

ÖN ISITMA İŞLEMİNİN CAM İYONOMER SİMANIN SERTLEŞME SÜRESİNE ETKİSİ

THE EFFECT OF PREHEATING ON THE SETTING TIME OF GLASS IONOMER CEMENT

ÖZ

Amaç: Dental restoratif materyaller arasında önemli yeri olan cam iyonomer simanların sertleşme süresi, simanın erken dönemde neme karşı hassasiyeti ve çalışma koşulları göz önüne alındığında büyük önem arz etmektedir. Restoratif materyallerde ön ısıtma işlemi ile sertleşme sürelerinde farklılıklar oluşabilmektedir. Bu nedenle; çalışmanın amacı, dört farklı sıcaklıkta (4 °C, 23 °C, 39 °C, 55 °C) hazırlanan cam iyonomer simanların sertleşme sürelerinin karşılaştırılması olarak değerlendirilmesidir.

Gereç ve Yöntemler: Bu çalışmada dört farklı sıcaklıkta hazırlanmış olan (4 °C, 23 °C, 39 °C, 55 °C) radyopak cam iyonomer simandan (R&D Series Nova Glass-L, Imicryl, Konya, Turkey) hazırlanan disklerin sertleşme süreleri karşılaştırıldı. Buzdolabında bekletilen, oda ısısında bekletilen ve kompozit ısıtma cihazı (Micerium, S.p.a., Avegno GE, İtalya) ile 39 °C ve 55°C ön ısı değerlerine ulaştırılan cam iyonomer siman bir cam tabakaya (100x100x4 mm) yerleştirilerek karşılaştırıldı. Hazırlanan karışım 10 mm çapında ve 2 mm kalınlığında silikon disklerle yerleştirildi. Simanın sertleşme süresini ölçmek için Vicat penetrasyon testi kullanıldı. Elde edilen veriler One Way ANOVA ve t-testi ile analiz edilerek istatistiksel olarak değerlendirildi.

Bulgular: Cam iyonomer simanın dört farklı sıcaklık derecesinde sertleşme süreleri arasında istatistiksel açıdan anlamlı fark gözlemlendi. (p<0.05). 4 °C den 55 °C sıcaklık değerine kadar ısının artırılmasıyla sertleşme süresi azaldığı izlendi. En uzun sertleşme süresi 4 °C sıcaklıkta görülürken en kısa sertleşme süresi 39 °C sıcaklıkta gözlemlendi.

Sonuç: Cam iyonomer simana ön ısıtma işlemi ile sertleşme sürelerinde farklılıklar gözlenebilmektedir. Klinik kullanımda ihtiyaç duyulan süreye göre sertleşme süresini kısaltmak ya da arttırmak mümkündür.

Anahtar Kelimeler: Cam İyonomer Siman, Ön Isıtma, Sertleşme Süresi.

ABSTARCT

Objective: The setting time of glass ionomer cement is important in terms of the sensitivity of the cement to moisture and working conditions in the early period. In restorative materials, there may be differences in the setting times with the preheating process. Therefore, the aim of the study is to compare the setting times of glass ionomer cements prepared at four different temperatures (4 °C, 23 °C, 39 °C, and 55 °C).

Materials and Method: In this study, discs prepared from radiopaque glass ionomer cement preheated at four different temperatures (4 °C, 23 °C, 39 °C, 55 °C) and their setting times were compared. Glass ionomer cement, which was reached to preheat values by keeping it in the refrigerator, keeping it at room temperature, and using a composite heating device to bring it to 39 °C and 55 °C, was placed on a glass layer and mixed. It was placed on 10 mm diameter and 2 mm thick silicone discs. Vicat penetration test was used to measure the setting time. The obtained data were analyzed statistically by using One Way ANOVA and t-test.

Results: A statistically significant difference was observed between the setting times of the glass ionomer cement at four different temperatures (p<0.05). It was observed that the setting time decreased with increasing temperature from 4 °C to 55 °C.

Conclusion: Differences in setting times can be observed with the preheating of glass ionomer cement. It is possible to decrease or increase the setting time according to the time needed in clinical usage.

Key Words: Glass Ionomer Cement, Preheating, Setting Time.

Ebru Hazar BODRUMLU¹
ORCID: 0000-0002-3474-5583

Gözde ARSLAN¹
ORCID: 0000-0001-6790-3982

¹Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi,
Diş Hekimliği Fakültesi, Pedodonti AD,
Zonguldak, Türkiye



Geliş tarihi / Received: 08.05.2022

Kabul tarihi / Accepted: 05.07.2022

DOI: xx.xxxxx/jids.2019.xxx

İletişim Adresi/Corresponding Adress:

Ebru Hazar BODRUMLU
Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi,
Diş Hekimliği Fakültesi, Pedodonti AD,
Zonguldak, Türkiye

E-posta:hazarebru@yahoo.com

GİRİŞ

Diş çürüğü, diş yüzeyindeki plak içerisinde bulunan mikroorganizmaların, karbonhidratları fermente etmesiyle ortaya çıkan asidin diş sert dokularında meydana getirdiği yıkım ile karakterize enfeksiyöz bir hastalıktır (1). Diş çürüğünün oluşması büyük ölçüde önlenilebileceği gibi çürük oluştuktan sonra da tedavisinde çeşitli restoratif materyaller kullanılmaktadır. Süt dişlerinde sıklıkla kullanılan restoratif materyallerden biri de cam iyonomer simanlardır (2).

Cam iyonomer simanlar, mine ve dentine adezyon göstermesi, flor salınım özelliği, çürük insidansının yüksek olduğu bireylerde antikaryojenik özelliğinden faydalanılması, izolasyonun yetersiz olduğu bölgelerde iyi adaptasyon göstermesi gibi avantajları nedeniyle özellikle çocuk diş hekimliğinde yaygın ve geniş bir kullanım alanına sahiptir. Toz ve likit şeklinde olan cam iyonomer simanların toz içeriği kalsiyum alüminyum florosilikat, baryum oksit, çinko oksit; likit içeriği poliakrilik asit, akrilik asit ve itakonik asit kopolimeri solüyonu, tartarik asit, paraben, deiyonize su içermektedir. Düşük aşınma direnci, mikrosızıntı, ağız içi ve ağız dışı ortamda çalışma süresinin kısıtlı olması bu materyalin dezavantajlarından biridir (3-8). Asit baz reaksiyonu ile sertleşen cam iyonomer simanların en önemli dezavantajlarından biri ise erken dönemde neme karşı duyarlı olmasıdır (9). Bu özellikleri nedeniyle cam iyonomer simanların sertleşme süreleri önem arz etmektedir.

Restoratif materyallerin sertleşme süresini etkileyen birçok faktör söz konusu olmakla birlikte bunlardan en önemlisi sıcaklıktır. Cam iyonomer simanın ısısının artırılmasının mikrosızıntı, marjinal adaptasyon, yüzey sertliği gibi simanın mekanik özelliklerini iyileştirdiğini gösteren çalışmalar söz konusudur (8,10). Ancak cam iyonomer simanları kapsayan çalışmalar genellikle ısının mekanik özellikler üzerine olan etkisiyle ilişkilidir. Isının sertleşme süresine olan etkisiyle ilgili çalışmalar ise sınırlıdır (11). Bu çalışmanın amacı, dört farklı sıcaklıkta (4 °C, 23 °C, 39 °C, 55 °C) hazırlanan cam iyonomer simanların sertleşme sürelerinin karşılaştırılması olarak değerlendirilmesidir. Null hipotezi sertleşme süreleri arasında anlamlı bir fark yoktur şeklinde kurulmuştur.

GEREÇ VE YÖNTEMLER

Bu çalışmada dört farklı sıcaklıkta hazırlanmış olan (4°C, 23°C, 39°C, 55°C) radyopak cam iyonomer simandan (R&D Series Nova Glass-L, Imicryl, Konya,

Turkey) hazırlanan diskler değerlendirilerek sertleşme süreleri karşılaştırıldı.

Değerlendirilen cam iyonomer siman materyalinin kompozisyonu toz ve likitten oluşmaktadır. Üretici firma, uygulama aşamaları bitirildikten sonra spatül ile karıştırma kağıdındaki tozun likide kısım kısım eklenerek hızlıca karıştırılmasını önermektedir.

Çalışmada cam iyonomer siman likiti dört farklı sıcaklıkta ısıtılarak (4°C, 23°C, 39 °C, 55 °C) sertleşme süreleri değerlendirildi. Çalışma; ısıtılan sıcaklık derecelerine göre 4 farklı grupta, her grupta 12'şer örnek hazırlanarak gerçekleştirildi. Her bir grupta likit ısılarının farklı olmasının dışında örnekler aynı şekilde hazırlandı. Cam iyonomer simanı 4 °C sıcaklık değerine ulaştırabilmek için simanın likiti 48 saat boyunca 4 °C buzdolabında bekletildi. Cam iyonomer simanı 23 °C oda sıcaklığına ulaştırabilmek için ise likit oda sıcaklığında (23 °C) 48 saat bekletildi. Cam iyonomer simanı 39 °C ve 55 °C sıcaklığa getirmek için ise kompozit ısıtma cihazı (Micerium, S.p.a., Avegno GE, İtalya) üretici firma talimatlarına göre kullanıldı. Çalışmada kullanılan ısıtma cihazı T1 (39 °C = 102.2 °F) ve T2 (55 °C = 131 °F) olmak üzere iki farklı sıcaklık ayarına sahiptir. Cihazın T1 ve T2 sıcaklık modları arasında da yaklaşık 30 dakikalık süre vardır. Cam iyonomer simanı 39 °C sıcaklığa ulaştırabilmek için cihaz 39 °C sıcaklığa getirildikten sonra siman likiti 20 dakika ısıtma cihazında bekletildi, cam iyonomer simanı 55 °C sıcaklığa getirmek için ise cihaz 55 °C sıcaklığa ulaştıktan sonra siman likiti yine 20 dakika ısıtma cihazında bekletildi ve sonrasında toz ile karıştırılarak siman hazırlandı.

Cam iyonomer siman likiti sıcaklığını kaybetmeden bir cam tabakaya (100x100x4 mm) yerleştirilerek spatül yardımıyla toz ve likit 30 saniye boyunca karıştırıldı. Örnekler için 10 mm çapında ve 2 mm kalınlığında silikon ölçü maddesinden hazırlanan standart kalıplar kullanıldı. İstenilen sıcaklıklara ulaşan siman, silikon disklere yerleştirildikten sonra materyalin fazlasının uzaklaştırılması için üzerine önce şeffaf bant daha sonra ise siman camı ile bastırıldı. Sertleşme süresini ölçmek için ISO 9694:1996¹⁰'a göre Vicat penetrasyon testi kullanıldı. Vicat iğnesinin çapı 2 mm ve ağırlığı 3 N idi. Disklere yerleştirilen cam iyonomer simanın sertleşme süresi, karıştırmanın başlangıcından iğnenin siman yüzeyinde 1 mm'den daha fazla derinlik yapmadığı zamana kadar geçen süre olarak kaydedildi. Isı kaybını engelleyebilmek için her bir cam iyonomer siman örneği aynı araştırmacı tarafından tek tek ısıtılıp hızlı bir şekilde silikon disklere yerleştirilmiş ve sertleşme süresi değerlendirilmiştir. Dört farklı sıcaklık değerinin (4 °C, 23 °C, 39 °C, 55 °C) her birinde 12 ölçüm olacak şekilde elde edilen toplam 48 ölçüm değerinin istatistiksel değerlendirilmesi sonucunda

ortalama \pm standart sapma değeri bulundu. Analizin önem düzeyi $p < 0.05$ alındı. Verilerin istatistiksel analizinde t-test ve tek yönlü varyans analizi kullanıldı.

BULGULAR

Çalışmamızda cam iyonomer simanın farklı sıcaklıklardaki sertleşme süresi ile ilgili veriler Tablo 1'de gösterilmiştir.

	4 °C	23 °C	39 °C	55 °C
CİS sertleşme süresi n=12	327,8 \pm 14,9 ^a	253,4 \pm 14,7 ^b	220,6 \pm 7,9 ^c	276,3 \pm 9,2 ^d

Tablo 1. Cam iyonomer simanın farklı sıcaklıklardaki sertleşme süreleri

* Farklı karakterler arasında istatistiksel farklılık görülmektedir ($p < 0,05$)

Çalışmamızda elde edilen verilere göre cam iyonomer simanın dört farklı sıcaklık derecesinde sertleşme süreleri arasında istatistiksel açıdan anlamlı fark gözlenmektedir. 55 °C sıcaklık değerine kadar ısının artırılmasıyla sertleşme süresi azalmıştır. En uzun sertleşme süresi 4 °C sıcaklıkta görülürken en kısa sertleşme süresi 39 °C sıcaklıkta gözlenmiştir. 55 °C sıcaklıkta ise sertleşme süresi tekrar uzamaya başlamış ancak 4 °C sıcaklıktaki süreden daha kısa bulunmuştur.

TARTIŞMA

Cam iyonomer simanlar çocuk diş hekimliğinde uzun yıllardır pit ve fissür örtücü, restoratif materyal ve yapıştırma simanı olarak kullanılmaktadır (12). Süt dişlerini restore etmek amacıyla cam iyonomer simanların yanı sıra Rezin Modifiye Cam iyonomer Siman (RMCİS), Poliasit Modifiye kompozit rezin (PMKR), kompozit rezin gibi farklı özelliklere sahip restoratif materyaller kullanılmaktadır (13). Cam iyonomer simanlar, diğer restoratif materyallerle kıyaslandığında avantajlarının çok olmasının yanında bazı dezavantajlara da sahiptir (12). Cam iyonomerlerin sertleşme süreleri uzundur, sertleşme esnasında nem hassasiyetleri ve zayıf aşınma dirençleri söz konusudur (9,12). Literatür değerlendirildiğinde cam iyonomer simanların sertleşme reaksiyonunu gösteren çalışmalara az sayıda rastlanmaktadır (14). Bu simanların kimyasal reaksiyonunun hızlandırılmasıyla klinik çalışma sürelerinin kısaldığı ve materyalin direncinin arttığı bilinmektedir (15). Isı transferi iyonik hareketliliği

artırarak sertleşme reaksiyonunu hızlandırır (16). Bu nedenle bu çalışmada farklı ısılarda cam iyonomerlerin sertleşme süreleri değerlendirilmiştir.

In vivo ve *in vitro* çalışmalar diş hekimliğinde materyallerin incelenmesinde kullanılan yöntemlerdendir. *In vivo* çalışmalarda materyalin etkisi oral kavite üzerinde etkin bir şekilde incelenebilirken prosedürün zaman alıcı ve yüksek maliyetli olması, standardizasyonun sağlanamaması gibi sorunlar söz konusudur (25). *In vitro* çalışmalarda ise materyaller kısa sürede, basit ve pratik bir şekilde incelenebilmektedir (26). Tüm bunlar göz önünde bulundurulduğunda çalışmamız *in vitro* koşullarda yapılmıştır. *In vitro* çalışmalarda hazırlanışının basit olması, boyutsal stabilite göstermesi, elastisitesinin yüksek olması gibi avantajlar sebebiyle silikon disklerin tercih edildiği görülmüştür (27). Çalışmamızda her örnek için 10 mm çapında ve 2 mm kalınlığında silikon diskler kullanılarak standardizasyon sağlanmaya çalışılmıştır. Düzgün bir yüzey elde edebilmek amacıyla ise şeffaf bantlardan faydalanılmıştır (28).

Dental restoratif materyallere ön ısıtma uygulaması yıllardır kullanılan başarılı bir tekniktir ve çoğu çalışmada bu tekniğe bağlı olarak farklı materyallerin performansları gösterilmiştir (17). Kompozit reçineler ve kanal dolgu patlarında ön ısıtma tekniğinin kullanıldığı bilinmektedir (18, 19, 20). Cam iyonomer simanların ısıtılması üzerine yapılan çalışmalar ise sınırlı sayıdadır. Lopes ve ark. (21) yüksek viskoziteli farklı iki geleneksel cam iyonomer simanı 54 °C'de 30 saniye boyunca ısıtarak simanın kimyasal stabilizasyonunu ve mikrosertliğini incelemiş ve ön ısıtma işleminin mikrosertliği artırdığını bildirmişlerdir. Gorseta ve ark. (8) dört farklı cam iyonomer simanın üç farklı yöntemle ısıtılması sonucu mikrosızıntının azaldığını ve marjinal adaptasyonun arttığını bildirmiştir. Gorseta ve ark. (22) tarafından yapılan başka bir çalışmada ise cam iyonomer simanların ısıtılması sonucunda simanın, dişe bağlanma dayanımının artırıldığı gösterilmiştir. O'Brien ve ark. (16) farklı kalınlıklardaki cam iyonomer simanlara ön ısı uygulanmasının, materyalin yüzey sertliğini artırdığını raporlamışlardır. Khoroushi ve ark. (23) RMCİS'lere 40 °C'de 90 saniye ön ısı uygulaması yaptıkları çalışmalarında, ısıtma işleminin dişe bağlanma dayanımını artırdığını bildirmişlerdir. Lopes ve ark. (11) tarafından yapılan başka bir çalışmada ise RMCİS'lere 40 °C'de ön ısı uygulanmasının çalışma süresini azalttığı görülmüştür. Isı değişimi ile sertleşme süresinin değerlendirildiği çalışmalar incelendiğinde ise; Donnermayer ve ark. (19) tarafından yapılan çalışmada epoksi rezin ve çinko oksit ojenol içerikli kanal patları yedi farklı sıcaklıkta ön ısıtmaya tabi tutularak sertleşme süresi incelenmiş, sıcaklık ve ısı uygulama süresi arttıkça

sertleşme süresinin kısaltıldığı bildirilmiştir. Sharifi ve ark. (24) ise MTA'nın sertleşme süresini değerlendirmek için MTA'ya üç farklı sıcaklık değerinde ön ısıtma uygulayarak sıcaklığın artmasıyla sertleşme süresinin önemli ölçüde azaldığını göstermiştir. Cam iyonomer siman materyaline ön ısı uygulanmasıyla sertleşme süresi arasındaki ilişkiyi inceleyen çalışmalara ise literatürde rastlanmamaktadır.

Cam iyonomer simanların ısıtılmasıyla, iyon difüzyon hızının artırılarak reaksiyonun hızlandırıldığına, çalışma ve sertleşme süresinin azaltıldığına inanılmaktadır (29). Üretici firmalar materyallerin 23 °C olan oda sıcaklığında saklanması gerektiğini bildirirken çoğu klinisyen materyalin bozunmasını engellemek amacıyla 4 °C olan buzdolabı sıcaklığında muhafaza etmektedir (30). 39 °C ve 55 °C ise ısıtma cihazları ile elde edilebilmektedir. Bu nedenle çalışmamızda cam iyonomer simanların sertleşme süresi 4 °C, 23 °C, 39 °C ve 55 °C olmak üzere dört farklı sıcaklık değerinde incelenmiştir.

Çalışmamızda 4 °C sıcaklıkta sertleşme süresi en uzun bulunmuştur. Cam iyonomer simanın 23 °C ve 39 °C sıcaklığa ısıtılmasıyla ise sertleşme süresi ters orantılı şekilde azalmıştır. 55 °C sıcaklıkta ise sertleşme süresi tekrar uzamaya başlamıştır. Çalışmamızın sonuçlarına benzer şekilde Sharifi ve ark. tarafından yapılan çalışmada karıştırılan MTA örnekleri çapı 8 mm, yüksekliği 10 mm olan cam silindirlere konularak 4 °C, 37 °C, 75 °C sıcaklıklarda tutulmuştur. Gilmore iğnesi ile sertleşme süresi ölçülmüştür. Sıcaklığın artmasıyla sertleşme süresinin önemli ölçüde azaldığı gösterilmiştir (24).

Isıtma işleminin mekanizması, yüksek sıcaklıkların sıvıyı buharlaştırarak toz/sıvı oranını artırmasına dayanmaktadır. Isı değişimi, reaksiyonunun ilk aşamasında iyon hareketliliğinde artışa yol açar ve sertleşme reaksiyonunu hızlandırır (31). Diğer bir yandan soğuk karıştırma tekniğinin cam iyonomer simanların çalışma zamanını artırdığı gözlemlenmiştir (32). Yaptığımız çalışma da, cam iyonomer simanın çalışma ve sertleşme zamanının uzatılmak istenildiğinde siman likitinin 4 °C'de bekletilmesi gerektiğini kanıtlar niteliktedir. Yapılan çalışmalar ısı enerjisi uygulandığında sertleşme süresinin kısaltılabileceğini gösterse de bu etkinin malzeme özellikleri üzerindeki etkisi bilinmemektedir (29). Çalışmamızda 55 °C'ye ısıtılan cam iyonomer simanın sertleşme süresinin tekrar artmaya başlamasının ısının, simanın kimyasal yapısı üzerinde değişikliğe sebep olmasından kaynaklı olabileceğini düşündürmektedir. Algera ve ark. yaptıkları bir çalışmada da cam iyonomer simanların her 10 K sıcaklık artışında sertleşme süresinin önemli ölçüde kısaltıldığı görülmüştür ancak 333 K'den sonra 343 K ile kıyaslandığında fark bulunamamıştır. Cam iyonomer

simanın ısıtılmasının faydalı olup olmadığı yönünde çalışmalar vardır ancak klinik uygulamalar için daha fazla araştırma yapılması gerekmektedir (11,29).

SONUÇ

Sonuç olarak tüm bu çalışmalar ışığında cam iyonomer simana ön ısıtma işlemi ile sertleşme sürelerinde farklılıklar gözlenebileceği düşünülmektedir. Bu nedenle klinik kullanımda ihtiyaç duyulan süreye göre sertleşme süresini kısaltmak ya da arttırmak mümkün olmakla birlikte belli bir sıcaklık sonrasında ürün yapısında değişiklikler olabileceği de göz ardı edilmemelidir.

KAYNAKLAR

1. Young DA, Nový BB, Zeller GG, Hale R, Hart TC, Truelove E. The American Dental Association Caries Classification System for clinical practice: a report of the American Dental Association Council on Scientific Affairs. *J Am Dent Assoc.* 2015; 146(2): 79-86.
2. Chen F, Wang D. Novel technologies for the prevention and treatment of dental caries: a patent survey. *Expert Opin Ther Pat.* 2010; 20(5): 681-694. Hume WR, Mount GJ. In vitro studies on the potential for pulpal cytotoxicity of glass-ionomer cements. *J Dent Res* 1988; 67: 915-8.
3. Lacefield WR, Reindl MC, Retief DH. Tensile bond strength of a glass-ionomer cement. *J Prosthet Dent* 1985; 53: 194-8.
4. Wiegand A, Buchalla W, Attin T. Review on fluoride-releasing restorative materials—fluoride release and uptake characteristics, antibacterial activity and influence on caries formation. *Dent Mater* 2007; 23: 343-62.
5. Nicholson JW. Glass-ionomers in medicine and dentistry. *Proc Inst Mech Eng* 1998; 212: 121-6 McCabe JF. *Applied Dental Materials*, 9th Edition. New Jersey, Wiley Blackwell, 2008: 285-6.
6. 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(4): 453-457.
7. Gorseta K, Glavina D. Thermo-cured glass ionomer cements in restorative dentistry. *J Istanbul Univ Fac Dent.* 2017; 51(3 Suppl 1): 122-127.

8. Gavic L, Gorseta K, Glavina D, Czarnecka B, Nicholson JW. Heat transfer properties and thermal cure of glass-ionomer dental cements. *J Mater Sci Mater Med.* 2015; 26(10): 249
9. Lopes LCP, Terada RSS, Tsuzuki FM, Giannini M, Hirata R. Heating and preheating of dental restorative materials-a systematic review. *Clin Oral Investig.* 2020; 24(12): 4225-35.
10. Berg JH, Croll TP. Glass ionomer restorative cement systems: an update. *Pediatr Dent.* 2015; 37(2): 116-124.
11. Edelstein B, Vargas CM, Candelaria D, Vemuri M. Experience and policy implications of children presenting with dental emergencies to US pediatric dentistry training programs. *Pediatr Dent.* 2006; 28(5): 431-7.
12. Yamakami SA, Ubaldini ALM, Sato F, Medina Neto A, Pascotto RC, Baesso ML. Study of the chemical interaction between a high-viscosity glass ionomer cement and dentin. *J Appl Oral Sci.* 2018; 26:e20170384.
13. Dionysopoulos D, Tolidis K, Gerasimou P, Sfeikos T. Effect of Three Clinical Curing Treatments on Fluoride Release and Surface Hardness of Glass-Ionomer Cements. *Int J Periodontics Restorative Dent.* 2017; 37: 197-203.
14. O'Brien T, Shoja-Assadi F, Lea SC, Burke FJ, Palin WM. Extrinsic energy sources affect hardness through depth during set of a glass-ionomer cement. *J Dent.* 2010; 38(6): 490-495.
15. Bausch JR, de Lange C, Davidson CL. The influence of temperature on some physical properties of dental composites. *J Oral Rehabil.* 1981; 8(4): 309-317.
16. Donnermeyer D, Urban K, Bürklein S, Schäfer E. Physico-chemical investigation of endodontic sealers exposed to simulated intracanal heat application: epoxy resins and zinc oxide-eugenols. *Int Endod J.* 2020; 53(5): 690-697.
17. Donnermeyer D, Ibing M, Bürklein S, Weber I, Reitze MP, Schäfer E. Physico-Chemical Investigation of Endodontic Sealers Exposed to Simulated Intracanal Heat Application: Hydraulic Calcium Silicate-Based Sealers. *Materials (Basel).* 2021; 14(4): 728.
18. Awliya WY. The influence of temperature on the efficacy of polymerization of composite resin. *J Contemp Dent Pract.* 2007; 8(6): 9-16.
19. Lopes L, Terada R, de Castro-Hoshino LV, et al. In Vitro Evaluation of the Stabilization Time of Chemical Bonds During Setting Reaction and Microhardness of Preheated Glass-Ionomer Cements. *Oper Dent.* 2021; 46(2): 208-218.
20. Gorseta K, Skrinjarić T, Glavina D. The effect of heating and ultrasound on the shear bond strength of glass ionomer cement. *Coll Antropol.* 2012; 36(4): 1307-12.
21. Khoroushi M, Karvandi TM, Sadeghi R. Effect of prewarming and/or delayed light activation on resin-modified glass ionomer bond strength to tooth structures. *Oper Dent.* 2012; 37(1): 54-62.
22. Sharifi R, Araghid A, Ghanem S, Fatahi A. Effect of temperature on the setting time of Mineral Trioxide Aggregate (MTA). *J Med Life.* 2015; 8: 88-91.
23. Lang T, Staufer S, Jennes B, Gaengler P. Clinical validation of robot simulation of toothbrushing--comparative plaque removal efficacy. *BMC Oral Health.* 2014; 14: 82.
24. Lu H, Roeder LB, Lei L, Powers JM. Effect of surface roughness on stain resistance of dental resin composites. *J Esthet Restor Dent.* 2005; 17(2): 102-109.
25. McCabe JF, Walls AWG. *Applied Dental Materials.* 9th edition. Wiley, Hoboken, New Jersey, USA 2008, pp. 303.
26. Saygılı G, Şahmalı S, Demirel F. Changes in the mechanical properties of tooth-colored direct restorative materials in relation to time. *Polym Adv Technol.* 2003; 14(9): 616-22.
27. Algeza TJ, Kleverlaan CJ, Prahl-Andersen B, Feilzer AJ. The influence of environmental conditions on the material properties of setting glass-ionomer cements. *Dent Mater.* 2006; 22(9): 852-856.
28. Çetinkaya İ, Bodrumlu E. Üç farklı sıcaklıktaki iki farklı kök kanal patının akıcılık özelliğinin değerlendirilmesi. *Atatürk Üniv Diş Hekim Fak Derg.* 2019; 29(1): 7-11.
29. de Oliveira BMB, Agostini IE, Baesso ML, et al. Influence of external energy sources on the dynamic setting process of glass-ionomer cements. *Dent Mater.* 2019; 35(3): 450-456.
30. Önal B, Restoratif Dişhekimliğinde Maddeler ve Uygulamaları, Birinci baskı, Ege Üniversitesi Dişhekimliği Fakültesi Yayınları İzmir, 2004 p.111-14,128-29.