

Ön Isıtma İşleminin Kompozit Rezinlerin Akıcı Kompozit Rezine Bağlanma Dayanımına Etkisi: *in vitro* Çalışma

Effect of Preheating on Bond Strength of Composite Resins to Flowable Composite Resin: *in vitro* Study

¹Hilal ATEŞ^a, ²İpek ÇUBUKCU^b, ³Merve İŞCAN YAPAR^a

^aAtatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Restoratif Diş Tedavisi AD, Erzurum, Türkiye

^bSerbest Diş Hekimi, İstanbul, Türkiye

Bu çalışma, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Uluslararası Diş Hekimliği Kongresi'nde (5-7 Mayıs 2023, Rize) sözlü olarak sunulmuştur.

ÖZET Amaç: Akıcı kompozit rezinler, günümüzde liner materyali olarak sıklıkla kullanılmaktadır. Düşük vizkozitesi, kullanım kolaylığı akıcı kompozit rezinleri daha cazip hâle getirmekte ve kullanımını artırmaktadır. Son dönemde popüler hâle gelen ön ısıtma işleminin, kompozitin mekanik özelliklerini iyileştirdiği ve kavite duvarlarına adaptasyonu artırdığı gösterilmiştir. Çalışmanın amacı, ısıtılmış 2 tepilebilir kompozit rezinin, akıcı kompozit rezine bağlanma dayanımlarını değerlendirmektir. **Gereç ve Yöntemler:** Çalışmada, standart ölçülerde 60 adet akrilik blok hazırlandı. Bu akrilik bloklara 5 mm genişliğinde 2 mm derinliğinde kaviteler açılıp, akıcı kompozit rezin (EsFlow, Spident) yerleştirildi. Bloklar rastgele 6 gruba ayrıldı (n=10). Ardından farklı sıcaklıklarda (21°C, 40°C, 60°C) bekletilen 2 ayrı kompozit rezin (G-ænial posterior GC, Clearfil Majesty Posterior Kuraray), akıcı kompozit rezin ile oluşturulmuş yüzeylere silikon kalıplar yardımıyla (2 mm derinliğinde, 4 mm çapında) yerleştirildi ve polimerize edildi. Örneklerin bağlanma dayanımı, Instron® Test cihazında ölçüldü ve veriler SPSS 20.0 uygulamasıyla iki yönlü varyans analizi ve Tukey çoklu karşılaştırma testi yapılarak değerlendirildi. **Bulgular:** Akıcı kompozit rezine bağlanan G-ænial Posterior ve Clearfil Majesty Posterior kompozit rezinlerin aynı sıcaklık grupları kıyaslandığında bağlanma dayanım değerleri arasında anlamlı fark bulunmamıştır (p>0,05). Clearfil Majesty Posterior kompozit rezin, farklı sıcaklık değerlerinde ön ısıtma işlemi yapılan grupların bağlanma dayanımı değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark görülmezken (p>0,05), G-ænial Posterior kompozitin, oda sıcaklığı (21°C) 40°C ve 60°C ön ısıtma işlemi uygulanan gruplar arasında artan sıcaklık değerleri ile istatistiksel olarak anlamlı artış bulunmuştur (p<0,05). **Sonuç:** Çalışmada, G-ænial Posterior kompozit rezine ön ısıtma işlemi uygulanması kompozitin liner materyaline bağlanma dayanımını artırdığı, Clearfil Majesty Posterior kompozitin ise bağlanma dayanımını değiştirmediği bulunmuştur.

ABSTRACT Objective: Due to their low viscosity and ease of use, flowable composite resins are commonly used as liner materials today. It has been shown recently that the preheating process, which has become popular in recent times, improves the mechanical properties of the composite and enhances adaptation to cavity walls. The aim of this study is to evaluate the bond strengths of two preheated dual-cure composite resins to flowable composite resin. **Material and Methods:** In the study, 60 acrylic blocks of standard dimensions were prepared. Cavities measuring 5 mm in width and 2 mm in depth were created in these acrylic blocks, and flowable composite resin (EsFlow, Spident) was placed into them. The blocks were randomly divided into 6 groups (n=10). Subsequently, 2 different composite resins (G-ænial Posterior GC, Clearfil Majesty Posterior Kuraray), stored at different temperatures (21°C, 40°C, 60°C), were placed onto surfaces created with flowable composite resin using silicone molds (4 mm diameter, 2 mm depth) and polymerized. The bond strength of the prepared samples was measured using an Instron test machine, and the obtained data were analyzed using two-way analysis of variance and Tukey's multiple comparison test with SPSS 20.0 software. **Results:** When comparing the bond strength values of G-ænial Posterior and Clearfil Majesty Posterior composite resins bonded to flowable composite resin within the same temperature groups, no significant difference was found (p>0.05). Although there was no statistically significant difference observed in the bond strength values of Clearfil Majesty Posterior composite resin among groups subjected to different preheating temperatures (p>0.05), G-ænial Posterior composite resin showed a statistically significant increase in bond strength values with increasing preheating temperatures between room temperature (21°C) and groups subjected to 40°C and 60°C preheating (p<0.05). **Conclusion:** The results of study have shown that the application of preheating increases the bond strength between G-ænial Posterior composite and the liner material, while it does not alter the bond strength between Clearfil Majesty Posterior composite and the liner.

Anahtar Kelimeler: Akışkan hibrit kompozit; kayma mukavemeti; ısıtma

Keywords: Flowable hybrid composite; shear strength; heating

KAYNAK GÖSTERMEK İÇİN:

Ateş H, Çubukcu İ, İşcan Yapar M. Ön ısıtma işleminin kompozit rezinlerin akıcı kompozit rezine bağlanma dayanımına etkisi: *in vitro* çalışma. Türkiye Klinikleri J Dental Sci. 2025;31(1):139-44.

Correspondence: Hilal ATEŞ

Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Restoratif Diş Tedavisi AD, Erzurum, Türkiye

E-mail: hilalakin.72@gmail.com



Peer review under responsibility of Türkiye Klinikleri Journal of Dental Sciences.

Received: 11 Jul 2024

Received in revised form: 10 Oct 2024

Accepted: 25 Nov 2024

Available online: 17 Jan 2025

2146-8966 / Copyright © 2025 by Türkiye Klinikleri. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Günümüzde hastaların estetik taleplerinin artması ve amalgamdaki cıva ile ilgili çevresel kaygılar sonucu restoratif uygulamalarda amalgamın yerini diş rengindeki rezin kompozitler almıştır.^{1,2} Son 10 yılda üreticiler tarafından elde edilen kompozitlerin mekanik özelliklerindeki gelişmeler, klinisyenleri posterior restorasyonlarda kompoziti daha sık kullanmaya teşvik etmiştir.²

Dental kompozitlerin mekanik özelliklerinin iyileştirilmesi ile ilgili yeni teknolojiler, yeni teknikler geliştirilmektedir. Yeni monomer sistemleri, kompozitlerin farklı yerleştirme ve polimerizasyon teknikleri, kompozitin doldurucu içeriğinin ve oranının değiştirilmesi polimerizasyon büzülmesini azaltmaya yönelik girişimlere örnektir.^{3,4} Polimerizasyon büzülmesinin azaltılması için yapılan uygulamalardan biri de kavite tabanına liner uygulamasıdır. Liner uygulaması ile konfigürasyon faktörünün azaltılması hedeflenir. Günümüzde kavite liner materyali olarak birçok farklı materyal kullanılmakla birlikte, akıcı kompozit rezinlerin kullanımını giderek artma eğilimindedir.⁵ Akıcı kompozit rezinler, tepilebilir kompozitlere kıyasla kavitenin mikro yapısal düzensizliklerine daha iyi uyum sağlar. Kavitelere akıcı kompozit rezin kullanımının, başlangıçtaki marjinal bütünlüğü daha iyi koruduğu belirtilmiştir.⁶ Akıcı kompozit rezinlerin liner olarak kullanımı, Sınıf II restorasyonların dişeti kenarlarında mikrosızıntıyı azaltmaya yardımcı olur.⁷

Rezin kompozitlerde ön ısıtma işlemi son dönemlerde popüler hâle gelmiştir. Yapılan çalışmalar dental kompozitin kaviteye yerleştirilmeden ve şekillendirilmeden önce ön ısıtmaya tabi tutulmasının, viskoziteyi düşürerek kavite duvarlarına uyumu artırdığını, böylece mikrosızıntıyı azalttığını ve restorasyon dayanıklılığını artırdığını ortaya koymuştur.^{8,9} Ayrıca ön ısıtma işlemi polimerizasyon esnasında monomer dönüşümünü artırarak mekanik özelliklerin geliştirilmesine katkı sağlar.^{10,11} Kompozitlerin dönüşüm derecesi reaksiyona giren C=C bağlarının oranı olarak tanımlanır ve bu oran boyutsal stabilite, çözünürlük, mekanik özellikler, biyouyumluluk, renk değişimi gibi birçok parametre üzerinde etkilidir.

Kompozit rezin restorasyonlardaki başarısızlık sebeplerini elimine etmeye yönelik bu teknikler değerlendirildiğinde tepilebilir kompozitlere ön ısıtma işlemi uygulamasının, akıcı kompozit rezine bağlanma kuvvetine etkisi bir klinik soru olmuştur. Bu çalışmada; ön ısıtma işleminin biri nanofil, biri mikrofil yapıdaki kompozit rezin materyallerin, akıcı kompozit rezine bağlanma kuvveti üzerine etkisinin araştırılması amaçlanmıştır. Bu çalışmanın sıfır hipotezi, ön ısıtma işleminin bağlanma dayanımına etkisinin olmadığı yönündedir.

GEREÇ VE YÖNTEMLER

Bu çalışmada, bir nanohibrit (Clearfil Majesty Posterior, Kuraray Co., Ltd, Osaka, Japonya) ve bir mikrohibrit (G-ænial Posterior, (GC, Tokyo, Japonya) olmak üzere 2 farklı kompozit rezinin akıcı kompozit rezine bağlanma dayanımı değerlendirilmiştir. Her bir kompozit rezin 3 alt gruba ayrılmıştır. İlk grupta kompozit rezin örnekler oda sıcaklığında kullanılmıştır. İkinci ve üçüncü grupta ise kompozitler sırasıyla 40°C ve 60°C'ye ısıtılarak kompozit rezin yüzeylere bağlanmıştır.

ÖRNEKLERİN HAZIRLANMASI

Çalışmamızda, hazırlanan bir silikon kalıp yardımıyla standart ölçülerde 60 adet (n=10) akrilik blok elde edildi (18 mm çap, 10 mm yükseklik) daha sonra bu akrilik bloklara 5 mm çapında 2 mm derinliğinde kavite açıldı. Hazırlanan kavitelere akıcı kompozit rezin (EsFlow, Spident Co., LTD, Kore) kullanıcı talimatlarına göre yerleştirildikten sonra yüzeye "mylar strip" uygulanıp, LED ışık cihazı Curing Pen (Eighteeth, Changzhou, Çin at 1000 mW/cm) ile 20 sn polimerize edildi. Biri nanohibrit (Clearfil Majesty Posterior), biri mikrohibrit (G-ænial Posterior) yapıdaki tepilebilir kompozit rezinler akıcı kompozit rezin üzerine yerleştirilmeden farklı sıcaklıklara (oda sıcaklığı, 40°C, 60°C) tabi tutuldu. 40°C, 60°C sıcaklıkları kompozit ısıtma cihazı (Ease-It, Ronvig Dental Mfg. A/S, Daugaard, Danimarka) ile sağlandı. Daha sonra 4 mm genişliğinde, 2 mm yüksekliğinde bir silikon indeks yardımıyla yüzeylere kompozit yerleştirilerek örnekler üst yüzeylerinden 20 sn polimerize edildi. Çalışmada kullanılan materyallere ait bilgiler [Tablo 1](#)'de verilmiştir.

TABLO 1: Çalışmada kullanılan materyaller.

Materyal	Tip	İçerik	Üretici	Lot no
Esflo	Işıklı sertleşen nanohibrit akıcı kompozit rezin	UDMA, TEGDMA baryum cam dolgu maddeleri Mikro/nano silika	Spident Co., LTD, Kore	E1F22014
Clearfil Majesty Posterior	Nanohibrit posterior kompozit rezin	Bis-GMA <%3, TEGDMA<%3, silanlanmış cam seramikler	Kuraray Co., Ltd, Osaka, Japonya	9R0074
G-ænial Posterior	Mikrohibrit posterior kompozit rezin	UDMA, DMA ko-monomer (Bis-GMA free) Füme silika Önceden polimerize edilmiş dolgu maddeleri (16-17 µm)- Silika-stronsiyum ve lantanit florür. 77/65	GC, Tokyo, Japonya	2207121

UDMA: Üretan dimetakrilat; TEGDMA: Trietilen glikol dimetakrilat; Bis-GMA: Bisfenol A-glisidil metakrilat.

MAKASLAMA KUVVETİ ÖLÇÜMÜ (SHEAR BOND STRENGTH TEST)

Polimerizasyon işleminin tamamlanmasının ardından örnekler bağlanma dayanımı ölçülmeden önce 24 saat boyunca 37 °C'lik etüvde bekletildi. Örnekler, universal bir test cihazının (Model 2519-106; Instron Corp., Norwood, MA, ABD) kesme modunda 1 mm/dk'lık bir kafa hızıyla makaslama bağ mukavemeti testi [shear bond strength (SBS)] düzeneğinde test edildi. Her örneğin bağlanma dayanımı değerleri ve kırılma tipleri kaydedildi. Newton cinsinden elde edilen değerler megapaskal (MPa) birimine çevrildi.

İSTATİSTİKSEL ANALİZ

Elde edilen veriler SPSS 20.0 (IBM, Chicago, IL, ABD) uygulaması ile değerlendirildi. Sayısal ölçümlerin normal dağılıma uygunluğu Shapiro-Wilk testi ile incelendi. Veriler normal dağılım kurallarına uyduğundan analizde iki yönlü varyans analizi ve Tukey çoklu karşılaştırma testi yapılarak değerlendirme yapıldı. İstatistiksel anlamlılık düzeyi $p<0,05$ olarak belirlendi.

BULGULAR

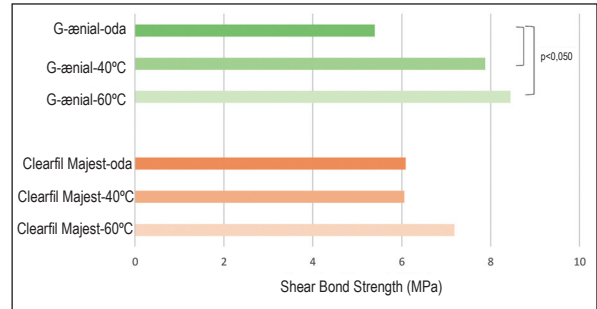
Farklı sıcaklıklarda ön ısıtma işlemi uygulanan kompozit örneklerle ait bağlanma dayanım değerleri **Tablo 2**'de ve **Şekil 1**'de verilmiştir.

Clearfil Majesty Posterior kompozitin farklı ısıtma grupları kıyaslandığında bağlanma değerleri arasında anlamlı farklılık bulunmazken, G-ænial Posterior kompozitte oda sıcaklığı ile 40°C ön ısıtma uygulanan grup arasında ($p=0,011$) ve oda sıcaklığı ile

TABLO 2: Kompozit örneklerle ait bağlanma dayanım değerleri.

	Oda sıcaklığı (21°C)	40°C	60°C
Clearfil Majesty	(6,084±2,83) ^{A,a}	(6,0545±1,83) ^{A,a}	(7,183±1,29) ^{A,a}
G-ænial Posterior	(5,3905±1,86) ^{A,a}	(7,8713±2,31) ^{A,b}	(8,4427±3,17) ^{A,b}

Farklı büyük harfler aynı sütundaki istatistiksel farklılıkları, farklı küçük harfler aynı satırdaki istatistiksel farklılığı gösterir ($p<0,05$).

**ŞEKİL 1:** Bağlanma dayanım değerleri.

60°C ön ısıtma uygulanan grup arasında ($p=0,036$) anlamlı fark bulunmuştur. G-ænial Posterior kompozit grubunda oda sıcaklığı ile kıyaslandığında ön ısıtma uygulamasının bağlanma dayanımı değerlerini anlamlı şekilde artırdığı görülürken, 40°C ile 60°C ön ısıtma uygulaması arasında anlamlı farklılık bulunmamıştır ($p=0,615$). Akıcı kompozit rezinlere aynı sıcaklıkta bağlanan farklı kompozit grupları karşılaştırıldığında ise kompozitler arası anlamlı farklılık görülmemiştir ($p>0,05$). Sayısal olarak en yüksek bağlantı değeri sırasıyla 60°C (8,4427±3,17) ve 40°C (7,8713±2,31) ön ısıtma işlemi uygulanan G-ænial Posterior kompozit gruplarında elde edilmiştir.

Tablo 2’de, farklı büyük harfler aynı sütundaki istatistiksel farklılıkları, farklı küçük harfler aynı satırdaki istatistiksel farklılığı gösterir ($p<0,05$).

TARTIŞMA

Tepilebilir kompozitlere uygulanan ön ısıtma işleminin akıcı kompozit rezine olan bağlanma dayanım değerini değiştirmeyeceğine dair kurulan hipotezimiz; ön ısıtma işleminin Clearfill Majesty Posterior kompozitin akıcı kompozit rezine bağlantısını istatistiksel olarak etkilemediği ancak G-aenial Posterior kompozitin bağlantısını istatistiksel olarak artırması sonucunda kısmen reddedilmiştir.

Nanoteknoloji sayesinde geliştirilen yeni akıcı kompozit rezinler; düşük polimerizasyon büzülmesi, daha iyi kavite adaptasyonu gibi avantajlara sahip olduğundan günümüzde posterior restorasyonlarda kullanımı artmıştır.¹² Kavite liner olarak kullanılan akıcı kompozit rezinler; stres kırıcı gibi fonksiyon görür, C faktörünü düşürür, düşük viskoziteye bağlı olarak andırkatlara daha iyi uyum sağlar ve üzerine gelen tepilebilir kompozitin miktarını azaltır.^{13,14} Leevailoj ve ark., kavite tabanına akıcı kompozit rezin yerleştirerek ve akıcı kompozit rezin olmadan tepilebilir kompozit restorasyonlar yapmış ve kavite tabanında akıcı kompozit rezinin kullanılan restorasyonların anlamlı biçimde daha az mikrosızıntı gösterdiğini bulmuştur, bu nedenle kompozit restorasyonlar yapılırken bir tabaka akıcı kompozit rezin uygulamasının mikrosızıntıyı azaltabileceği belirtilmiştir.⁷ Polimerizasyon öncesi ön ısıtma işleminin rezin sistemlerde; polimerizasyon sonrası dönüşüm derecesini ve yüzey sertliğini artırmak gibi birçok avantajı vardır.^{11,15,16} Ayrıca ön ısıtma işleminin rezin kompozitin akışkanlığını artırır.¹⁷ Yapılan çalışmalarda, ön ısıtma işleminin rezin akışını artırdığı için diş dokusuna adaptasyonu artırdığı ve bu sayede mikrosızıntıyı azalttığı gösterilmiştir.^{15,18} Demirbuğa ve ark.nın yaptıkları bir çalışmada ise ön ısıtma işleminin siloran ve metakrilat bazlı kompozit rezinlerin dentine mikro kesme bağ dayanımı [microshear bond strength (μ SBS)] üzerindeki etkisi araştırılmış, sonuç olarak ön ısıtmalı gruplar en yüksek μ SBS ve 4°C’ye soğutulmuş gruplar ise en düşük μ SBS sergilemiştir.¹⁹ Literatür incelendiğinde, ön ısıtma işlemi uygulanan rezin kompozit ile liner olarak kullanılan akıcı kompozit rezinler ara-

sındaki bağlanma dayanımını araştıran çalışmaların yeterli olmadığı görülmüştür. Çalışmamızda farklı sıcaklıklarda ısıtılan 2 farklı kompozitin akıcı kompozit rezine bağlanma dayanımı araştırılmıştır.

Bu çalışmada 2 farklı kompozit rezin, 3 farklı sıcaklıkta bekletilerek uygulanmıştır. 21°C için oda sıcaklığı yani klinik ortamı düşünülmüştür. Bunun için kompozit materyaller oda sıcaklığında 2 saat bekletilmiştir. Sırasıyla 40°C ve 60°C kompozit ısıtma cihazımızın en düşük ve en yüksek dereceleri olduğundan ayrıca aradaki 20°C’lik farkın nasıl etki oluşturacağı test edilmek istenmiştir.²⁰ Isıtma işlemi üretici firma tavsiyesi doğrultusunda yapılmıştır.

Isıtılmış kompozitin bir kaviteye enjekte edilmesinin, pulpa sağlığıyla çelişen sıcaklık artışlarıyla sonuçlanabileceğine dair bazı zorluklar belirtilmiştir.²¹ Ancak bir çalışmada deneyler, 60°C’ye ısıtılmış kompozit rezin yerleştirmenin pulpal sıcaklığı sadece 0,8°C artırdığını, 15 sn’lik ışıkla sertleştirmenin ise pulpa sıcaklığını 4,5-5°C artırdığını göstermiştir.²² Bununla beraber kompozit; kompozit ısıtma cihazından çıkarıldıktan sonra hızlı bir şekilde soğuyacağından ön ısıtma işleminin beklenen faydalarının elde edilmesi için ısıtılan kompozitin en hızlı şekilde kaviteye yerleştirilmesi önerilir.^{21,23} Daronch ve ark.na göre kompozitler ısıtma makinesinden çıkarıldıktan 120 sn sonra elde edilen sıcaklığın %50’sini, 300 sn sonra ise %90’ını kaybetmektedir.²⁴ Çalışmamızda örnekler hazırlanırken ısı kaybını önlemek amacıyla tüpler cihazda bekletildi ve kompozitin kaviteye yerleştirilmesi işleminin 40 sn’yi geçmemesine dikkat edildi.²⁵

Malzemeler arasındaki bağ dayanımını ölçmek için makaslama bağ dayanımı, çekilme, çekme ve mikro gerilme testleri (shear bond strength, pull-out, tensile, and microtensile tests) gibi çok sayıda mekanik test kullanılmaktadır.²⁶ Kesme testi, bu amaçla en sık kullanılan test türüdür, çünkü uygulaması kolaydır ve ağız ortamında yükleri simüle edebilir.^{27,28} Bu çalışmada, malzemelerin bağ dayanımını değerlendirmek için makaslama bağ dayanımı testi tercih edilmiştir.

Kompozitlerdeki mekanik özellikler, esas olarak mikroyapı (dolgu partiküllerinin tipi, boyutu, sayısı) ve bileşim ile ilgilidir.²⁹ Uctasli ve ark. mikrohibrit

rezin kompozitin, test edilen tüm sıcaklıklarda nano-hibrit rezin kompozite göre daha yüksek eğilme dayanımı değerlerine sahip olduğu görülmüştür.³⁰ Çalışmamızda da mikrohibrit yapıdaki G-ænial Posterior kompozite uygulanan ön ısıtma işlemi akıcı kompozit rezine bağlanma dayanımında anlamlı artış göstermiştir.

Davari ve ark.nın yaptıkları başka bir çalışmada, doldurucu içeriği farklı 2 kompozit rezinin ön ısıtma işlemi sonrası bağlanma dayanımı test edilmiş, sonuç olarak doldurucu içeriği daha fazla olan kompozit rezinde bağlanma dayanımı artış göstermiştir. Yazarlar bu durumun ön ısıtma işlemi ile azalan viskozite sayesinde kompozit rezinin daha iyi adaptasyon göstermesiyle ilişkili olduğu sonucuna varmışlardır.³¹ Çalışmamızda ön ısıtma işleminin G-ænial Posterior Kompozit Majesty'ye göre bağlanma dayanımını artırmasını doldurucu içeriğindeki farklılıklardan kaynaklandığını düşünmekteyiz.

SONUÇ

Yaptığımız çalışma sonucunda ön ısıtma işlemi, G-ænial Posterior'da bağlanma dayanımını artırırken, Clearfil Majesty Posterior'da bağlanma dayanımı üzerinde anlamlı bir etki göstermemiştir. Bu çalışmanın limitleri dâhilinde ön ısıtma işleminin bağ-

lanma dayanımına olan etkisinin kullanılan materyale bağlı olduğu sonucuna varılabilir. Bununla beraber çalışmamızın sonuçlarının desteklenmesi için daha fazla teste ihtiyaç vardır.

Finansal Kaynak

Bu çalışma sırasında, yapılan araştırma konusu ile ilgili doğrudan bağlantısı bulunan herhangi bir ilaç firmasından, tıbbi alet, gereç ve malzeme sağlayan ve/veya üreten bir firma veya herhangi bir ticari firmadan, çalışmanın değerlendirme sürecinde, çalışma ile ilgili verilecek kararı olumsuz etkileyebilecek maddi ve/veya manevi herhangi bir destek alınmamıştır.

Çıkar Çatışması

Bu çalışma ile ilgili olarak yazarların ve/veya aile bireylerinin çıkar çatışması potansiyeli olabilecek bilimsel ve tıbbi komite üyeliği veya üyeleri ile ilişkisi, danışmanlık, bilirkişilik, herhangi bir firmada çalışma durumu, hissedarlık ve benzer durumları yoktur.

Yazar Katkıları

Fikir/Kavram: Hilal Ateş, İpek Çubukcu, Merve İşcan Yapar; **Tasarım:** Hilal Ateş, İpek Çubukcu, Merve İşcan Yapar; **Denetleme/Danışmanlık:** Merve İşcan Yapar; **Veri Toplama ve/veya İşleme:** Hilal Ateş, İpek Çubukcu; **Analiz ve/veya Yorum:** Hilal Ateş, İpek Çubukcu, Merve İşcan Yapar; **Kaynak Taraması:** Hilal Ateş, İpek Çubukcu; **Makalenin Yazımı:** Hilal Ateş, İpek Çubukcu, Merve İşcan Yapar; **Eleştirel İnceleme:** Merve İşcan Yapar; **Kaynaklar ve Fon Sağlama:** Merve İşcan Yapar; **Malzemeler:** Merve İşcan Yapar.

KAYNAKLAR

- Christensen GJ. Should resin-based composite dominate restorative dentistry today? J Am Dent Assoc. 2010;141(12):1490-3. [Crossref] [PubMed]
- Nada K, El Mowafy O. Effect of precuring warming on mechanical properties of restorative composites. Int J Dent. 2011;2011:536212. [Crossref] [PubMed] [PMC]
- Condon JR, Ferracane JL. Assessing the effect of composite formulation on polymerization stress. J Am Dent Assoc. 2000;131(4):497-503. [Crossref] [PubMed]
- Aw TC, Nicholls JI. Polymerization shrinkage of densely-filled resin composites. Oper Dent. 2001;26(5):498-504. [PubMed]
- Baroudi K, Rodrigues JC. Flowable resin composites: a systematic review and clinical considerations. J Clin Diagn Res. 2015;9(6):ZE18-24. [PubMed] [PMC]
- Haak R, Wicht MJ, Noack MJ. Marginal and internal adaptation of extended class I restorations lined with flowable composites. J Dent. 2003;31(4):231-9. [Crossref] [PubMed]
- Leevailoj C, Cochran MA, Matis BA, Moore BK, Platt JA. Microleakage of posterior packable resin composites with and without flowable liners. Oper Dent. 2001;26(3):302-7. [PubMed]
- Elsayad I. Cuspal movement and gap formation in premolars restored with preheated resin composite. Oper Dent. 2009;34(6):725-31. [Crossref] [PubMed]
- Choudhary N, Kamat S, Mangala TM, Thomas M. Effect of pre-heating composite resin on gap formation at three different temperatures. Journal of Conservative Dentistry. 2011;14(2):191-5. [Crossref] [PubMed] [PMC]
- Bağış YH, Rueggeberg FA. Effect of post-cure temperature and heat duration on monomer conversion of photo-activated dental resin composite. Dent Mater. 1997;13(4):228-32. [Crossref] [PubMed]
- Daronch M, Rueggeberg FA, De Goes MF. Monomer conversion of pre-heated composite. J Dent Res. 2005;84(7):663-7. [Crossref] [PubMed]
- Abiodun Solanke I, Ajayi D, Arigbede A. Nanotechnology and its application in dentistry. Ann Med Health Sci Res. 2014;4(3):S171-7. [Crossref] [PubMed] [PMC]
- Bore Gowda V, Sreenivasa Murthy BV, Hegde S, Venkataramanaswamy SD, Pai VS, Krishna R. Evaluation of gingival microleakage in class ii composite restorations with different lining techniques: an in vitro study. Scientifica (Cairo). 2015;2015:896507. [Crossref] [PubMed] [PMC]

14. Kaisarly D, Meierhofer D, El Gezawi M, Rösch P, Kunzelmann KH. Effects of flowable liners on the shrinkage vectors of bulk-fill composites. *Clin Oral Investig.* 2021;25(8):4927-40. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)] [[PMC](#)]
15. Lovell LG, Berchtold KA, Elliott J, Lu H, Bowman CN. Understanding the kinetics and network formation of dimethacrylate dental resins. *Polymers for Advanced Technologies.* 2001;12(6):335-45. [[Crossref](#)]
16. Muñoz CA, Bond PR, Sy-Muñoz J, Tan D, Peterson J. Effect of pre-heating on depth of cure and surface hardness of light-polymerized resin composites. *Am J Dent.* 2008;21(4):215-22. [[PubMed](#)]
17. Lovell LG, Lu H, Elliott JE, Stansbury JW, Bowman CN. The effect of cure rate on the mechanical properties of dental resins. *Dent Mater.* 2001;17(6):504-11. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
18. Patussi AFC, Ramacciato JC, da Silva JGR, Nascimento VRP, Campos DES, de Araújo Ferreira Munizz I, et al. Preheating of dental composite resins: A scoping review. *J Esthet Restor Dent.* 2023;35(4):646-56. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
19. Demirbuga S, Ucar FI, Cayabatmaz M, Zorba YO, Cantekin K, Topçuoğlu HS, et al. Microshear bond strength of preheated silorane and methacrylate-based composite resins to dentin. *Scanning.* 2016;38(1):63-9. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
20. Mundim FM, Garcia Lda F, Cruvinel DR, Lima FA, Bachmann L, Pires-de-Souza Fde C. Color stability, opacity and degree of conversion of pre-heated composites. *J Dent.* 2011;39(1):e25-9. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
21. Da Costa JB, Hilton TJ, Swift EJR. Preheating composites. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry.* 2011;23(4):269-75. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
22. Yang JN, Raj JD, Sherlin H. Effects of preheated composite on micro leakage-an in-vitro study. *J Clin Diagn Res.* 2016;10(6):ZC36-8. [[PubMed](#)] [[PMC](#)]
23. Lousan do Nascimento Poubel D, Ghanem Zanon AE, Franco Almeida JC, Vicente Melo de Lucas Rezende L, Pimentel Garcia FC. Composite resin pre-heating techniques for cementation of indirect restorations. *Int J Biomater.* 2022;2022:5935668. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)] [[PMC](#)]
24. Daronch M, Rueggeberg FA, Hall G, De Goes MF. Effect of composite temperature on in vitro intrapulpal temperature rise. *Dent Mater.* 2007;23(10):1283-8. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
25. Tauböck TT, Tarle Z, Marovic D, Attin T. Pre-heating of high-viscosity bulk-fill resin composites: effects on shrinkage force and monomer conversion. *J Dent.* 2015;43(11):1358-64. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
26. Jahandideh Y, Falahchai M, Pourkhalili H. Effect of surface treatment with er:yag and co2 lasers on shear bond strength of polyether ether ketone to composite resin veneers. *J Lasers Med Sci.* 2020;11(2):153-9. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)] [[PMC](#)]
27. Ates SM, Caglar I, Yesil Duymuz Z. The effect of different surface pretreatments on the bond strength of veneering resin to polyetheretherketone. *J Adhes Sci Technol.* 2018;32(20):2220-31. [[Crossref](#)]
28. Sano H, Chowdhury AFMA, Saikaew P, Matsumoto M, Hoshika S, Yamauti M. The microtensile bond strength test: Its historical background and application to bond testing. *Jpn Dent Sci Rev.* 2020;56(1):24-31. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)] [[PMC](#)]
29. Al-Sharaa KA, Watts DC. Stickiness prior to setting of some light cured resin-composites. *Dent Mater.* 2003;19(3):182-7. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
30. Uctasli MB, Arisu HD, Lasilla LV, Valittu PK. Effect of preheating on the mechanical properties of resin composites. *Eur J Dent.* 2008;2(4):263-8. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)] [[PMC](#)]
31. Davari A, Daneshkazemi A, Behniafar B, Sheshmani M. Effect of pre-heating on microtensile bond strength of composite resin to dentin. *J Dent (Tehran).* 2014;11(5):569-75. [[PubMed](#)] [[PMC](#)]