

Özgün araştırma makalesi

LED ile ısı uygulamasının geleneksel yapıştırıcı cam iyonomer simanların mekanik özellikleri üzerine etkisi

Buşra Uysal Uzunoğlu,¹ Beyza Ballı Akgöl ,²
Merve Bayram ,³ Tamer Tüzüner 

¹Uzman Çocuk Diş Hekimi, Antalya, ²Pedodonti Anabilim Dalı, Diş Hekimliği Fakültesi, Antalya Bilim Üniversitesi, Antalya, ³Pedodonti Anabilim Dalı, Diş Hekimliği Fakültesi, İstanbul Medipol Üniversitesi, İstanbul, ⁴Pedodonti Anabilim Dalı, Diş Hekimliği Fakültesi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon, Türkiye

ÖZET

AMAÇ: Bu çalışmanın amacı, çocuk diş hekimliğinde yer tutucu apareylerin bantlarını simante etmek için kullanılan geleneksel yapıştırıcı cam iyonomer simanlara sertleşme esnasında LED ile ısı uygulamasının mekanik özellikleri üzerine etkisini *in vitro* olarak değerlendirmektir.

GEREÇ VE YÖNTEM: Çalışmada Ketac Cem radyoopak, Meron ve Kavitan Cem marka geleneksel yapıştırıcı cam iyonomer simanlar, ısı kaynağı olarak 1200mW/cm² ışık yoğunluğuna sahip Elipar S10 LED ışık cihazı kullanıldı. Basma dayanımı testi için 6 mm yüksekliğe 4 mm genişliğe sahip teflon kalıp, çapsal çekme dayanım testi için ise 3 mm yüksekliğe 6 mm genişliğe sahip metal kalıp hazırlandı. Materyaller ısı uygulanmayan kontrol grubu, 60 saniye ve 90 saniye LED ile ısı uygulanan çalışma grupları olmak üzere üç alt gruba ayrıldı (n=10; her bir grup için). Isı uygulaması, “yönlendirilmiş sertleşme” gerçekleşmesi için kalıba yerleştirilen simanların sertleşmesi esnasında uygulandı. Mekanik dayanıklılık testleri geleneksel cam iyonomer simanların sertleşme süresi bitiminden 24 saat sonra yapıldı. Elde edilen verilerin değerlendirilmesinde İki-Yönlü ANOVA testi kullanıldı. Devam testleri olarak Tek Yönlü ANOVA testi ve post hoc değerlendirmelerinde Tukey HSD test ve/veya Tamhane’s T2 test kullanıldı. Anlamlılık p<0.05 düzeyinde değerlendirildi.

BULGULAR: Çalışmada her üç materyalde çapsal çekme dayanıklılığı açısından kontrol grupları ve ısı uygulanan gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık görülmedi. Isı uygulanan Meron (p<0.01) ve Kavitan Cem (p<0.01) siman örneklerinde basma dayanıklılığı artarken, Ketac Cem’de (p>0.05) belirgin bir etkisi olduğu görülmedi.

SONUÇ: Çalışmamızda ısı uygulamasının geleneksel cam iyonomer simanların mekanik özelliklerini olumlu yönde etkilediği saptandı.

ANAHTAR KELİMELER: Cam iyonomer sementler; gerilme direnci; sıkıştırıcı kuvvet

KAYNAK GÖSTERMEK İÇİN: Uysal Uzunoğlu B, Ballı Akgöl B, Bayram M, Tüzüner T. LED ile ısı uygulamasının geleneksel yapıştırıcı cam iyonomer simanların mekanik özellikleri üzerine etkisi. Acta Odontol Turc 2023;40(2):29-36

EDITÖR: Işıl Çekiç Nagaş, Gazi Üniversitesi, Ankara, Türkiye

YAYIN HAKKI: © 2023 Uysal Uzunoğlu ve ark. Bu eserin yayın hakkı [Creative Commons Attribution License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/) ile ruhsatlandırılmıştır. Sınırsız kullanım, dağıtım ve her türlü ortamda çoğaltım, yazarlar ve kaynağın belirtilmesi kaydıyla serbesttir.

FINANSAL DESTEK: Bulunmamaktadır.

ÇIKAR ÇATIŞMASI: Bulunmamaktadır.

[Abstract in English is at the end of the manuscript]

GİRİŞ

Süt azı dişlerinin erken kaybında yerine gelecek olan dişler sürene kadar boşluğu korumak için sıklıkla sabit yer tutucular kullanılmaktadır.¹⁻³ Band-loop şeklindeki yer tutucular, kolay ve ekonomik olmaları, dişe yerleştirilme sürelerinin kısa olması, bilateral olarak uygulanabilmeleri ve çocuklar tarafından rahatça tolere edilebilir oldukları için en sık kullanılan sabit yer tutuculardır.^{4,5} Band-loop ile ilgili en çok karşılaşılan sorunlar ise, simanın ayrılması, bant kenarları boyunca çürük oluşumu, yapım aşamasının uzun sürmesi olarak gösterilmektedir.^{6,7} Bantların tutuculuğu, simanın kimyasal adezyonu ve mekanik tutuculuğunun kombinasyonu ile sağlanmaktadır.⁸

Cam iyonomer simanlar (CİS), hem mineye hem metale bağlanmaları, florid iyonu salmaları, nemli ortamlarda bağlanabilmeleri ve antimikrobiyal etkileri gibi avantajları sebebiyle sabit yer tutucu simantasyonunda kullanılmaktadır. Ancak cam iyonomer simanların sertleşme fazı sırasında nem kontaminasyonuna hassas olmaları ve en iyi bağlanmanın 24 saat sonra gerçekleşmesi gibi olumsuz yönleri de bulunmaktadır.⁹⁻¹¹

CİS’in, asit-baz reaksiyonun erken dönemlerinde mekanik özelliklerini geliştirmek ve yavaş sertleşmesi-

Makale gönderiliş tarihi: 10 Şubat 2022; Yayına kabul tarihi: 30 Haziran 2022
*İletişim: Dr. Beyza Ballı Akgöl, Pedodonti Anabilim Dalı, Diş Hekimliği Fakültesi, Antalya Bilim Üniversitesi, Çıplaklı, Akdeniz Blv., No: 290/A, 07190, Döşemealtı, Antalya, Türkiye;
E-posta: beyzaballi@gmail.com

ne bağlı olarak oluşan nem hassasiyet problemlerinin önüne geçebilmek için çalışmalar yapılmıştır. Klinik uygulama başarılarını arttırmak için materyalin formülasyonlarında, mekanik, fiziksel ve manüplasyon özelliklerinde birtakım modifikasyonlar yapılmıştır. Bununla birlikte son zamanlarda cam iyonomer simanın klinik uygulama tekniğinde değişiklikler tartışılmaktadır.¹² Geleneksel cam iyonomer simanlara ultrasonik cihaz ya da ışık kaynağı gibi eksternal bir enerji kaynağı ile dışarıdan ısı uygulanması, simanın hızlı ya da yönlendirilmiş sertleşmesine ve materyalin mekanik özelliklerinin artmasına sebep olmaktadır.¹³⁻¹⁹

Son zamanlarda geleneksel cam iyonomer simanların mekanik özelliklerinin artırılmasına yönelik pek çok çalışma yapılmaktadır. Isı artışı ile mekanik özelliklerin geliştirilmeye çalışıldığı Woolford'un,¹³ geleneksel cam iyonomer simanların yüzey sertliğini, Kleverlaan ve arkadaşlarının,²⁰ basma dayanıklılığını değerlendirdiği çalışmalarda, mekanik özelliklerde saptanan başarının, simana uygulanan ısıya bağlı olabileceği ihtimali, geleneksel cam iyonomer simanlarla bu konu üzerinde yoğunlaşılmasına neden olmuştur. Isı uygulaması simanın yapısını olumsuz yönde değiştirmemekte, flor salınımında istatistiksel olarak anlamlı bir düşmeye neden olmamaktadır.²¹ Cam iyonomer simanın bu şekilde sertleşmesine müdahale edilmesi "hızlı ya da yönlendirilmiş sertleşme" olarak tanımlanmıştır.²⁰ Kapsül formundaki simanların önceden ısıtılması, yüzeye ultrasonik olarak ya da ışıkla sertleşme cihazlarıyla ısı uygulanması restoratif CİS'in sertleşme reaksiyonunun başlangıç aşaması boyunca yüzey sertliğinde belirgin şekilde artışa sebep olduğu yapılan çalışmalarda gösterilmiştir.^{20,22-26} LED ile yönlendirilmiş sertleşme uygulamasının geleneksel yapıştırıcı cam iyonomer simanlardaki çapsal çekme dayanımına ve basma dayanımına etkisinin karşılaştırıldığı çalışmaya literatürde rastlanmamasından dolayı bu çalışma planlanmıştır. Yapıştırıcı simanların iyi basma ve çekme dayanımı göstermelerinin, sabit apareylerin uzun ömürlü olması ve klinik başarısı için gerekli olduğu bilinmektedir. Yapıştırıcı simanların kuvveti üzerine ulaşılabilen pek çok veri, yapıştırıcı simanlar için hazırlanmamış, kaide, liner ya da restoratif materyal üzerine yapılan çalışmalardan türetilmiştir.

Bu çalışmada çocuk diş hekimliğinde sabit yer tutucu apareylerin simantasyonunda kullanılan geleneksel cam iyonomer simanların mekanik özelliklerinin ısı uygulaması ile artırılması amaçlanmıştır. Bu çalışmanın hipotezi, LED cihaz ile uygulanan ısının, 3 farklı geleneksel cam iyonomer simanın basma dayanımı ve çapsal çekme dayanımı değerlerini artırabileceği yönünde oluşturulmuştur.

GEREK VE YÖNTEM

Deney materyalleri

Meron (VOCO, Cuxhaven, Almanya): Üretici talimatına göre bir damla likit ile bir ölçek toz uygun bir karıştırma kağıdında siman spatülü kullanılarak karıştırıldı. Likiti

oluşturan aköz solüsyon %10 tartarik asit içermektedir.

Ketac Cem Radyopak (3M ESPE, St Paul, MN, ABD): Likitin içeriği su (%80-90) ve tartarik asitten (%10-20), tozu ise cam tozu (%80-85), Polikarboksilik asitten (%10-20) oluşmaktadır. Üretici firmanın talimatlarına göre bir kaşık toz, iki damla likit ile karıştırılarak örnekler hazırlanmıştır.

Kavitan Cem (Spofadental, Markova, Çek Cumhuriyeti): Üretici talimatlarına göre 1:2 oranında, bir kaşık toz ile iki damla likit karıştırılarak siman hazırlandı. Tozunda florosilikam, likidinde itakonik asit bulunmaktadır.

Isı uygulaması

Geleneksel simanlardan hazırlanan örnekler sertleşmesi sırasında LED ışık kaynağı ile 60 sn ve 90 sn süreyle ısı uygulandı. Kontrol grubuna ısı uygulaması yapılmadı. Cam iyonomer simanların mekanik özelliklerini arttırmaya yönelik yapılan çalışmalar,^{13,22} geleneksel cam iyonomer simanlara en az 60 sn boyunca 60-80 °C arasında değişen sıcaklıklarda ısı uygulanmasının materyallerin mekanik dayanıklılığını arttırdığını göstermektedir. Çalışmamızda Elipar S10 (3M ESPE, St Paul, MN, ABD) marka 430-480 nm dalga boyunda, 1200 mW/cm² ışık yoğunluğuna sahip LED polimerizasyon cihazı ısı elde etme amacı için kullanıldı (Şekil 1).

Basma dayanımı ve çapsal çekme dayanımı testleri için, standartlara göre hazırlanmış kalıplarda toplam 180 örnek hazırlandı. Örnekler kullanılacak cam iyonomer siman markasına göre üç gruba ayrıldı. Her bir grup için farklı sertleşme modellerine bağlı olarak üç alt grup oluşturuldu. Bunlar ısı uygulanmayan kontrol grubu, LED ile 60 sn ve 90 s. ısı uygulanan yönlendirilmiş sertleşme grupları olmak üzere sınıflandırıldı.

Örneklerin hazırlanması

Çalışmamızda kullandığımız siman örnekleri ADA standartlarında²⁷ önerildiği üzere, (23±1) °C oda sıcaklığında ve %(50±5) rölatif nemlilikte hazırlandı. Siman örneklerinin toz ve likitini karıştırmaya başlamadan önce, siman örnekleri ve testlerde kullanılan aygıtlar, deney koşullarında [(23±1) °C ve %(50±5) rölatif nemlilik] en az bir saat bekletilerek, siman örneklerinin standart sıcaklık değerine gelmesi sağlandı. Oluşabilecek hatayı en aza indirmek için siman örnekleri aynı kişi (B.U.) tarafından hazırlandı.

Simanların toz/likit oranları üreticilerinin talimatlarına uygun olarak kullanıldı. Üreticinin önerdiği şekilde karıştırma kâğıdı üzerinde birer birer hazırlanıp kalıplara yerleştirildi. Düz bir yüzey elde etmek amacı ile örneklerin yüzeyine şeffaf bant uygulandı. Örnekler siman camı ile basınç uygulanarak hava kabarcıklarının oluşması engellendi ve kalıplardan taşan fazla materyaller uzaklaştırıldı.

Deney grubu örneklerine lamba olabildiğince yakın tutularak 60 sn ve 90 sn boyunca LED ile ısı uygulandı. ISO 9917:2007; cam iyonomer simanlara²⁸ basma dayanımı testinde örneklerin 1 saat kalıp içerisinde sertleşmesini sağlayıp, 23±0.5 saat distile suda bek-

letilmesinin, sertleşme sonrası güçlenme fazının tamamlanmasını sağlamak için önermektedir. Sertleşme fazının tamamlanması için ISO'da da belirtildiği şekilde, örnekler bir saat kalıp içinde bekletilip, sonrasında kalıptan çıkarılan örnekler (Şekil 1) 23±0.5 saat distile su içerisinde 37 °C'de 24 saat süre ile etüv cihazında saklandı.

Mekanik dayanıklılık testleri, İstanbul Medipol Üniversitesi Kavacık Kampüsü REMER laboratuvarında gerçekleştirildi. Basma dayanıklılığı ve çapsal çekme dayanıklılık testleri için bilgisayara bağlı Universal test cihazı (Shimadzu AG-IS 100kN Autograph, Kyoto, Japonya) kullanıldı (Şekil 1). Örnekler basma dayanımı testi için uzun eksenine dik bir şekilde, çapsal çekme dayanımı için de uzun eksenine yatay olacak şekilde plakalar arasına yerleştirildi.

Basma dayanıklılık testi

Basma dayanıklılık testi için Meron, Ketac Cem, Kaviton Cem marka yapıştırıcı cam iyonomer simanlarla 60 ve 90 sn LED uygulanmış ve LED ile ısı uygulanmamış gruplar için 10'ar adet örnek, ISO da belirtilen²⁸ boyutlarda, 6±0.1 mm yükseklik ve 4±0.1 mm çapa (genişliğe) sahip silindirik şekilde hazırlandı (Şekil 2). Karıştırma işleminden 24 saat sonra basma dayanıklılık testi yapıldı. Paralel olmayan örnek kenarlarının basma dayanım testinde yük verilirken, lokalize stres yoğunlaşmalarına sebep olarak erken kırık oluşumu gözlenmemesi için nemli filtre kağıdı kullanıldı. Örneklerin altına ve üstüne nemli filtre kağıdı konularak cihaza yerleştirildi (Şekil 2) ve her bir örnek için yeni bir filtre kağıdı kullanıldı. Silindirik şeklindeki örnekler uzun aksına paralel yönde 1 mm/dk yüklem oranında kuvvet uygulandı, kırıldığı andaki maksimum kuvvet bilgisayar tarafından kaydedildi.

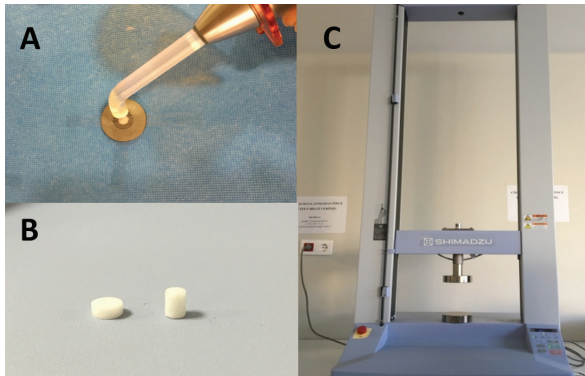
Bilgisayar kayıtları Trapezium programı kullanılarak yapıldı ve materyallerin basma dayanıklılığı aşağıdaki denklem kullanılarak hesaplandı.

$$C=4F/\pi d^2$$

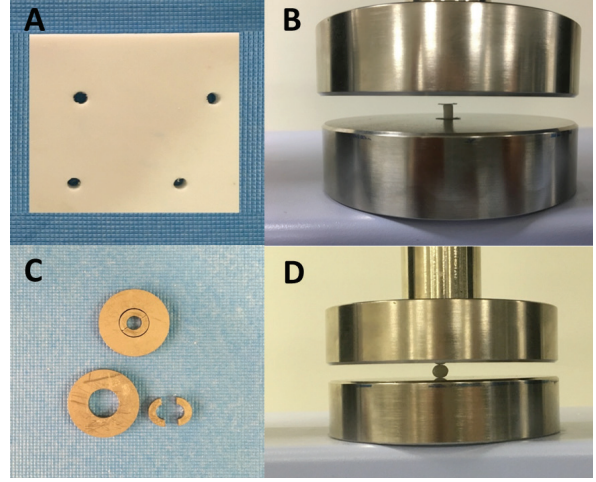
F: Newton olarak uygulanan maksimum kuvvet

d: milimetre olarak örneğin ölçülen çapı

Değerler Newton olarak elde edildi ve Megapaskala çevirildi.



Şekil 1. Mekanik test basamaklarına ait fotoğraflar; (A) Sertleşme sırasında Elipar S10 LED cihazı ile ışık uygulanması, (B) Kalıplarından çıkarılan örnekler, (C) Basma ve çapsal çekme testlerinin yapıldığı autograph cihazı.



Şekil 2. Mekanik test basamaklarına ait fotoğraflar; (A) Basma dayanıklılığı testi için kullanılan teflon kalıp, (B) Örnekler altına ve üstüne nemli filtre kağıdı kullanılarak cihaza yerleştirildi, (C) Çapsal çekme dayanım testi için hazırlanmış metal kalıp, (D) Çapsal çekme dayanıklılık testinde çapsal doğrultuda kuvvet uygulanması.

Çapsal çekme dayanıklılık testi

Çalışmada kullanılan materyallerin çapsal çekme dayanımını ölçmek amacı ile ADA standartları no. #66'da²⁷ belirtildiği üzere 6±0.1 mm çapa (genişliğe) ve 3±0.1 mm yüksekliğe sahip silindirik şekilde metal kalıplar hazırlandı (Şekil 2). Siman örnekleri üretici firmaların önerileri doğrultusunda karıştırıldı ve kalıplara yerleştirildi. Örnekler pres tablaları arasına çapsal yüklem yapılacak şekilde yerleştirildi (Şekil 2). Universal test makinesi ile 0.5 mm/dk kuvvet uygulanarak disk şeklinde hazırlanmış örneklerin çapsal yüklem altında çekme dayanımları aşağıdaki formül kullanılarak hesaplandı.

$$\text{Çapsal çekme dayanımı } MPa = 2F/\pi dL$$

F: Newton olarak uygulanan maksimum kuvvet

d: mm olarak örneğin ölçülen çapı

L: mm olarak örneğin uzunluğu

İstatistiksel analiz

Çalışmada elde edilen bulgular değerlendirilirken, istatistiksel analizler için IBM SPSS Statistics 22 (IBM SPSS, Şikago, IL, ABD) programı kullanıldı. Çalışmadaki örneklem sayısı, önceki bir çalışma referans alınarak G*Power (G*Power Ver. 3.0.10, Franz Faul, Universität Kiel, Almanya) paket programı kullanılarak hesaplandı. Yapılan Power analizi sonucunda çekme dayanımı için effect size d (etki boyutu):1.050 ve SD:1.18 alındığında Power: 0.80 ve α : 0.05 için tespit edilen örneklem sayısı her grup için minimum n=4 olarak saptandı. Çalışmanın gücünü arttırmak amacı ile her grubun örneklem sayısı n=10 olacak şekilde çalışmaya başlandı. Çalışma verileri değerlendirilirken parametrelerin normal dağılıma uygunluğu Shapiro-Wilk testi ile değerlendirildi (Tablo 1) ve parametrelerin normal dağılıma uygunluk gösterdiği saptandı. Niceliksel verilerin karşılaştırılmasında materyal ve ısı sürelerinin basma ve çapsal çekme dayanımı üzerindeki ortak etkisinin değerlendirilmesinde İki Yönlü ANOVA testi kullanıldı. Devam testleri olarak

Tablo 1. Ölçümlere ilişkin normallik varsayımının Shapiro-Wilk test (SW) ile değerlendirilmesi (MPa)

Isı Süresi	Basma dayanımı			Çapsal çekme dayanımı		
	Meron	Kavitan CEM	Ketac CEM	Meron	Kavitan CEM	Ketac CEM
Kontrol	0.946 (p=0.621)	0.902 (p=0.229)	0.948 (p=0.651)	0.928 (p=0.523)	0.944 (p=0.599)	0.937 (p=0.525)
60 sn.	0.870 (p=0.112)	0.897 (p=0.201)	0.941 (p=0.560)	0.944 (p=0.603)	0.968 (p=0.870)	0.944 (p=0.603)
90 sn.	0.877 (p=0.121)	0.941 (p=0.562)	0.939 (p=0.542)	0.902 (p=0.231)	0.902 (p=0.228)	0.902 (p=0.231)

Tek-Yönlü ANOVA testi ve post hoc değerlendirilmesinde Tukey HSD test ve/veya Tamhane's T2 test kullanıldı. Anlamlılık $p < 0.05$ düzeyinde değerlendirildi.

BULGULAR

Siman ve ısı sürelerinin basma dayanımı ve çapsal çekme dayanımı üzerine olan etkileri Tablo 2'de görülmektedir. Simanlar arasında basma dayanımı açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamaktadır ($p=0.001$; $p < 0.01$). Isı süreleri arasında basma dayanımı açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamaktadır ($p=0.001$; $p < 0.01$). Simanlar arasında çapsal çekme dayanımı açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamaktadır ($p=0.001$; $p < 0.01$).

Simanlar arasında basma dayanımları açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamaktadır ($p=0.001$; $p < 0.01$). Farklılığın hangi simandan kaynaklandığını saptamak amacıyla yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda (Tablo 3); Ketac Cem örneklerinin basma dayanımı Meron ($p=0.002$) ve Kavitan Cem ($p=0.001$) örneklerinden anlamlı şekilde yüksek bulundu ($p < 0.01$). Kavitan Cem ve Meron'un basma dayanımları arasında anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır ($p > 0.05$). Isı süreleri arasında basma dayanımları açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamaktadır ($p=0.001$;

$p < 0.01$). Farklılığın hangi ısı süresinden kaynaklandığını saptamak amacıyla yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda (Tablo 3); ısı verilmeyen örneklerin basma dayanımı, 60 saniye ($p=0.003$) ve 90 saniye ($p=0.002$) ısı verilen örneklerden anlamlı şekilde düşük bulundu ($p < 0.01$). 60 ve 90 sn ısı verilen örneklerin basma dayanımları arasında anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır ($p > 0.05$).

Simanlar arasında çapsal çekme dayanımları açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamaktadır ($p=0.001$; $p < 0.01$). Farklılığın hangi simandan kaynaklandığını saptamak amacıyla yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda; Kavitan Cem örneklerinin çapsal çekme dayanımı, Meron ($p=0.001$) ve Ketac Cem ($p=0.011$) örneklerinden anlamlı şekilde düşük bulundu ($p < 0.05$; $p < 0.01$). Meron ve Ketac Cem örneklerinin çapsal çekme dayanımları arasında anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır ($p > 0.05$). Isı süreleri arasında çapsal çekme dayanımları açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır ($p > 0.05$).

Tablo 4'te siman ve ısı sürelerinde ayrı ayrı basma dayanımları ve çapsal çekme dayanımları görülmektedir. Isı verilmediğinde; simanlar arasında basma dayanımları açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamaktadır ($p=0.001$; $p < 0.01$). Farklılığın hangi

Tablo 2. Siman ve ısı sürelerinin basma dayanımı ve çapsal çekme dayanımı üzerine olan etkilerinin değerlendirilmesi (MPa)

	Basma dayanımı		Çapsal çekme dayanımı	
	F	P	F	P
Siman	18.421	0.001	11.389	0.001
Isı süresi	11.882	0.001	0.088	0.916
Siman*Isı süresi	2.404	0.056	0.403	0.806

İki-Yönlü ANOVA Test

Tablo 3. Siman ve ısı sürelerine göre basma dayanımlarının ve çapsal çekme dayanımlarının değerlendirilmesi (MPa)

		Basma dayanımı	Çapsal çekme dayanımı
		Ort±SS	Ort±SS
Siman	Meron	86.96±15.68	6.69±1.08
	Kavitan Cem	81.4±12.03	5.07±0.88
	Ketac Cem	99.35±12.31	6.22±1.8
	P	0.001	0.001
Isı süresi	Kontrol	80.72±13.94	5.91±1.44
	60 saniye	93.21±15.99	6.01±1.32
	90 saniye	93.78±12.42	6.06±1.67
	P	0.001	0.930

Tek-Yönlü ANOVA Test

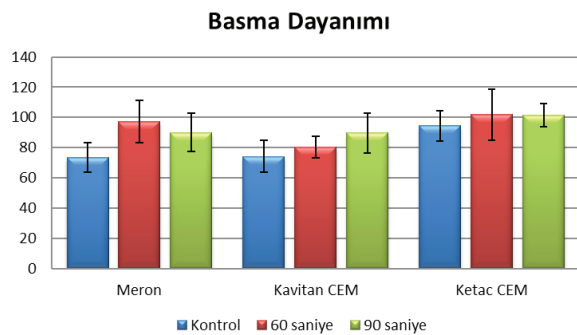
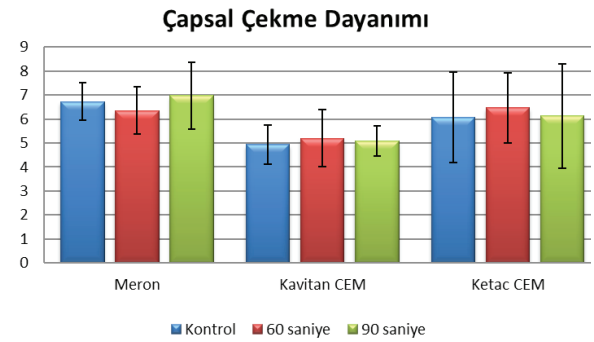
Tablo 4. Siman ve ısı sürelerinde basma dayanımı ve çapsal çekme dayanımı değerlendirilmesi (MPa)

Isı süresi	Basma dayanımı (Ort±SS)			P	Çapsal çekme dayanımı (Ort±SS)			P
	Meron	Kavitan CEM	Ketac CEM		Meron	Kavitan CEM	Ketac CEM	
Kontrol	73.43±9.89	74.22±10.39	94.53±10.11	0.001	6.73±0.79	4.94±0.82	6.07±1.89	0.014
60 sn.	97.41±14	80.27±7.07	101.94±16.95	0.003	6.35±0.98	5.20±1.19	6.46±1.45	0.054
90 sn.	90.05±12.78	89.72±13.15	101.58±7.73	0.046	6.98±1.39	5.07±0.63	6.12±2.16	0.032
P	0.001	0.011	0.327		0.439	0.813	0.877	

Tek-Yönlü ANOVA Test

simandan kaynaklandığını saptamak amacıyla yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda; Ketac Cem örneklerinin basma dayanımı, Meron (p=0.001) ve Kavitan Cem (p=0.001) örneklerinden anlamlı şekilde yüksek bulundu (p<0.01). 60 sn ısı verildiğinde; simanlar arasında basma dayanımları açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmaktadır (p=0.003; p<0.01). Farklılığın hangi simandan kaynaklandığını saptamak amacıyla yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda; Kavitan Cem örneklerinin basma dayanımı, Meron (p=0.012) ve Ketac Cem (p=0.009) örneklerinden anlamlı şekilde düşük bulundu (p<0.05; p<0.01). 90 sn ısı verildiğinde; simanlar arasında basma dayanımları açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmaktadır (p=0.046; p<0.01). Farklılığın hangi simandan kaynaklandığını saptamak amacıyla yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda; Ketac Cem'in basma dayanımı, Meron (p=0.033) ve Kavitan Cem (p=0.029) den anlamlı şekilde yüksek bulundu (p<0.05) (Şekil 3).

Isı verilmediğinde; simanlar arasında çapsal çekme dayanımları açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmaktadır (p=0.014; p<0.05). Farklılığın hangi simandan kaynaklandığını saptamak amacıyla yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda; Meron'un çapsal çekme dayanımı, Kavitan Cem'den anlamlı şekilde yüksek bulundu (p=0.001; p<0.01). 60 sn ısı verildiğinde; simanlar arasında çapsal çekme dayanımları açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır (p>0.05). 90 sn ısı verildiğinde; simanlar arasında çapsal çekme dayanımları açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmaktadır (p=0.032; p<0.05). Farklılığın hangi simandan kaynaklandığını saptamak amacıyla yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda; Meron'un çapsal çekme dayanımı, Kavitan CEM'den anlamlı

**Şekil 3.** Simanların ısı uygulama sürelerine göre ortalama basma dayanıklılık değerleri (MPa)**Şekil 4.** Simanların ısı uygulama sürelerine göre ortalama çapsal çekme dayanıklılık değerleri (MPa)

şekilde yüksek bulundu (p:0.005; p<0.01). Diğer simanlar arasında çapsal çekme dayanımları açısından anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır (p>0.05) (Tablo 4) (Şekil 4).

Meron örneklerinde; ısı süreleri arasında basma dayanımları açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmaktadır (p=0.001; p<0.01). Farklılığın hangi ısı süresinden kaynaklandığını saptamak amacıyla yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda; ısı verilmeyen örneklerin basma dayanımı, 60 sn (p=0.001) ve 90 sn (p=0.015) ısı verilen örneklerden anlamlı şekilde düşük bulundu (p<0.05; p<0.01).

Kavitan Cem örneklerinde; ısı süreleri arasında basma dayanımları açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmaktadır (p=0.011; p<0.05). Farklılığın hangi ısı süresinden kaynaklandığını saptamak amacıyla yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda; 90 sn ısı verilen örneklerin basma dayanımı, ısı verilmeyen örneklerden anlamlı şekilde yüksek bulundu (p=0.007; p<0.01).

Ketac Cem örneklerinde; ısı süreleri arasında basma dayanımları açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır (p>0.05).

TARTIŞMA

Bu çalışmada, çocuk diş hekimliğinde yapıstırıcı siman olarak sıklıkla kullanılan 3 farklı geleneksel cam iyonomer simanın üstün özelliklerini bozmadan, pulpaya ve ağız içi dokulara zarar vermeyecek şekilde, ısı uygulaması ile simanın mekanik özelliklerine etkisine bakıldı. Bu amaçla çalışmamızda *in vitro* koşullarda siman örneklerine 1200 mW/cm² ışık yoğunluğuna sahip LED

ışık kaynağı ile 60 ve 90 saniyelik ısı uygulamasının ardından basma dayanımı ve çapsal çekme dayanımı değerlendirildi.

Dayanıklılık, yapıştırıcı siman seçerken göz önünde bulundurulması gereken önemli mekanik özelliklerden biri olarak vurgulanmaktadır. Yapıştırıcı simanlar, ağız içerisinde buldukları süre boyunca çiğneme kuvvetleri tarafından basma ve çekme gerilmelerine maruz kalmaktadırlar.²⁹ Literatürde simanların mekanik özelliklerini değerlendirmek için sık kullanılan metotlardan birisi basma dayanımı testidir. Basma dayanımı, materyalin oklüzal kuvvetlere karşı dayanımını ifade eder ve yapıştırıcı simanların klinik başarısı için önemli bir gösterge olarak kabul edilmektedir. Çünkü yapıştırıcı simanların, çiğneme kuvvetlerini tolere edebilmek için yüksek basma dayanımı göstermesi gerekmektedir. Çekme dayanımı da bu simanların oldukça kırılğan ve çekme başarısızlığına yatkın olmasından dolayı oldukça önemlidir. Çoğu materyal ile ilişkili klinik başarısızlığın, materyalin düşük çekme direncinden kaynaklandığı görülmüştür. Yapıştırıcı simanlar gibi kırılğan materyallere doğrudan çekme testi ve eğilme çekme testleri uygulandığında meydana gelebilecek zorluklardan kaçınmak için bu tip materyallere çekme testinin bir modifikasyonu olan çapsal çekme testi daha yaygın olarak kullanılmaktadır.³⁰ Çalışmamızda da basma dayanımı ve çapsal çekme dayanımı testleri uygulandı.

Algera ve ark.²⁴ geleneksel cam iyonomer simanların ortodontik braket simantasyonunda rezin içerikli materyallere bir alternatif olabileceğini değerlendirmek için ışık kaynağı (Elipar trilight 3M 750 mW/cm²) ve ultrason ile ısı uygulamasının braketlerin bağlanma dayanımına etkisini incelemiştir. Yukarıda bahsedilen çalışmada kullanılan geleneksel yapıştırıcı cam iyonomer simanın dişe bağlanma dayanıklılığında artış yalnızca halojen ışık uygulaması ile elde edilmiştir. Ultrason cihazı uygulanan örneklerde dişe yapışma dayanıklılığında artma göstermemesinin sebebi halojene kıyasla çok daha düşük ısı açığa çıkarmasıyla açıklanabilmektedir. Çalışmada 60 saniye ısı uygulamasının pulpa odasında, halojen lamba ile 2.5 °C, ultrasonik cihaz ile 1 °C sıcaklık artışı olduğu bildirilmiştir. Ultrasonik metotta karşılaşılan bir diğer problem ise oluşan titreşim sebebiyle braketlerde fiksasyon sağlamanın zorlaşmasıdır, bu da bağlanma dayanıklılığını olumsuz yönde etkileyebilmektedir. Klinik kullanıma uygun olması, çevre dokulara zarar vermeden ağız içinde tutulabilmesi, piyasada kolay bulunabilmesi, halojene kıyasla daha yüksek yoğunlukta ışık şiddetine sahip olması ve daha yüksek ısı açığa çıkarması nedeniyle çalışmamızda LED ışık kaynağını kullandık.

Woolford'a göre¹³ ısı uygulaması ile reaksiyon hızlanmasının uzun süreli etkisinin olması ve yüzey sertliğini artırabilmesi için en az 60 sn süresince simana enerji uygulanmalıdır. Isı kaynağı olarak kızılötesi ışın ve halojen lamba kullandığı çalışmada, halojen lambadan 60 sn sonra elde edilen sıcaklık değeri 60 °C'ye, kızılötesi lambada ise 80 °C'ye ulaşmıştır. Kızılötesi ışık

ile hazırlanan örneklerde, halojen kullanılanlara kıyasla daha yüksek yüzey sertliği elde edilmiştir.¹³ Molina ve ark.³¹ çalışmamızda kullandığımız gibi ısı kaynağı olarak LED kullanmış ve ısının restoratif cam iyonomer simanların eğilme dayanımı üzerine etkisini incelemiştir. Çalışmada 60 sn ısı uygulanan grupta, 30 sn ısı uygulanan gruba göre daha yüksek değerler elde edilmiştir. Bu çalışmada bir gruba 60 sn diğer gruba 90 sn LED ile ısı uygulanmıştır. 90 ve 60 sn ısı uygulanan gruplar arasında Meron ve Ketac Cem'de istatistiksel olarak anlamlı farklılık olmamış, ancak Kavitan Cem'de 90 sn'de basma dayanımı 60 sn ısı uygulanan örneklerden daha yüksek olarak bulunmuştur.

Kleverlaan ve ark.²⁰ ise, geleneksel cam iyonomer simanlara ısı uygulayarak mekanik özelliklerini arttırmaya çalıştığı çalışmada, 70 °C'ye ısıtılmış metal levhalar arasında örnekleri 5 dk süresince bekletmenin, ultrasonik titreşim uygulanan örneklerle kıyasla materyalin basma dayanıklılığını daha çok arttırdığını göstermiştir. Yapılan çalışma göstermiştir ki mekanik özellikler ile dışarıdan eklenen ısı enerjisinin miktarı arasında belirgin bir ilişki vardır. Yukarıda bahsedilen çalışmada hazırladıkları örneklerin her iki yüzeyine de ısı uygulaması yapılmıştır. Ancak çalışmamızda klinikte yer tutucunun iç yüzeyinden ısı uygulaması yapmak mümkün olmadığı için sadece tek yüzeye ısı uygulaması yapılmıştır.

Gorseta ve ark.³² 1200 mW/cm² ışık yoğunluğunda LED kullandıkları çalışmalarında, restoratif cam iyonomer simanlara 40 sn boyunca LED ile ısı uygulamasının marjinal adaptasyonu arttırdığını ve mikrosızıntıyı azalttığını göstermişlerdir.

Barata ve ark.³³ 20 sn boyunca ultrason uygulamasının çapsal çekme dayanımına ve basma dayanımına etkilerini inceledikleri çalışmada basma dayanımının arttığını ancak çapsal çekme dayanımında belirgin bir etkisi olmadığını saptamıştır. Bu çalışmada da kontrol grubu ile 60 ve 90 sn LED uygulanan gruplarda basma dayanımı artarken, çapsal çekme dayanımında istatistiksel olarak anlamlı bir fark görülmemiştir. Çapsal çekme dayanımında bizim çalışmamızda da olduğu gibi belirgin farklılık görülmemesi sebebi net olmamakla birlikte, cam iyonomer simanın farklı vizkoelastik davranışları ve kırık modelleri olmasıyla ilişkilendirilebilmektedir.

Isının yüksek viskoziteli geleneksel CİS'ler üzerinde uzun dönem mekanik etkilerinin incelendiği bir başka çalışmada³⁴, ısı elde etmek amacıyla deney gruplarına LED ışık kaynağı ile 20 sn ve 60 sn ışık uygulaması (Bluephase, Ivoclar 1.435 mW/cm²). Isı uygulamasının reaksiyon hızını arttırdığını ancak uzun dönemde mekanik özellikleri üzerinde belirgin bir etkiye sebep olmadığı gösterilmiştir.

Cam iyonomer simana sertleşme reaksiyonu boyunca ısı uygulaması, Kleverlaan ve ark.²⁰ ve Algera ve ark.²⁴ çalışmalarında basma dayanımını arttırmış, Gorseta ve ark.³² çalışmada ise mikrosızıntıyı azaltıp mine duvarlarına adaptasyonu arttırdığı görülmüştür. Molina ve ark.³¹ ısı uygulamasının eğilme dayanımına

etkisini incelediği çalışmada 30 ve 60 sn boyunca 1400 mW/cm² ışık gücüne sahip LED ile ısı uygulamasının, kontrol grubu ile kıyaslandığında daha yüksek değerler verdiğini raporlamıştır. Molina ve ark.³¹ uygulanan ısının hastayı rahatsız etmemesi ve yüksek ısıların simanın mikroyapısında oluşturabileceği dehidratasyon kaynaklı yan etkilerin önlenmesi için çok artırılmasını önermektedir.

Bu çalışma *in vitro* koşullarda oluşturulduğu için çalışma dizaynı gereği *in vivo* koşullarda oluşacak sonuçlardan farklılık gösterebilecektir. *In vivo* koşullarda materyal pek çok faktörden (nem kontrolü, hasta kooperasyonu ve tükürük özellikleri) etkilenebileceği için materyal farklı davranışlar sergileyebilecektir. *In vitro* koşulların ağız içini taklit edememesi bu çalışmanın bir limitasyonu olarak görülmektedir. Bir diğer limitasyon, yer tutucu uygulamalarında kullanılan banttaki metal alaşımın ve siman kalınlığının örneklerde kullanılan kalıplardan ve siman boyutlarından farklı olmasıdır.

Ultrason uyarımı ve ışık gibi eksternal enerji kaynakları ile sertleşme süresinin kısaltılması hastaya daha hızlı tedavi verilmesini sağlarken, aynı zamanda cam iyonomer simanın erken dönem yüzey özelliklerini geliştirilmesi de sağlanabilir. Bu açıdan çocuk diş hekimliğinde cam iyonomer simanın kullanımı artırılması ve kolaylaştırması açısından önemlidir.³⁵ Piyasada bulunan farklı marka cam iyonomer simanlar içeriklerinin aynı olmaması sebebiyle dışarıdan verilen tepkilere farklı yanıtlar geliştirmektedir. Bu bulgular yapıştırıcı cam iyonomer simanların mekanik özelliklerini geliştirmekte yönlendirilmiş sertleşme metodunun etkili olabileceğini göstermektedir. Ancak uygulanacak olan materyal seçiminin daha doğru yapılması için *in vitro* araştırmalara ve materyallerin *in vivo* koşullardaki gerçek davranışlarının belirlenmesi amacıyla uzun dönem kontrollü klinik çalışmalara gerek duyulmaktadır.

SONUÇ

Sonuç olarak, geleneksel yapıştırıcı cam iyonomer simanlara LED ışık kaynağı ile ısı uygulaması çapsal çekme dayanımını etkilememekte, basma dayanıklılığında ise materyale bağlı olarak gelişmeye sebep olmaktadır. Meron ve Kavitan Cem marka cam iyonomer simanların LED uygulamasıyla basma dayanıklılığı değerleri belirgin ölçüde arttığı tespit edilmiştir. Özellikle kooperasyon süreleri kısa olan çocuk hastalarda, simantasyon işlemlerinin hızlı şekilde gerçekleştirilmesi ve simanın mekanik özelliklerini güçlendirip, daha dayanıklı olabilmesi için LED ışık kaynakları ile ısı uygulanmasının yarar sağlayabileceği düşünülmektedir.

TEŞEKKÜR VE ANMA

Bu çalışmanın ortaya çıkmasında katkısı olan sayın Doç. Dr. Aslı Patır Münevveroğlu'na teşekkürlerimizi sunarız.

KAYNAKLAR

1. Chaudhary V, Shrivastava B, Bhatia HP, Aggarwal A, Singh AK, Gupta N. Multifunctional Ribbond--a versatile tool. *J Clin Pediatr Dent* 2012;36:325-8.
2. Baroni C, Franchini A, Rimondini L. Survival of different types of space maintainers. *Pediatr Dent* 1994;16:360-1.
3. Tannure PN, Valinoti AC, Maia LC. The use of a natural tooth crown following traumatic injuries in primary dentition. *J Clin Pediatr Dent* 2009;33:275-8.
4. Laing E, Ashley P, Naini FB, Gill DS. Space maintenance. *Int J Paediatr Dent* 2009;19:155-162.
5. Qudeimat MA, Fayle SA. The longevity of space maintainers: a retrospective study. *Pediatr Dent* 1998;20:267-72.
6. Kirzioğlu Z, Ertürk MSO. Success of reinforced fiber material space maintainers. *J Dent Child (Chic)* 2004;71:158-62.
7. Sasa IS, Hasan AA, Qudeimat MA. Longevity of band and loop space maintainers using glass ionomer cement: a prospective study. *Eur Arch Paediatr Dent* 2009;10:6-10.
8. Karan S, Toroğlu S. Orthodontic Banding Cements. *Turkish J Orthod* 2009;22:267-74.
9. Cantekin K, Delikan E, Cetin S. *In vitro* bond strength and fatigue stress test evaluation of different adhesive cements used for fixed space maintainer cementation. *Eur J Dent* 2014;8:314-9.
10. Millett DT, Duff S, Morrison L, Cummings A, Gilmour WH. *In vitro* comparison of orthodontic band cements. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2003;123:15-20.
11. Mandall NA, Hickman J, Macfarlane TV, Mattick RC, Millett DT, Worthington HV. Adhesives for fixed orthodontic brackets. *Cochrane database Syst Rev* 2018;4:CD002282.
12. Daifalla LE, Mobarak EH. Effect of ultrasound application during setting on the mechanical properties of high viscous glass-ionomers used for ART restorations. *J Adv Res* 2015;6:805-10.
13. Woolford MJ. Effect of radiant heat on the surface hardness of glass polyalkenoate (ionomer) cement. *J Dent* 1994;22:360-3.
14. Tolidis K, Dionysopoulos D, Gerasimou P, Sfeikos T. Effect of radiant heat and ultrasound on fluoride release and surface hardness of glass ionomer cements. *J Appl Biomater Funct Mater* 2016;14:e463-9.
15. Dionysopoulos D, Tolidis K, Strakas D, Gerasimou P, Sfeikos T, Gutknecht N. Effect of radiant heat on conventional glass ionomer cements during setting by using a blue light diode laser system (445 nm). *Lasers Med Sci* 2017;32:703-9.
16. Dionysopoulos D. Is it possible to improve the clinical behavior of glass ionomer cement restorations? *ARC Journal of Dental Science* 2019;4:6-8.
17. Gavic L, Gorseta K, Glavina D, Czarnicka B, Nicholson JW. Heat transfer properties and thermal cure of glass-ionomer dental cements. *J Mater Sci Mater Med* 2015;26:249.
18. Kuter B, Eden E, Yildiz H. The effect of heat on the mechanical properties of glass ionomer cements. *Eur J Paediatr Dent* 2013;14:90-4.
19. Dehurtevent M, Deveaux E, Hornez JC, Robberecht L, Tabary N, Chai F. Influence of heat and ultrasonic treatments on the setting and maturation of a glass-ionomer cement. *Am J Dent* 2015;28:105-10.
20. Kleverlaan CJ, van Duinen RNB, Feilzer AJ. Mechanical properties of glass ionomer cements affected by curing methods. *Dent Mater* 2004;20:45-50.
21. Woolford MJ, Grieve AR. Release of fluoride from glass polyalkenoate (ionomer) cement subjected to radiant heat. *J Dent* 1995;23:233-7.
22. Towler MR, Bushby AJ, Billington RW, Hill RG. A preliminary comparison of the mechanical properties of chemically cured and ultrasonically cured glass ionomer cements, using nano-indentation techniques. *Biomaterials* 2001;22:1401-6.
23. O'Brien T, Shoja-Assadi F, Lea SC, Burke FJT, Palin WM. Extrinsic energy sources affect hardness through depth during set of a glass-ionomer cement. *J Dent* 2010;38:490-5.
24. Algera TJ, Kleverlaan CJ, de Gee AJ, Prah Andersen B, Feilzer AJ. The influence of accelerating the setting rate by ultrasound or heat

on the bond strength of glass ionomers used as orthodontic bracket cements. *Eur J Orthod* 2005;27:472–6.

25. Tanweer N, Jouhar R, Ahmed MA. Influence of ultrasonic excitation on microhardness of glass ionomer cement. *Technol Health Care* 2020;28:587–92.

26. Baloch F, Mirza A, Baloch D. An in-vitro study to compare the microhardness of glass ionomer cement set conventionally versus set under ultrasonic waves. *Int J Health Sci (Qassim)* 2010;4:149–55.

27. Association AD. ANSI/ADA specification no. 66 for dental glass ionomer cements. Council on Dental Materials, Instruments, and Equipment. *J Am Dent Assoc* 1989;119:205.

28. International Standards Organization. Dental-water-based cements. Part 1: Powder/liquid acid-base cements. ISO 9917-1:2007. International Standards Organization, Geneva; 2016.

29. Anusavice KJ, Phillips RW, Shen C, Rawls HR. Phillips' science of dental materials. 12th ed. St. Louis, MO: Elsevier/Saunders; 2013.

30. White SN, Yu Z. Compressive and diametral tensile strengths of current adhesive luting agents. *J Prosthet Dent* 1993;69:568–72.

31. Fabián Molina G, Cabral RJ, Mazzola I, Brain Lascano L, Frencken JE. Biaxial flexural strength of high-viscosity glass-ionomer cements heat-cured with an LED lamp during setting. *Biomed Res Int* 2013;2013:838460.

32. Gorseta K, Glavina D, Skrinjaric I. Influence of ultrasonic excitation and heat application on the microleakage of glass ionomer cements. *Aust Dent J* 2012;57:453–7.

33. Barata T, Bresciani E, Adachi A, Fagundes T, Carvalho C, Navarro M. Influence of Ultrasonic Setting on Compressive and Diametral Tensile Strengths of Glass Ionomer Cements. *Mater Res* 2008;11:57–61.

34. Menne-Happ U, Ilie N. Effect of heat application on the mechanical behaviour of glass ionomer cements. *Clin Oral Investig* 2014;18:643–50.

35. Guglielmi CAB, Mohana A, Hesse D, Lenzi TL, Bonini GC, Raggio DP. Influence of ultrasound or halogen light on microleakage and hardness of enamel adjacent to glass ionomer cement. *Int J Paediatr Dent* 2012;22:110–5.

effect on diametral tensile strength between control and heated groups of three GICs. Heating the luting glass ionomer cements with LED curing light during setting has resulted in both a command set and an improvement in the final compressive strength values for Meron ($p<0.01$) and Kavitan Cem ($p<0.01$) samples. Statistical analysis revealed that heat application had no statistically significant effect on the mechanical behavior of Ketac Cem ($p>0.05$).

CONCLUSION: The diametral tensile strength was not enhanced by heat application, but its positive effect on the compressive strength values depends on the materials' properties and heating time.

KEYWORDS: Compressive strength; glass ionomer cements; tensile strength

The effect of LED application on the mechanical properties of conventional luting glass ionomer cements

ABSTRACT

OBJECTIVE: The aim of this study was to evaluate the effect of heat application with LED on mechanical properties of conventional luting glass ionomer cements.

MATERIALS AND METHOD: Ketac Cem Radiopaque, Meron and Kavitan Cem as luting glass ionomer cements, LED light curing unit Elipar s10 (1200mW/cm²) as heat source was used. For compressive strength test, samples were prepared in teflon molds (depth:6mm/diameter:4mm), and for the diametral tensile strength test samples were prepared in metallic molds (depth:3mm/diameter:6mm). Samples were evaluated using three different preparation methods; no heat, heat by means of a LED curing unit for 60, and 90 seconds (n=10). Heat was applied to cements placed in the mold to apply 'command set' method when setting occurred. All mechanical tests were carried out 24 hours following the setting of glass ionomer cements. Data was evaluated using two-way ANOVA. A p-value <0.05 was considered as statistically significant.

RESULTS: Heat application had no statistically significant