

Farklı İçeriklerdeki Cam İyonomer Materyallerin Flor Salım ve Tekrar Yüklenebilme Özelliklerinin Değerlendirilmesi

Evaluation of Fluoride Release and Recharge Ability of The Different Content Glass Ionomer Materials

Başak Bölükbaşı¹, Selçuk Savaş², Fevzi Kavrak¹, Ebru Küçükylmaz¹

¹İzmir Katip Çelebi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Pedodonti Ana Bilim Dalı, İzmir, Türkiye.

Başak Bölükbaşı Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-6766-8599>

Fevzi Kavrak Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-9700-2517>

Ebru Küçükylmaz Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-6086-7410>

²T.C. Sağlık Bakanlığı, Salihli Ağız Diş Sağlığı Merkezi, Manisa, Türkiye.

Selçuk Savaş Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-2705-2401>

Atıf/Citation: Bölükbaşı, B., Savaş, S., Kavrak, F., Küçükylmaz, E. (2018). Farklı içeriklerdeki cam iyonomer materyallerin flor salım ve tekrar yüklenebilme özelliklerinin değerlendirilmesi. *Ege Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*, 39(3), 175-183.

ÖZ

GİRİŞ ve AMAÇ: Çalışmanın amacı, farklı içeriklerdeki cam iyonomer materyallerin flor salım ve tekrar yüklenebilme özelliklerinin değerlendirilmesidir.

YÖNTEM ve GEREÇLER: Çalışmada farklı içeriklerdeki cam iyonomer esaslı 3 adet fissür örtücü materyal (GC Fuji Triage, GC Fuji VII EP, GCP Glass Seal) kullanıldı. Disk şeklinde hazırlanan 30 adet örneğin herbiri (8.0x2.5 mm) başlangıç yaşlandırması için 20 ml deiyonize su bulunan kaplara yerleştirilerek 49 gün bekletildi. Örnekler, 1, 2, 4, 8, 15, 22, 29, 36, 43 ve 49. günlerde dijital iyon analiz cihazı kullanılarak flor salım miktarları açısından ölçüldü. 49. günde örnekler % 1.23'lük asidüle fosfat florid (APF) jel ile yükleme yapıldı. Flor salımının ölçümü yükleme işleminin ardından aynı zaman aralıklarında tekrarlandı. İstatistiksel analiz için non-parametrik Kruskal Wallis ve Mann-Whitney U testi kullanıldı, Bonferroni düzeltmesi yapıldı ($\alpha=0.016$). Zamanlar arası karşılaştırmalar ise Friedman testi ve Wilcoxon testi ile gerçekleştirildi, Bonferroni düzeltmesi uygulandı ($\alpha=0.005$).

BULGULAR: Tüm materyaller içinde en yüksek flor salım değerleri 1. gün örneklerinde gözlenirken, bu değerler zamana bağlı olarak azalmıştır. GCP Glass Seal 1. gün en yüksek flor salımını gerçekleştirmiş, bu materyalden elde edilen salım değerleri GC Fuji VII EP grubu ile istatistiksel olarak anlamlı derecede farklı bulunmuştur ($p=0.000$). APF flor jeli ile tekrar yüklemenin materyallerin flor salımı değerlerini bir miktar artırdığı, ancak zamanla salınan flor miktarında materyal türüne bağlı olarak azalma gerçekleştiği belirlenmiştir.

TARTIŞMA ve SONUÇ: Çalışmadaki tüm materyaller çalışma süresi boyunca flor salımı yapmıştır ve flor preparatı ile tekrar yüklenme özellikleri bulunmaktadır. Konvansiyonel cam iyonomer materyale göre; fluoroapatit/hidroksiapatit ilavesi ile zenginleştirilmiş cam iyonomer materyal benzer, kazein fosfopeptid amorföz kalsiyum fosfat ilave edilmiş cam iyonomer materyal ise daha az flor salımı gerçekleştirmiştir.

Anahtar Kelimeler: Cam iyonomer, Fissür örtücüler, Florürler

ABSTRACT

INTRODUCTION: The aim of the study was to evaluate the fluoride release and recharge ability of various glass ionomer materials.

METHODS: In this study, three different glass ionomer materials (GC Fuji Triage, GC Fuji VII EP, GCP Glass Seal) were used. Thirty disc-shaped specimens (8.0x2.5 mm) were immersed in deionized water for initial aging during 49 days. The samples were measured on days 1, 2, 4, 8, 15, 22, 29, 36, 43 and 49 by using a digital ion analyzer. The specimens were immersed in 1.23% acidulated phosphate fluoride (APF) gel on the 49th day. After recharging, fluoride release measurements were repeated in the same intervals. The results were statistically analysed using non-parametric Kruskal Wallis and Mann Whitney U with Bonferroni correction tests ($\alpha=0.016$). Friedman test, Wilcoxon test and Bonferroni correction were used for intertemporal comparisons ($\alpha=0.005$).

RESULTS: The highest fluoride release for all materials were observed at the first day samples, this value decreased depending on the time. GCP Glass Seal released the most fluoride on the first day and fluoride release values from this material were found statistically significantly different from GC Fuji VII EP ($p=0.000$). It has been detected that, recharging with APF fluoride gel increased the fluoride release of the materials, however, the fluoride release levels decreased within time depending on the material type.

DISCUSSION AND CONCLUSION: All materials released fluoride during the study period and have ability of recharging. In comparison to conventional glass ionomer material; while the fluoroapatite/hydroxyapatite added glass ionomer material released similar fluoride, casein phosphopeptide-amorphous calcium phosphate added glass ionomer material released less.

Keywords: Glass ionomer, Fissure Sealants, Fluorides

Sorumlu yazar/Corresponding author: basakbolukbasi@hotmail.com

Başvuru Tarihi/Received Date: 05.06.2018

Kabul Tarihi/Accepted Date: 13.11.2018

GİRİŞ

Posterior dişlerde çürük oluşumunu önlemek amacıyla kullanılan fissür örtücüler, bakteri ve ürünlerinin diş yüzeyinde tutunmasını engelleyen fiziksel bir bariyer oluşturmanın yanında başlangıç çürüklerinin ilerlemesini de engellemektedir.^{1,2}

1970'lerin başında Amerikan Diş Hekimleri Birliği tarafından kullanımı kabul edilen fissür örtücüler, rezin veya cam iyonomer bazlı olarak üretilebilmektedir.³⁻⁵ Cam iyonomer esaslı fissür örtücüler, kimyasal yolla diş yüzeyine bağlanabilmeleri, biyoyumlu olmaları, antibakteriyel etkileri ve flor salımı yapabilme özellikleri ile remineralizasyonu sağlamada ve ikincil çürüğü önlemede etkili oldukları için çocuk diş hekimliğinde özellikle yüksek çürük riskli hastaların tedavisinde ve yeni sürmekte olan, izolasyon problemi yaşanan dişlerin korunmasında tercih edilmektedir.⁶⁻⁸

Son yıllarda cam iyonomerlerin fiziksel ve terapötik özelliklerini arttırmak için yapılarında modifikasyonların yapılması güncel bir yaklaşımdır. Bu bağlamda, fluoroapatit/hidroksiapatit ilavesi ile üretilen cam karbomerler piyasaya sürülmüştür. Nano boyutlu bu partiküllerin ilavesi ile mine yapısına benzer bir yapının elde edilmesi amaçlanmıştır.⁹ Bahsi geçen nanoteknolojik fluoroapatit/hidroksiapatit kristallerin eklenmesiyle materyalin mekanik özelliklerinin geliştirildiği ve bağlanma dayanımının artırıldığı öne sürülmektedir.¹⁰ Bir diğer yeni geliştirilen cam iyonomer esaslı fissür örtücü materyalde ise içeriğine ilave edilen %3 oranındaki CPP-ACP (kazein fosfopeptit-amorf kalsiyum fosfat) ile çürüğe karşı önleyici etkinliğin artırılması hedeflenmiştir.¹¹ Yapılan çalışmalar CPP-ACP ilavesinin cam iyonomer materyallerin, asidik ortamda flor salımı ile beraber kalsiyum ve fosfat salımını da arttırdığını göstermiştir.¹¹⁻¹³ Ayrıca CPP-ACP, minenin yüzey altı lezyonlarının remineralizasyonunda da etkili olmaktadır.¹⁴⁻¹⁶

Cam iyonomerler, flor salımı yapabilme özellikleriyle diş yüzeyinde fluoroapatit ve fluorohidroksiapatit oluşumunu sağlayarak demineralizasyon sürecini engellemekte ve remineralizasyon fazının indüklemesinde etkili olmaktadır.¹⁷ Bu özellik sayesinde özellikle yüksek çürük riskine sahip bireylerde ikincil çürük oluşumunun azaltılması ve demineralizasyona neden olan düşük pH'nı nötralize edilmesi sağlanabilmektedir.¹⁸ Materyalden hem tükürüğe hem de dental plağa flor salımı sayesinde diş çürükleri önlenmektedir.⁸

Cam iyonomerlerin sertleşme sonrasında flor salımı; kısa bir süre için en yüksek seviyelerdeyken, salım miktarında zamanla hızlı bir azalma gözlenmektedir.⁷ Başlangıç reaksiyonundan sonra gerçekleşen düşük flor salımına bağlı olarak materyalin ikincil çürük oluşumunu önleyici etkisinin azaldığı ve düşen flor seviyelerinin tedavi edici etki oluşturmadığı düşünülmektedir.¹⁹ Öte yandan yapılan çalışmalarla cam iyonomerlere flor ile tekrar yükleme yapılabildiği ve böylece çürük önleyici etkilerini uzun süre devam ettirdikleri gösterilmiştir.²⁰

Dental materyalin flor rezervuarı olarak değerlendirilmesinde uygulanan flor ajanının tipi, konsantrasyonu, uygulama sıklığı ve materyalin geçirgenliği önemli rol oynamaktadır.²¹ Diş hekimliğinde çürük önleyici olarak kullanılan farklı içerik ve pH değerlerindeki sodyum florid (NaF), asidüle fosfat florid (APF), stannöz florid (SnF₂) ve amin florid (AmF) gibi flor ajanlarından APF, klinik olarak sıklıkla tercih edilmektedir.^{22, 23} APF jel, asidik yapısı nedeniyle materyalin yüzey bütünlüğünü etkileyerek cam iyonomerlerden flor salımını arttırmakta ve yüksek bir viskoziteye sahip olması nedeniyle yüzeydeki porlar ve çatlaklara sıkışıp jel çözünene kadar daha uzun süre flor kaynağı olarak görev yapabilmektedir.²⁴ Bu çalışmada farklı içeriklerdeki cam iyonomer esaslı fissür örtücü materyallerin zamana bağlı olarak gerçekleştirdikleri flor salım miktarları ve %1.23'lük APF flor jeli uygulandıktan sonra tekrar yüklenebilme özelliklerinin değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Çalışmada incelenen dental materyallerin flor salım değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmayacağı sıfır hipotezi olarak kabul edilmiştir.

GEREÇ ve YÖNTEM

Bu çalışmada kullanılan cam iyonomer esaslı fissür örtücü materyallerin kimyasal içerikleri, üretici firmaları, lot numaraları ve malzemelerin uygulama prosedürleri Tablo 1'de gösterilmiştir.

Çalışmada kıyaslanan üç farklı cam iyonomer içerikli fissür örtücü materyalden örnek elde edebilmek amacıyla 8.0 mm iç çap, 2.5 mm kalınlığa sahip politetrafloroetilen disk şeklindeki kalıplar kullanıldı. Her bir materyal için 10'ar adet olacak şekilde toplam 30 adet örnek elde edildi. Örnek hazırlama aşamasında fazla materyalin taşması ve hava kabarcığı kalmaması için 1 mm kalınlığındaki cam plaka, kalıbın üzerine uygulandı ve tüm örnekler üretici firmanın talimatları doğrultusunda hazırlandı (Tablo 1).

Tablo 1. Çalışmada kullanılan materyallerin lot numaraları, içerikleri ve uygulama prosedürleri

	İçerik	Uygulama Prosedürleri
GC Fuji Triage (#1410101, GC Int., Tokyo, Japonya)	Cam iyonomer, aluminofluoro-silikat cam partikülleri, poliakrilik asit, distile su, renklendirici, karboksilik asit	Karıştırıcıya yerleştirmeden önce kapsül çalkalanır. Kapsül arkasındaki piston itilerek aktiflenir ve yüksek hızlı bir karıştırıcıda 10 saniye boyunca karıştırılır. Tabancaya yerleştirilir, iki kere basılıp aktifleştirildikten sonra uygulanır ve kimyasal polimerizasyonu sağlanır.
GC Fuji VII EP (#1204041, GC Int., Tokyo, Japonya)	Fluoroaluminosilikat cam partikülleri, CPP-ACP*, poliakrilik asit, distile su, renklendirici, karboksilik asit	Karıştırıcıya yerleştirmeden önce kapsül çalkalanır. Kapsül arkasındaki piston itilerek aktiflenir ve yüksek hızlı bir karıştırıcıda 10 saniye boyunca karıştırılır. Tabancaya yerleştirilir, iki kere basılıp aktifleştirildikten sonra uygulanır ve kimyasal polimerizasyonu sağlanır.
GCP Glass Seal (#7301088, GCP Dental, Vianen, Hollanda)	Nano boyutlu cam partikülleri, nanofloro/hidroksiapatit, likit silika	Karıştırıcıya yerleştirmeden önce kapsül iyice çalkalanır. Kapsül arkasındaki piston itilerek aktiflenir ve yüksek hızlı bir karıştırıcıda 15 saniye boyunca karıştırılır. Kapsül tabancaya yerleştirilir, iki kere basılır ve uygulanır. GCP Dental CarboLED cihazı ile 60 saniye boyunca termal polimerizasyon sağlanır.
*CCP-ACP: Kazein fosfopeptit-amorf kalsiyum fosfat		

Hazırlanan örnekler 37°C’de deiyonize su içerisinde 24 saat bekletildi. Daha sonra tüm örnekler 600 gritlik zımpara ile 10 saniye boyunca zımparalandı ve örneklerin boyutları saklama solüsyonuna yerleştirilmeden önce ölçülerek kaydedildi. Örnekler, başlangıç yaşlandırması için 20 ml deiyonize su (pH 6.5) (Milli-Q plus, 18.2 Mcm, Millipore Corporation, Bedford, Massachusetts, ABD) bulunan plastik kaplara yerleştirilerek toplam 49 gün bekletildi. Ölçümler ve takip eden solüsyon değişimleri bu 49 gün içerisinde 10 kere gerçekleştirildi. Analiz günleri: 1, 2, 4, 8, 15, 22, 29, 36, 43 ve 49. günler olacak şekilde belirlendi. Her bir ölçüm aralığında salınan flor iyonu miktarının ölçümünü takiben örneklerin beklediği solüsyonlar ayrıldı ve örnekler yeni ve taze 20 ml saklama solüsyonları içerisine tek tek yerleştirildi. 49. günde örneklere %1.23’lük APF jel (12300 ppm F, pH 3.2) (Sultan Topex APF, Sultan Dental Products, Englewood, New Jersey, ABD) ile 4 dakika boyunca tekrar yükleme yapıldı. Örnekler, tekrar yükleme işleminin ardından flor kalıntısı kalmayacak şekilde deiyonize su ile yıkandı ve analiz edilene kadar 20 ml deiyonize su içeren temiz bir polietilen tüp içerisinde +4°C’de bekletildi. Flor salımına ait değerlerin ölçümü yeniden yüklemeyi takiben 1, 2, 4, 8, 15, 22, 29, 36, 43 ve 49. günlerde bir önceki aşamada izlenen basamaklar aynen uygulanarak yapıldı.

Salımı gerçekleşen flor iyonu konsantrasyonu, dijital iyon analiz cihazına (WTW InoLab pH/Ion 7320, WTW Corporation, Weilheim, Almanya) bağlanan iyon spesifik

bir elektrot (WTW F800 Fluoride Combination Electrode, WTW Corporation, Weilheim, Almanya) aracılığıyla gerçekleştirildi. Her ölçüm öncesi elektrot, 0.1, 1, 10 ve 100 ppm flor içeren standart solüsyonlar kullanılarak kalibre edildi. Her 10 ölçümde bir standart solüsyonlar ile kalibrasyon yenilendi. Kalibrasyon eğrisi 0.998-0.999 aralığında ayarlandı. Temiz bir plastik tüp içerisine 3 ml TISAB II (Total ionic strength adjustment buffer, WTW Corporation, Weilheim, Almanya) solüsyonu ve 3 ml ölçülecek solüsyon eklenerek 3 dakika karıştırıldıktan sonra flor salım ölçümü gerçekleştirildi. Flor konsantrasyonları cihaz tarafından otomatik olarak analiz edildi ve ppm cinsinden kaydedildi.

Elde edilen verilerin parametrik eşit varsayımlarını (normal dağılım ve homojen grup varyasyonları) karşılayıp karşılamadığı Shaphiro-Wilk ve Levene testleri ile kontrol edilmiş ve bu varsayımların ihlal edildiği görülmüştür. Bu nedenle grup karşılaştırmaları non-parametrik Kruskal Wallis ve Mann-Whitney U testi ile Bonferroni düzeltmesi kullanılarak yapılmış ve istatistiksel anlamlılık değeri $\alpha=0.016$ olarak kabul edilmiştir. Zamanlar arası karşılaştırmalar ise Friedman testi ve Wilcoxon testi kullanılarak gerçekleştirilmiş ve Bonferroni düzeltmesi uygulanarak istatistiksel olarak anlamlılık değeri $\alpha=0.005$ olarak kabul edilmiştir. Omnibus testler ve ilgili ikili karşılaştırmalar tamamlayıcı istatistikler ile birlikte tablolarda verilmiştir (Tablo 2, Tablo 3).

Tablo 2. Materyallerden flor salımı (ppm), Ortalama (Standart Sapma)

Gruplar	1. Gün	2. Gün	4. Gün	8. Gün	15. Gün	22. Gün	29. Gün	36. Gün	43. Gün	49. Gün
GC Fuji	2.28 ^{ab,A}	1.53 ^{a,A}	1.21 ^{a,A}	1.16 ^{a,A}	1.05 ^{a,AB}	0.70 ^{a,AB}	0.48 ^{a,AB}	0.36 ^{a,b,B}	0.30 ^{a,B}	0.29 ^{a,B}
Triage	(0.96)	(0.65)	(0.38)	(0.44)	(0.28)	(0.46)	(0.21)	(0.19)	(0.14)	(0.08)
GC Fuji	1.52 ^{a,A}	0.50 ^{b,AC}	0.61 ^{b,AC}	0.57 ^{b,AC}	0.52 ^{b,AC}	0.33 ^{b,AB}	0.28 ^{b,BC}	0.26 ^{a,BC}	0.14 ^{b,B}	0.15 ^{b,B}
VII EP	(0.50)	(0.13)	(0.18)	(0.12)	(0.08)	(0.12)	(0.11)	(0.13)	(0.03)	(0.04)
GCP Glass	3.57 ^{b,A}	1.48 ^{a,A}	1.03 ^{a,AC}	1.07 ^{a,AC}	1.04 ^{a,AC}	0.54 ^{ab,AB}	0.41 ^{ab,BC}	0.42 ^{b,BC}	0.36 ^{a,B}	0.38 ^{a,B}
Seal	(0.62)	(0.13)	(0.16)	(0.23)	(0.18)	(0.22)	(0.11)	(0.15)	(0.08)	(0.12)

*Küçük harfler satırlar arasındaki istatistiksel farkı betimlemek amacı ile kullanılmıştır. Aynı harfler gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olmadığını belirtmektedir. Bonferroni düzeltmesi uygulanmış, istatistiksel olarak anlamlılık değeri $\alpha = 0.016$ olarak kabul edilmiştir.

*Büyük harfler sütunlar arasındaki istatistiksel farkı betimlemek amacı ile kullanılmıştır. Aynı harfler gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olmadığını belirtmektedir. Bonferroni düzeltmesi uygulanmış, istatistiksel olarak anlamlılık değeri $\alpha = 0.005$ olarak kabul edilmiştir.

Tablo 3. Yeniden yükleme sonrası materyallerden flor salımı (ppm), Ortalama (Standart Sapma)

Gruplar	1.Gün	2.Gün	4. Gün	8. Gün	15. Gün	22. Gün	29. Gün	36. Gün	43. Gün	49. Gün
GC Fuji	0.58 ^{a,A}	0.36 ^{a,A}	0.36 ^{ab,A}	0.42 ^{ab,A}	0.46 ^{a,A}	0.36 ^{ab,A}	0.27 ^{ab,A}	0.33 ^{ab,A}	0.28 ^{a,A}	0.28 ^{a,A}
Triage	(0.17)	(0.15)	(0.08)	(0.14)	(0.15)	(0.10)	(0.14)	(0.18)	(0.10)	(0.10)
GC Fuji	0.46 ^{a,A}	0.24 ^{b,A}	0.26 ^{a,AB}	0.26 ^{b,AB}	0.28 ^{b,AB}	0.28 ^{a,AB}	0.20 ^{a,AB}	0.24 ^{a,AB}	0.15 ^{b,B}	0.15 ^{b,B}
VII EP	(0.25)	(0.14)	(0.10)	(0.07)	(0.09)	(0.10)	(0.9)	(0.13)	(0.03)	(0.04)
GCP Glass	0.49 ^{a,A}	0.36 ^{ab,A}	0.40 ^{b,A}	0.45 ^{a,A}	0.36 ^{ab,A}	0.40 ^{b,A}	0.42 ^{b,A}	0.42 ^{b,A}	0.40 ^{a,A}	0.35 ^{a,A}
Seal	(0.12)	(0.12)	(0.13)	(0.15)	(0.10)	(0.10)	(0.05)	(0.09)	(0.09)	(0.08)

*Küçük harfler satırlar arasındaki istatistiksel farkları betimlemek amacı ile kullanılmıştır. Aynı harfler gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olmadığını belirtmektedir. Bonferroni düzeltmesi uygulanmış, istatistiksel olarak anlamlılık değeri $\alpha = 0.016$ olarak kabul edilmiştir.

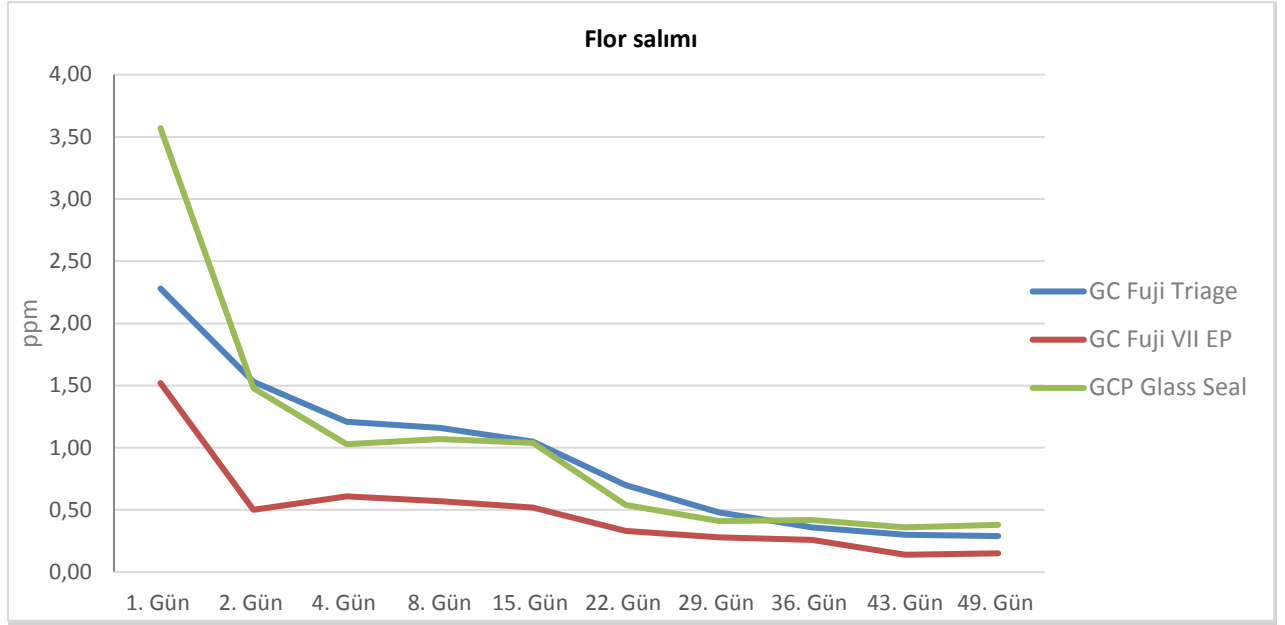
*Büyük harfler sütunlar arasındaki istatistiksel farkları betimlemek amacı ile kullanılmıştır. Aynı harfler gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olmadığını belirtmektedir. Bonferroni düzeltmesi uygulanmış, istatistiksel olarak anlamlılık değeri $\alpha = 0.005$ olarak kabul edilmiştir.

BULGULAR

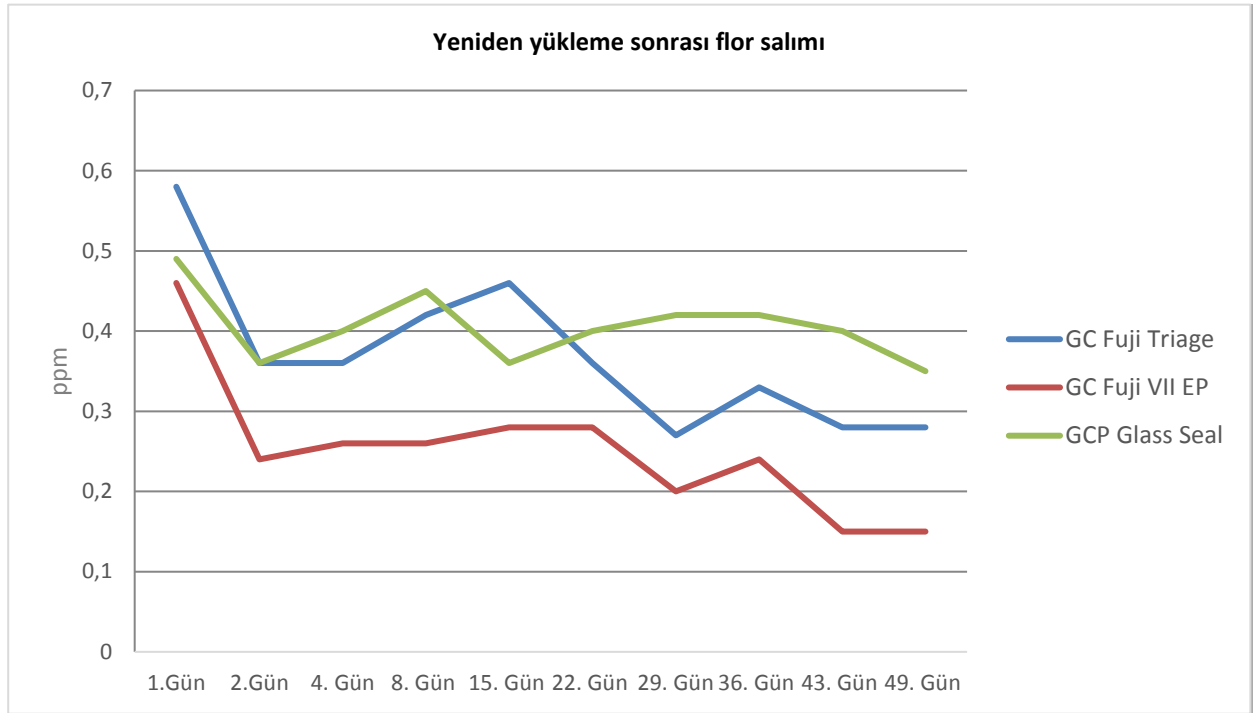
Çalışmada test edilen materyallerin %1.23'lük APF flor uygulaması öncesi ve sonrası flor salım değerleri Tablo 2, Tablo 3, Grafik 1 ve Grafik 2'de gösterilmektedir. İlk güne ait örneklerden elde edilen flor salım değerleri açısından GCP Glass Seal en yüksek salım değerini gösterirken (3.57 ± 0.62 ppm), bu grup ile GC Fuji VII EP grubu (1.52 ± 0.50 ppm) arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edilmiştir ($p=0.000$). GC Fuji Triage için elde edilen veriler (2.28 ± 0.96 ppm) ise GCP Glass Seal ($p=0.054$) ve GC Fuji VII EP ($p=0.239$) ile istatistiksel olarak benzerlik göstermektedir. 2., 4., 8., 15., 43. ve 49. günlerde GC Fuji Triage ve GCP Glass Seal grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark görülmezken, GC Fuji VII EP grubunun hem GC Fuji Triage hem de GCP Glass Seal grubu ile istatistiksel olarak anlamlı bir fark oluşturduğu görülmüştür ($p<0.016$). GC Fuji Triage ve GC Fuji VII EP arasında 22. ($p=0.016$) ve

29. ($p=0.014$) günlerde istatistiksel olarak anlamlı bir fark var iken, GCP Glass Seal grubu ile hem GC Fuji Triage hem de GC Fuji VII EP grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı görülmüştür ($p>0.016$). 36. gün için elde edilen verilere bakıldığında ise GC Fuji VII EP ve GCP Glass Seal arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunurken ($p=0.002$), GC Fuji Triage grubunun diğer iki grup ile arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark görülmemiştir ($p>0.016$). Her üç test materyali için de yeniden yükleme sonrası yüksek flor salım değerleri ilk gün gözlenirken gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p>0.016$). Ayrıca bu değerlerin zamana bağlı olarak azaldığı tespit edilmiştir. Bununla beraber yeniden yükleme sonrası elde edilen değerler başlangıç değerlerini yakalayamamıştır. Bu değerlere bakıldığında GC Fuji Triage (0.58 ± 0.17 ppm), GCP Glass Seal (0.49 ± 0.12 ppm), GC Fuji VII EP (0.46 ± 0.25 ppm) şeklindedir. Yeniden yükleme sonrası 49. gün verilerine

bakıldığında ise en düşük flor salım değeri GC Fuji VII EP arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğu materyalinin verdiği (0.15 ± 0.04 ppm) ve diğer iki grup ile belirlenmiştir ($p < 0.016$).



Grafik 1. Materyallerden flor salımı (ppm)



Grafik 2. Yeniden yükleme sonrası materyallerden flor salımı (ppm)

TARTIŞMA

Koruyucu diş hekimliğinin tedavi planlamasında önemli bir yeri olan fissür örtücüler, çürük önleyici etkinlikleri nedeniyle sıklıkla kullanılmaktadır.¹ Çocuk diş hekimliğinde ise mine ve dentin yüzeyine kimyasal olarak

bağlanabilme ve flor salımı gibi önemli avantajlara sahip oldukları için cam iyonomer esaslı fissür örtücüler sıklıkla tercih edilmektedirler.^{25, 26}

Diş yüzeyine fizyokimyasal olarak bağlanan cam iyonomerlerin yapısında bulunan flor, diş çürüğüne karşı

etkili bir iyondur.²⁷ Cam iyonmer ile dış yüzeyi arasındaki kimyasal bağlanma sonucunda oluşan moleküler temas ile iyonların yüzeyler arası geçişi kolaylaşmakta ve ortama flor salımı gerçekleşmektedir. Cam iyonmerler ayrıca solüsyonlar, jeller ve macunlar gibi flor içerikli ajanların uygulanması sonrası, tekrar yüklenebilen ve flor rezervuarı olarak görev yapan materyallerdir.²⁸

Cam iyonmerlerden flor salımı, materyalin çözünme sonrası su emilimine veya cam partikülleri yüzeyindeki iyonik reaksiyona yanıt olarak ortaya çıkabilmektedir.²⁹ Flor salımı üç mekanizma ile gerçekleşmektedir; yüzeyden madde kaybı, por ve çatlaklara difüzyon ve kütleli difüzyon şeklindedir.^{30, 31} Devam eden günlerde florun yavaş şekilde salımı materyalin porları ve çatlaklarından yavaş şekilde çözünmesi ile gerçekleşmektedir. Kütleli flor salımı maturasyon periyodunda cam iyonmer materyal ile saklama solüsyonu arasında gerçekleşmektedir.³⁰

Dental materyalin sahip olduğu flor içeriği ve flor salımının yüksek seviyelerde olması diş çürüklerine karşı korumada tercih edilen bir özelliktir. Özellikle yüksek çürük riskli hastalarda kullanılması gereken cam iyonmer gibi flor içerikli dental materyallerin flor salım oranları ve yeniden yüklenebilme kapasitelerini araştıran çalışmalar ilgi çekmektedir.^{11, 32-34} Bu çalışmada, farklı içeriklerdeki cam iyonmer esaslı fissür örtücü materyallerin zamana bağlı olarak gerçekleştirdikleri flor salım miktarları ve % 1.23'lük APF flor jeli uygulandıktan sonra tekrar yüklenebilme özelliklerinin değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Çalışma sonuçlarına göre, incelenen cam iyonmer esaslı fissür örtücü materyallerinin flor salım değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmayacağı hipotezi reddedilmiştir.

Çalışmada, değerlendirilen tüm materyaller 49 günlük periyot boyunca ölçülebilir miktarda flor salımı gerçekleştirmiştir. İlk gün materyallerden flor salımı en yüksek seviyede gerçekleşirken, 2. günden 49.uncu güne doğru azalan değerlerle devam etmiştir. İlk güne ait yüksek miktardaki flor salımının nedeni, polialkenoik asit ve flor içerikli cam partiküllerinin reaksiyonu ve florun materyalin dış yüzeyinden solüsyona hızlı şekilde çözünmesidir.^{30, 31} Yapılan farklı çalışmalar cam iyonmer materyalden flor salımının ilk günde en yüksek seviyede olduğunu, 2. günden sonra hızlı bir düşüşe geçip zamanla azalan uzun süreli salım şeklinde devam ettiğini bildirmişlerdir.^{17, 27, 35-36} Ananda ve ark.³⁷, iki farklı fissür örtücü materyalin flor salımlarını karşılaştırdıkları çalışmada, aynı sonuca ulaşmış ve bu uzun süreli flor salımı ile cam iyonmerlerin, flor kaynağı olarak görev yaparak düz yüzeyler ile pit ve fissür çürüklerinin

önlenmesinde etkili olduğunu belirtmişlerdir.

Mevcut çalışmada incelenen dental materyaller içinde GCP Glass Seal en fazla flor salımını gerçekleştirirken, ilk gün için GC Fuji Triage ile aralarında istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmemiştir. Cam karbomerler konvansiyonel cam iyonmerlerle kıyaslandığında, içeriklerindeki cam partiküllerinin boyutunun nano seviyede olmasının çok daha kolay çözünebilmesine ve fluoroapatitlere daha kolay dönüşebilmesine dolayısıyla salım değerlerinin diğer materyallere göre daha yüksek olmasına neden olabileceği bildirilmektedir.³⁸

Çalışma ile elden edilen verilere göre Fuji VII EP, diğer materyaller ile karşılaştırıldığında yeniden yükleme öncesi ve sonrasında en düşük flor salım değerleri göstermiştir. Zalizniak ve ark.¹¹, CPP-ACP ilave edilmemiş olan Fuji VII ve Fuji VII EP'yi flor salımı ve fiziksel özellikleri yönünden farklı solüsyonlarda inceledikleri çalışmalarının sonucunda Fuji VII EP'nin, asidik olmayan ortamda Fuji VII'ye kıyasla daha düşük salım değerleri gösterdiğini bildirmişlerdir. Aynı çalışmada asidik ortamda ise Fuji VII EP'nin yüzey özelliklerinin olumsuz olarak etkilendiği ve daha fazla flor salımı gerçekleştiği sonucuna varılmıştır.

Çalışmada kullanılan materyallerin her üçüne de flor ile yeniden yükleme yapılabilmemiş ve yükleme sonrasında flor salımı devam etmiştir. Yeniden yükleme ile flor salım değerleri ilk 24 saat içinde artmış fakat yükleme öncesinde ilk gün için tespit edilmiş olan salım değerlerine ulaşamamıştır. Yükleme sonrasında ilk 24 saatin ardından tüm materyallerin salım değerleri hızlı bir düşüşe geçmiştir. Elde edilen sonuçlar diğer çalışmalarla benzerlik göstermektedir.^{17, 19, 21, 27, 30} Ghajari ve ark.³⁶, üç farklı cam iyonmer materyalin flor salımı ve iki farklı flor jeli ile tekrar yükleme sonrası salım değerlerini inceledikleri çalışmalarında; benzer sonuca ulaşarak APF flor jeli ile yeniden yükleme sonrası flor salım değerlerinin bir miktar yükseldiğini ve zamana bağlı olarak salım değerlerinde azalma gerçekleştiğini gözlemlemişlerdir.

Florun yeniden yüklenmesi öncesinde en yüksek salım değerleri gösteren GC Fuji Triage ve GCP Glass Seal, yükleme sonrasında da aynı davranışı göstermiştir. Bu sonuç yapılan diğer çalışmaların doğrultusunda, başlangıçta yüksek flor salım değerleri gösteren materyallerin yeniden yüklenebilme kabiliyetlerinin de daha fazla olduğunu göstermektedir.^{19, 26, 27}

Dental materyal tarafından florun geri alınımının mekanizması tam olarak çözümlenememiştir. Bununla birlikte materyalin içeriğinin ve yüzey enerjisinin materyal içine florun difüzyonunu etkileyerek; materyalin flor ile yeniden yüklenebilme kapasitesi ve flor salım

miktarında rol oynayan faktörler olduğu bilinmektedir.³⁰
³² Cam iyonomerlerin yeniden yüklenebilme kapasitesi cam doldurucu partiküllerin etrafındaki hidrojel tabakasının yapısını oluşturan cam içeriğine bağlıdır.^{19, 30}
³³ Ayrıca cam iyonomerlerin pöröz ve geçirgenliği fazla olan bir yapıya sahip olması flor salımını arttıran özelliklerdendir. Çehrelî ve ark.³⁹, *in-vitro* olarak yaptıkları çalışmalarında cam karbomerlerin mikrosızıntılarını değerlendirmişler ve materyalin iç yapısındaki ve yüzeyindeki çatlaklar sebebiyle mikrosızıntının yüksek oranda olduğu sonucuna varmışlardır. Bu sonuca göre materyalin yapısındaki çatlak yüzeylerin yeniden yükleme sırasında materyal içine flor geçişini kolaylaştırdığı ve daha fazla flor yüklenmesine neden olduğu düşünülmektedir.

Cam iyonomerlerden flor salımı iç ve dış faktörlerden etkilenen karmaşık bir süreçtir. Materyalin içeriği, toz/likit oranı, örnek geometrisi, sıcaklık, karıştırma zamanı, çözünabilirliği ve pörözitesi, bitirme ve cila işlemleri iç faktörler olarak değerlendirilirken; saklama ortamının içeriği ve pH değeri, çalışma dizaynı, ortamın sıcaklığı ve analiz yöntemleri flor salımını etkileyen dış faktörler olarak bilinmektedir.^{19, 30} Çalışmamızda örnek geometrileri, ortam sıcaklığı ve pH değeri, çalışma dizaynı, analiz metodu ve bitirme işlemleri tüm materyaller için standardize edilmiştir.

Çalışmamızda klinik olarak en sık kullanılan flor jellerinden biri olan %1.23'lük APF jeli tercih edilmiştir.²³ Crisp ve ark.⁴⁰, APF'nin; düşük pH'nın, materyalin yüzeyinde pürüzlenmeye neden olarak Na, Ca, Al, ve Sr iyonlarının oluşturduğu bir matris meydana getirdiğini; böylelikle flor salımının artışına sebep olacak kimyasal erozyonun gerçekleştiğini göstermiştir. APF içeriğindeki fosforik asit ve hidroflorik asit, cam iyonomer içeriğindeki metal iyonları ile stabil kompleksler oluşturarak geniş yüzey erozyonlarına neden olabilmekte ve cam partiküllerini pürüzlendirmektedir.²⁴

Dental materyallerin flor salım değerlerinin incelendiği çalışmalarda saklama ortamı olarak deiyonize su, tükürük ve pH siklus modelleri tercih edilmektedir.²¹ Tükürük ve pH siklus solüsyonu ağız ortamını daha iyi taklit edebilmelerine rağmen deiyonize su, tükürük ve pH siklus solüsyonlarındaki mineral ve organik moleküller olmaksızın materyalden flor salımının değerlendirilmesine olanak sağlamaktadır. Garcez ve ark.¹⁸, dental materyallerden flor salım paterninin pH siklus solüsyonunda ve deiyonize suda aynı olduğunu bildirmişlerdir.

In-vitro yapılan uygulamalar klinik etkileri uzun vadede tam olarak belirleyemese de cam iyonomerlerin flor salım değerleri ve yeniden yüklenebilme

kapasitelerini yansıtmaktadır. Öte yandan ağız ortamında, tükürük ve plağın içeriği ve flor miktarı gibi birçok faktörün flor salım değerlerini etkileyebileceği dikkate alınmalıdır.

SONUÇ

Çalışmada kullanılan tüm materyaller çalışma süresi boyunca flor salımı yapmıştır ve flor preparatı ile tekrar yüklenme özellikleri bulunmaktadır. Konvansiyonel cam iyonomer materyale göre; floroapatit/hidroksiapatit ilavesi ile zenginleştirilmiş cam iyonomer materyal benzer, kazein fosfopeptit amorf kalsiyum fosfat ilave edilmiş cam iyonomer materyal ise daha az flor salımı gerçekleştirmiştir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma, İzmir Kâtip Çelebi Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu tarafından "2014-ÖDÜL-56"no.lu proje ile desteklenmiştir.

KAYNAKÇA/REFERENCES

1. Ahovuo-Saloranta A, Hiiri A, Nordblad A, Makela M, Worthington HV. Pit and fissure sealants for preventing dental decay in the permanent teeth of children and adolescents. *Cochrane Database Syst Rev* 2008;CD001830.
2. Beauchamp J, Caufield PW, Crall JJ, Donly K, Feigal R, Gooch B, *et al.* Evidence-based clinical recommendations for the use of pit-and-fissure sealants: a report of the American Dental Association Council on Scientific Affairs. *J Am Dent Assoc* 2008;139:257-68.
3. Pit and fissure sealants. *J Am Dent Assoc* 1971;82:1101-3.
4. Lygidakis NA, Oulis KI, Christodoulidis A. Evaluation of fissure sealants retention following four different isolation and surface preparation techniques: four years clinical trial. *J Clin Pediatr Dent* 1994;19:23-5.
5. Mejare I, Mjor IA. Glass ionomer and resin-based fissure sealants: a clinical study. *Scand J Dent Res* 1990;98:345-50.
6. Davidovich E, Weiss E, Fuks AB, Beyth N. Surface antibacterial properties of glass ionomer cements used in atraumatic restorative treatment. *J Am Dent Assoc* 2007;138:1347-52.
7. Modena KC, Casas-Apayco LC, Atta MT, Costa CA, Hebling J, Sipert CR, *et al.* Cytotoxicity and biocompatibility of direct and indirect pulp capping materials. *J Appl Oral Sci* 2009;17:544-54.
8. Aranda M, Garcia-Godoy F. Clinical evaluation of the retention and wear of a light-cured pit and fissure

- glass ionomer sealant. *J Clin Pediatr Dent* 1995;19:273-7.
9. Chen X, Du MQ, Fan MW, Mulder J, Huysmans MC, Frencken JE. Caries-preventive effect of sealants produced with altered glass-ionomer materials, after 2 years. *Dent Mater* 2012;28:554-60.
 10. Moshaverinia A, Ansari S, Moshaverinia M, Roohpour N, Darr JA, Rehman I. Effects of incorporation of hydroxyapatite and fluoroapatite nanobioceramics into conventional glass ionomer cements (GIC). *Acta Biomater* 2008;4:432-40.
 11. Zalizniak I, Palamara JE, Wong RH, Cochrane NJ, Burrow MF, Reynolds EC. Ion release and physical properties of CPP-ACP modified GIC in acid solutions. *J Dent* 2013;41:449-54.
 12. Cochrane NJ, Saranathan S, Cai F, Cross KJ, Reynolds EC. Enamel subsurface lesion remineralisation with casein phosphopeptide stabilised solutions of calcium, phosphate and fluoride. *Caries Res* 2008;42:88-97.
 13. Mazzaoui SA, Burrow MF, Tyas MJ, Dashper SG, Eakins D, Reynolds EC. Incorporation of casein phosphopeptide-amorphous calcium phosphate into a glass-ionomer cement. *J Dent Res* 2003;82:914-8.
 14. Thepyou R, Chanmitkul W, Thanatvarakorn O, Hamba H, Chob-Isara W, Trairatvorakul C, et al. Casein phosphopeptide-amorphous calcium phosphate and glass ionomer show distinct effects in the remineralization of proximal artificial caries lesion in situ. *Dent Mater J* 2013;32:648-53.
 15. Reynolds EC, Cai F, Cochrane NJ, Shen P, Walker GD, Morgan MV, et al. Fluoride and casein phosphopeptide-amorphous calcium phosphate. *J Dent Res* 2008;87:344-8.
 16. Reynolds EC, Cai F, Shen P, Walker GD. Retention in plaque and remineralization of enamel lesions by various forms of calcium in a mouthrinse or sugar-free chewing gum. *J Dent Res* 2003;82:206-11.
 17. Bansal R, Bansal T. A Comparative Evaluation of the Amount of Fluoride Release and Re-Release after Recharging from Aesthetic Restorative Materials: An in vitro Study. *J Clin Diagn Res* 2015;9:ZC11-4.
 18. Garcez RM, Buzalaf MA, de Araujo PA. Fluoride release of six restorative materials in water and pH-cycling solutions. *J Appl Oral Sci* 2007;15:406-11.
 19. Preston AJ, Agalamanyi EA, Higham SM, Mair LH. The recharge of esthetic dental restorative materials with fluoride in vitro-two years results. *Dent Mater* 2003;19:32-7.
 20. Strother JM, Kohn DH, Dennison JB, Clarkson BH. Fluoride release and re-uptake in direct tooth colored restorative materials. *Dent Mater* 1998;14:129-36.
 21. Karantakis P, Helvatjoglou-Antoniades M, Theodoridou-Pahini S, Papadogiannis Y. Fluoride release from three glass ionomers, a compomer, and a composite resin in water, artificial saliva, and lactic acid. *Oper Dent* 2000;25:20-5.
 22. van Rijkom H, Ruben J, Vieira A, Huysmans MC, Truin GJ, Mulder J. Erosion-inhibiting effect of sodium fluoride and titanium tetrafluoride treatment in vitro. *Eur J Oral Sci* 2003;111:253-7.
 23. American Academy of Pediatric D. Guideline on fluoride therapy. *Pediatr Dent* 2014;35:E165-8.
 24. el-Badrawy WA, McComb D, Wood RE. Effect of home-use fluoride gels on glass ionomer and composite restorations. *Dent Mater* 1993;9:63-7.
 25. Maruo IT, Godoy-Bezerra J, Saga AY, Tanaka OM, Maruo H, Camargo ES. Effect of etching and light-curing time on the shear bond strength of a resin-modified glass ionomer cement. *Braz Dent J* 2010;21:533-7.
 26. Vermeersch G, Leloup G, Vreven J. Fluoride release from glass-ionomer cements, compomers and resin composites. *J Oral Rehabil* 2001;28:26-32.
 27. Dionysopoulos D, Koliniotou-Koumpia E, Helvatzoglou-Antoniades M, Kotsanos N. Fluoride release and recharge abilities of contemporary fluoride-containing restorative materials and dental adhesives (Retracted article. See vol. 34, pg. 410, 2015). *Dental Materials Journal* 2013;32:296-304.
 28. Setty JV, Singh S, Subba Reddy VV. Comparison of the effect of topical fluorides on the commercially available conventional glass ionomers, resin modified glass ionomers and polyacid modified composite resins--an in vitro study. *J Indian Soc Pedod Prev Dent* 2003;21:55-69.
 29. Dhull KS, Nandlal B. Comparative evaluation of fluoride release from PRG-composites and compomer on application of topical fluoride: an in-vitro study. *J Indian Soc Pedod Prev Dent* 2009;27:27-32.
 30. Attar N, Turgut MD. Fluoride release and uptake capacities of fluoride-releasing restorative materials. *Oper Dent* 2003;28:395-402.
 31. De Moor RJ, Verbeeck RM, De Maeyer EA. Fluoride release profiles of restorative glass ionomer formulations. *Dent Mater* 1996;12:88-95.
 32. 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.
33. Frost PM. An audit on the placement and replacement of restorations in a general dental practice. *Prim Dent Care* 2002;9:31-6.
34. Mousavinasab SM, Meyers I. Fluoride release by glass ionomer cements, compomer and giomer. *Dent Res J (Isfahan)* 2009;6:75-81.
35. Eichmiller FC, Marjenhoff WA. Fluoride-releasing dental restorative materials. *Oper Dent* 1998;23:218-28.
36. Ghajari MF, Torabzadeh H, Safavi N, Sohrabi A, Ardakani FF. Fluoride release from three glass ionomers after exposure to sodium fluoride and acidulated phosphate fluoride gels. *Dent Res J (Isfahan)* 2014;11:604-9.
37. Ananda SR, Mythri H. A comparative study of fluoride release from two different sealants. *J Clin Exp Dent* 2014;6:e497-501.
38. Zainuddin N, Karpukhina N, Law RV, Hill RG. Characterisation of a remineralising Glass Carbomer(R) ionomer cement by MAS-NMR spectroscopy. *Dent Mater* 2012;28:1051-8.
39. Cehreli SB, Tirali RE, Yalcinkaya Z, Cehreli ZC. Microleakage of newly developed glass carbomer cement in primary teeth. *Eur J Dent* 2013;7:15-21.
40. Crisp S, Lewis BG, Wilson AD. Characterization of glass--ionomer cements. 6. A study of erosion and water absorption in both neutral and acidic media. *J Dent* 1980;8:68-74