlandı. Numuneler, yalıtkan bir materyal olan poliüretan kalıpların içerisine yerleştirildi. Her bir materyal için üç örnek hazırlandı.

### Termal iletkenlik deneyi

Materyallerin iletkenliği tespit etmek için Quantum Design-9T Fiziksel Özellikler Ölçüm Sisteminin (PPMS), USA termal iletkenlik aparatı kullanılmıştır. PPMS manyetik malzemelerin Araştırma ve Geliştirme (AR-GE) süreçlerinde kullanılan önemli bir ölçüm cihazıdır. Bu sistem ile 2K-1000K sıcaklık aralığında ölçümler yapılabilmekte ve malzemelere 9 Tesla değerine kadar manyetik alan uygulanabilmektedir.(12)

Bu cihaz iki farklı seçenek ile ölçümler yapabilmektedir. Miknatıslama ölçümlerine olanak sağlayan seçenek ve manyetik alan

altında direnç ölçümlerine olanak sağlayan manyetik direnç opsiyonudur. Manyetik direnç opsiyonunda sisteme uyumlandırılmış bir numune döndürme haznesi ve akım/voltaj uygulayan ve ölçen cihazları kapsamaktadır.(12) (Şekil - 1)



Şekil 1: PPMS sistemi

Test edilen numuneler hazneye yerleştirildikten sonra istenilen düzeye ulaşıncaya kadar ısı iletimi ölçüm cihazı bir taraftan ısıtılırken bir tarafından soğutuldu. Sistem ölçüm yapabilmesi için gerekli olan süre ortalama 45 - 60 dakika arasında oldu. Cihaz içerisinde numunenin etrafında belirli aralıklarla dizilmiş olan termostat sensörlerinden dijital ısı okuyucu vasıtasıyla sıcaklık değerleri okunarak kaydedildi.

## TARTIŞMA

Diş canlılığının korunması önemli faktörlerden biri olduğu için materyallerin termal iletkenlikleri pulpanın korunmasında da büyük bir öneme sahiptir. Özellikle yeterli polimerizasyonun sağlanması kompozit rezin materyallerden maksimum klinik performans elde edilmesinde önemli bir faktördür. (13) Kompozit dolgu maddeleri kullanıldığında sertleşme materyali ile ilişkili olarak gözlenen ısı artışı göz önüne alınmalıdır.

Termografik görüntüleme tekniği kullanılarak, bir grup çalışmacı Sınıf III veya Sınıf IV restorasyonlarda başlangıç tedavilerinden sonra 30 s de bir pik ısı çıkışı ile 5,8C sıcaklık artışının olduğunu invivo olarak göstermişlerdir. (14). Pulpal travma için en iyi savunma kalan dentin kalınlığıdır ve ne kadar kalınsa o kadar iyi bir savunma mevcut olacaktır.(15) Ancak dentinin termal iletkenliği iyi değildir.(16) Dentinin mevcut bulgular ışığında

0,88 J/m/s/C ortalama iletkenlik ile çok etkili bir termal yalıtkan olduğu görülmektedir(14). Düşük termal iletkenliği olan restoratif materyallerin yalıtkan olarak kullanılması, oral kavitede meydana gelebilecek ısı artışlarına karşı pulpayı koruyabilecektir.

Restoratif materyallerin termal iletkenliklerinin değerlendirildiği bir çalışmada; cam iyonomer siman ve farklı kompozit materyalleri ve farklı amalgamlar kullanılmıştır. Yapılan çalışma sonunda amalgamın termal iletkenliğinin diğer materyallerden yüksek olduğu tespit edilmiştir. Kullanılan farklı amalgam materyalleri arasında bir fark bulunmamıştır. Çalışmada kullanılan restoratif materyallerin termal uyarılara karşı bir bariyer olarak görev yaptıkları ve neticesinde pulpayı koruduğu tespit edilmiştir. (16)

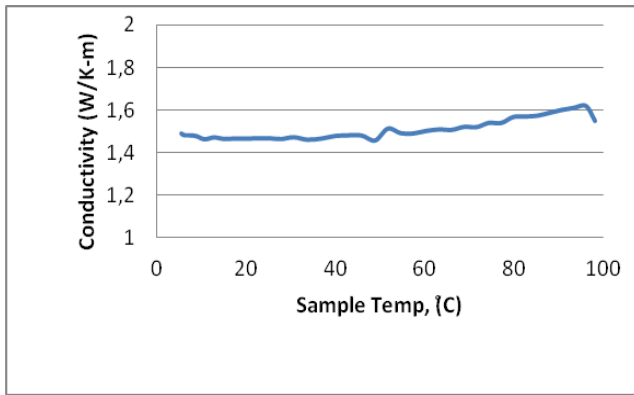
Ağızda görülen normal ısı miktarı olan 37°C stabil bir durum değildir ve sıcaklık değişimleri pulpayı etkilemektedir. Örneğin sıcak sıvı 65°C de ağız boşluğuna alınırsa, dudakların ve mukozanın nispeten soğutma etkilerinden sonra 50/55 °C maksimum ısıda diş yüzeylerini etkileyecektir.(17,18) Bu sıcaklık ortalama 1 mm kalan dentin kalınlığı ile restoratif materyalin derin çizgisiz üst noktasına ulaşır, 55 °C sıcaklık restorasyondan dentin yüzeyine doğru iletilmektedir. Dentinin 1 mm kalınlığındaki tabakası (test örneklerine benzer) 55°C ısı iletimi ile sonradan değişime uğrayacaktır ve muhtemelen pulpada irritasyona neden olabilecektir.(19)

Lisanti ve arkadaşları dentapulpal birleşimde 11,2 °C sıcaklık yükselmesi kabul edilebilir bir değer olduğunu ve ağrının 45 °C sıcaklığa yaklaştığında hissedilebildiğini rapor etmişlerdir.(20) Başka bir grup araştırmacı ise normal pulpa sıcaklığının üzerine 6,1 °C artışın güvenli sınırlarda olduğu sonucuna varmışlardır. (21)

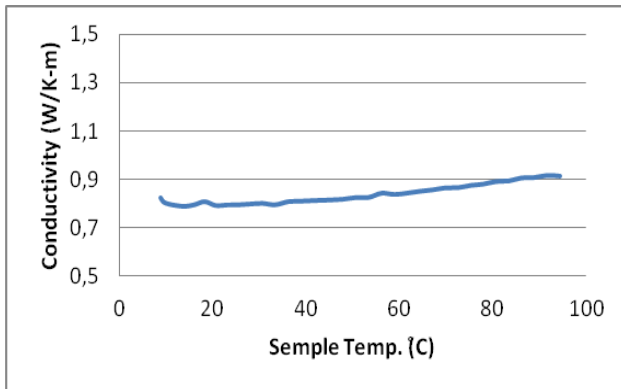
Restoratif materyallerin boyutu, morfolojisi, dolduruculuk oranı ve polimerize olup olmamaları gibi bir çok faktör bu çalışmanın sonucunu etkilemektedir. Kullanılan üç farklı restoratif materyaller arasında farklı termal iletkenlikler saptanmıştır. Ancak ısıl iletkenlikler arasında farklılıklar olmasına rağmen, bu materyallerin pulpaya iritan olabilmesi için, restorasyon yüzeyinin yada dişin uzun süre yüksek ısıya maruz kalması gerekmektedir.

## SONUÇ

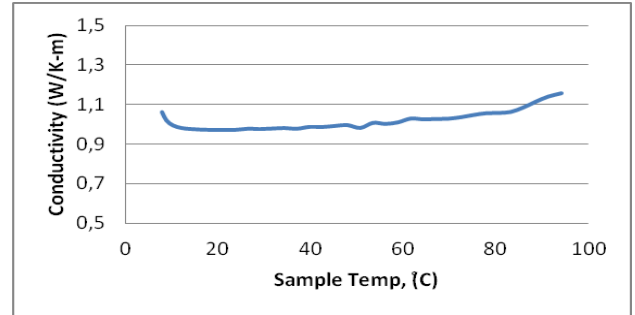
Bu çalışmada kullanılan materyallerde termal iletkenlik açısından önemli farklılıklar bulunmuştur. Kerr - Premise Enamel termal iletkenliği ortalama 0.79 W/K-m, 3M ESPE - Filtek Silorane ortalama 1.46 W/K-m, GC - Kalore nin ise ortalama 0.97 W/K-m olarak bulunmuştur. Universal Trimodal Nano Hibrit Kompozit Kerr materyali en az iletkenliğe sahipken Düşük polimerizasyon büzülmeli posterior restoratif materyal 3M ESPE yüksek iletkenliğe sahip materyal olarak tespit edilmiştir.



**Grafik 1:** Kerr - Premise Enamel materyalin PPMS sisteminde sıcaklık- iletkenlik dağılımının grafiksel olarak gösterimi



**Grafik 2:** 3M ESPE - Filtek Silorane materyalin PPMS sisteminde sıcaklık- iletkenlik dağılımının grafiksel olarak gösterimi



**Grafik 3:** GC - Kalore materyalin PPMS sisteminde sıcaklık- iletkenlik dağılımının grafiksel olarak gösterimi

## Kaynaklar

1. Zach L, Cohen G. Pulp Response to Externally Applied Heat. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1965;19:515-30. Epub 1965/04/01.
2. Hannig M, Bott B. In-vitro pulp chamber temperature rise during composite resin polymerization with various light-curing sources. *Dental Materials.* 1999;15(4):275-81.
3. Ratih DN, Palamara JE, Messer HH. Temperature change, dentinal fluid flow and cuspal displacement during resin composite restoration. *J Oral Rehabil.* 2007;34(9):693-701. Epub 2007/08/25.
4. Barclay CW, Spence D, Laird WR. Intra-oral temperatures during function. *J Oral Rehabil* 2005; 32: 886-94.
5. Weiner R. Teaching the use of liners, bases, and cements: a 10-year follow-up survey of North American Dental Schools. *Dent Today* 2006; 25: 74, 76, 78-9; quiz 79.
6. McCabe JF. Cure performance of light-activated composites by differential thermal analysis (DTA). *Dent Mater.* 1985;1(6):231-4. Epub 1985/12/01.
7. Masutani S, Setcos JC, Schnell RJ, Phillips RW. Temperature rise during polymerization of visible light-activated composite resins. *Dent Mater.* 1988;4(4):174-8. Epub 1988/08/01.
8. Stewardson DA, Shortall AC, Harrington E, Lumley PJ. Thermal changes and cure depths associated with a high intensity light activation unit. *J Dent.* 2004;32(8):643-51. Epub 2004/10/13.
9. Ilie N, Hickel R. Silorane-based dental composite: behavior and abilities. *Dent Mater J.* 2006;25(3):445-54. Epub 2006/11/02.
10. Palin WM, Fleming GJ, Nathwani H, Burke FJ, Randall RC. In vitro cuspal deflection and microleakage of maxillary premolars restored with novel low-shrink dental composites. *Dent Mater.* 2005;21(4):324-35. Epub 2005/03/16.
11. Naoum SJ, Ellakwa A, Morgan L, White K, Martin FE, Lee IB. Polymerization profile analysis of resin composite dental restorative materials in real time. *J Dent.* 2012;40(1):64-70. Epub 2011/11/03.
12. Vangelov K, Markova K, Miteva T. *Journal of IMAB - Annual Proceeding (Scientific Papers)* vol. 16, book 4, 2010
13. A.KNEŽEVIĆA, Z.TARLE, A.MENIGA, J.SIUTALO, G.PICHLER Degree of conversion and temperature rise during polymerization of composite resin samples with blue diodes *Journal of Oral Rehabilitation* 2001;28:586±591
14. Hussey DL, Biagioni PA, Lamey PJ. Thermographic measurement of temperature change during resin composite polymerization in vivo. *Journal of Dentistry* 1995;23:267-71.
15. Stanley HR. *Human responses to restorative procedures.* Gainesville: Storer Printing Co, Inc.; 1981.
16. Figueiredo de Magalhaes M, Neto Ferreira RA, Grossi PA, de Andrade RM. Measurement of thermophysical properties

- of human dentin: effect of open porosity. J Dent 2008; 36: 588-94
17. Youngson CC, Barclay CW. A pilot study of intraoral temperature changes. Clinical Oral Investigations 2000;4: 183-9.
  18. Mair LH. Surface permeability and degradation of dental composites resulting from oral temperature changes. Dental Materials 1989;5:247-55.
  19. P AG Littlea, D J Wooda, NL Bubba, S A Maskilla, L HMairb, Thermal conductivity through various restorative lining materials JournalofDentistry(2005)33,585-591
  20. Lisanti VF, Zander HA:. Thermal conductivity of dentine. Journal of Dental Research 1950;29:493-7.
  21. Baldissara P, Catapano S, Scotti R. Clinical and histological evaluation of thermal injury thresholds in human teeth: a preliminary study. Journal of Oral Rehabilitation 1997;24: 791-801.