

Florid içerikli restoratif materyallerin florid salımı ve floridle yeniden yüklenebilme özelliklerinin değerlendirilmesi*

Zehra Karaca(0000-0002-3577-9064)^α, Aylin Akbay Oba(0000-0001-8820-8671)^β, Nurhan Özalp(0000-0003-4192-2960)^γ, Tuğçe Özmen Derkuş(0000-0001-5984-3123)^λ, Mustafa Taştekin(0000-0003-3555-0283)^λ

Selcuk Dent J, 2020; 7: 310-317 (Doi: 10.15311/selcukdentj.727483)

Başvuru Tarihi: 30 Nisan 2020
Yayına Kabul Tarihi: 24 Haziran 2020

ÖZ

Florid içerikli restoratif materyallerin florid salımı ve floridle yeniden yüklenebilme özelliklerinin değerlendirilmesi

Amaç: Bu çalışmanın amacı florid içerikli farklı restoratif materyallerin (Geleneksel cam iyonomer siman, İonofil U; Resin modifiye cam iyonomer siman, Photac Fil Quick Aplicap; Cam hibrit restoratif materyal, Equia Forte; Cam karbomer, Glass Fil ve Giomer, Beautifil II) *in vitro* koşullarda florid salım özelliklerini ve floridle yeniden yüklenebilme kapasitelerini karşılaştırmaktır.

Gereç ve Yöntemler: Restoratif materyallerinin her birinden 16 adet disk şeklinde örnekler hazırlanmış, örnekler, deney periyodu boyunca 5 ml deiyonize su içeren polietilen tüplerde, 37°C'de bekletilmiştir. Örneklerin florid salım konsantrasyonları 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 14, 21 ve 28. günlerde ölçülmüş, 28. günde örnekler 4 dakika boyunca 2 ml % 1,23'lük Asidüle fosfat florid jel (İonite) uygulanmıştır. Daha sonra, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 14, 21 ve 28. günlerde materyallerin florid salım konsantrasyonları ölçülerek, floridle yeniden yüklenebilme kapasiteleri değerlendirilmiştir.

Bulgular: İonofil U'nun ilk iki gün boyunca istatistiksel olarak diğer materyallerden daha fazla miktarda florid salımı ve floridle yeniden yüklenebilme kapasitesi gösterdiği belirlenmiştir ($p<0,05$). Takip eden 3, 4, 5, 6, 7, 14, 21 ve 28. günlerde ise Equia Forte'un istatistiksel olarak anlamlı düzeyde diğer materyallerden daha yüksek konsantrasyonda florid salımı ve floridle yeniden yüklenebilme kapasitesi gösterdiği tespit edilmiştir ($p<0,05$). Tüm deney periyodu boyunca, florid salım konsantrasyonu ve floridle yeniden yüklenebilme kapasitesi en düşük olan materyalin ise Beautifil II olduğu saptanmıştır ($p<0,05$).

Sonuç: İonofil U ilk iki gün maksimum düzeyde florid iyonu salmasına rağmen, daha sonraki günlerde deney periyodu boyunca Equia Forte'un diğer materyallerden daha yüksek oranda florid salımı ve floridle yeniden yüklenebilme kapasitesi gösterdiği saptanmıştır.

ANAHTAR KELİMELER

Cam iyonomer, dental materyal, flor

ABSTRACT

Evaluation of fluoride release and recharge characteristics of fluoride-containing restorative materials

Background: The aim of this study is to compare the fluoride release properties and fluoride recharge capacities of different fluoride-containing restorative materials (Conventional glass ionomer cement, IonofilU; Resin modified glass ionomer cement, PhotacFilQuickAplicap; Glass hybrid, Equia Forte; Glass carbomer, Glass Fil and Giomer, Beautifil II) *in vitro*.

Methods: 16 disk-shaped samples were prepared from each of the restorative materials. Samples were transferred to polyethylene tubes containing 5 ml of deionized water. The fluoride release concentrations of the samples were measured on days 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 14, 21 and 28. On day 28, 2 ml of 1.23% Acidulated phosphate fluoride gel (Ionite) was applied to the specimens. Then, fluoride release concentrations of the materials were measured on days 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 14, 21, 28, and their fluoride recharge capacities were evaluated.

Results: Ionofil U was found to have significantly higher fluoride release and fluoride recharge capacities than the other materials during the first two days ($p<0.05$). It was found that Equia Forte showed a statistically significant higher concentration of fluoride release and fluoride recharge capacities on days 3, 4, 5, 6, 7, 14, 21, 28 ($p<0.05$). During the entire experimental period, the material with the lowest fluoride release concentration was found to be Beautifil II ($p<0.05$).

Conclusion: Although Ionofil U released a maximum level of fluoride ion in the first two days, Equia Forte showed higher fluoride release and fluoride recharge capacity than other materials during the experimental period in the following days.

KEYWORDS

Glass ionomer cements, dental materials, fluorides

Günümüzde gelişmiş ülkelerde diş çürüğü prevalansı azalmış olmasına rağmen, çürük dünyadaki çocukların büyük bir bölümünü etkileyen bir sağlık sorunu olmaya devam etmektedir. Beslenme, oral hijyen alışkanlıkları,

florid yararlanımı, tükürük akış hızı, diş dokularının yapısı, ağız florası ve genetik gibi birçok faktör çürük oluşumunda rol oynamaktadır.¹ Ağız ortamında bulunan florid iyonu antikaryojenik etkisini;

* 22.03.2018 tarihinde Uzm.Dt.Zehra KARACA'nın uzmanlık tezi olarak sunulmuştur.

^α Kayseri Mayadış Ağız ve Diş Sağlığı Merkezi, Kayseri, Türkiye

^β Kırıkkale Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Pedodonti Anabilim Dalı, Kırıkkale, Türkiye

^γ Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Pedodonti Anabilim Dalı, Ankara, Türkiye

^λ Ankara Üniversitesi Fen Fakültesi Analitik Kimya Anabilim Dalı, Ankara, Türkiye

bakteriyel gelişimi ve plak oluşumunu engelleyerek ve demineralizasyonu azaltıp, remineralizasyonu artırarak göstermektedir.² Bu nedenle çürük riski yüksek bireylerde florid salan restoratif materyallerin kullanımı tercih edilmektedir.^{2,3} Ancak bu materyallerin içeriklerinin ve geçirgenliklerinin farklı olması nedeniyle, florid salımı ve floridle yeniden yüklenebilme kapasiteleri de farklılık göstermektedir.^{2,3}

Yüksek düzeyde florid salımı ve yeniden yüklenme kapasitesi gibi çok önemli özelliklere sahip olan geleneksel cam iyonomer simanlar (GCİS)'in düşük fiziksel özellikler göstermesi ve erken dönemde neme karşı duyarlılık sergilemesi, bu materyaller açısından büyük dezavantaj oluşturmaktadır.^{4,5} Bu olumsuz özelliklerin giderilmesi amacıyla, 1980'lerin sonlarında HEMA gibi hidrofilik monomerler ve polimerler içeren ama florid salımı özelliğini kaybetmemiş olan rezin modifiye cam iyonomer simanlar (RMCİS) üretilmiş ve daha sonraki yıllarda mekanik ve estetik özelliklerin geliştirilmesi amacıyla poliasit modifiye kompozit rezinler (PMKR) geliştirilmiştir.^{5,6,7} PMKR materyallerde fiziksel ve estetik özellikler iyileştirilmiş olsa da, florid salabilme ve yeniden yüklenebilme özelliklerinin GCİS'lara kıyasla oldukça düşük düzeyde olduğu bilinmektedir.^{8,9}

Hem florid salımı yapabilen hem de yüksek fizik-mekanik ve estetik özelliklere sahip materyal arayışı sonucu geliştirilen giomerler (GI), doldurucu olarak önceden reaksiyona girmiş olan cam partikülleri (PRG-pre reacted glass ionomer) içeren ve florid iyonu salabilen rezin esaslı dental adeziv materyallerdir.¹⁰ Giomerlerin yapısında; flororalüminasilikat cam partikülleri ile polialkenoik asit arasındaki asit-baz reaksiyonu sonucunda oluşan PRG doldurucu partikülleri ve cam çekirdeği çevreleyen cam iyonomer hidrojel matris tabakası bulunmaktadır. Belirli boyutta PRG doldurucuları oluşturmak için, silika hidrojel kurutulması ile oluşan kserojel dondurularak kurutulduktan sonra, öğütülür ve silanize edilir.^{11,12,13} PRG teknolojisi, cam iyonomer simanlar (CİS)'in florid salabilme ve yeniden yüklenebilme özelliklerinin, kompozit rezinlerin ise fiziksel özelliklerinin korunarak, kompozit rezin materyalin doldurucu bileşenine uygulanmıştır.^{12,14} Böylece, materyalin florid salımı cam çekirdek yüzeyinde asit baz reaksiyonunun oluşmasıyla gerçekleşmektedir. Cam karbomer simanlar (CK), GCİS'in içerdiği poliakrilik asit ve flooralüminasilikat cama ilave olarak yapısında nano boyutlarda hidroksiapatit ve floropatit bulunan; rezin, metal, Bisfenol-A, monomer içermeyen ve asit-baz reaksiyonu ile sertleşen son yıllarda geliştirilmiş restoratif materyallerdir.^{15,16,17} CK'da nanopartikül teknolojisi ile mine benzeri yapıların oluşturulması amaçlanmıştır. Bu materyallerin yapısında bulunan kalsiyum floropatit nanokristalleri remineralizasyonun sağlanması için çekirdek görevi yapabilmekte, demineralize dental yapıların remineralizasyonunu indüklemektedir.^{15,18} CK, GCİS'la benzer şekilde florid salabilme ve floridle yeniden yüklenebilme özelliklerine sahiptir.¹⁹ Toz ve likit karıştırıldığında tozdaki nano boyutlu partiküller sayesinde temas yüzeyinin artması, materyalin daha kolay polimerize olmasına ve daha hızlı florid iyonları salmasına yardımcı olmaktadır.²⁰

Yapısında çok ince ve yüksek derecede reaktif cam partiküller ve yüksek moleküler ağırlığa sahip poliakrilik asit içeren Equia Forte (GC, Tokyo, Japonya), 2015 yılında tanıtılmış yeni jenerasyon cam hibrit (CH) yapıdaki bir restoratif materyaldir.^{21,22} Fiziksel özelliklerin güçlendirilmesi amacıyla kullanılan bu yeni cam hibrit teknolojisi ile materyalde çok daha güçlü bir matris yapısı oluşturularak, daha iyi fiziksel özellikler, daha yüksek aşınma direnci ve daha yüksek florid salımı özellikleri elde edildiği bildirilmiştir.^{20,23,24,25} Bu çalışmanın amacı cam iyonomer ve cam hibrit yapıdaki restoratif materyallerin florid salım konsantrasyonları ve floridle yeniden yüklenebilme kapasitelerinin karşılaştırılmasıdır.

GEREÇ VE YÖNTEM

Araştırmada kullanılan restoratif materyaller ve içerikleri Tablo 1'de gösterilmiştir. Restoratif materyallere ait örneklerin hazırlanması amacıyla 5 mm çap ve 2 mm kalınlığa sahip paslanmaz çelik disk şeklindeki kalıplar kullanılmıştır. Materyaller kalıplara uygulanmış, ardından materyallerin her iki yüzeyine de şeffaf bant (SNA, Universal Strips, Germany) ve 1 mm kalınlığında cam yerleştirilmiş ve parmak basıncı uygulanmıştır. Örnekler her materyalden 16 adet olacak şekilde, üretici firma tavsiyelerine göre hazırlanmıştır.

Tablo 1.

Çalışmada kullanılan restoratif materyaller ve içerikleri

Ürünün Adı	Ürünün Türü	Üretici Firma	Ürünün İçeriği
İonofil U	Geleneksel Cam İyonomer Siman (GCİS)	VOCO, Cuxhaven, Germany	Alüminyum floridosilikat cam, poliakrilik asit, su
Photac Fil Quick Aplicap	Rezin Modifiye Cam İyonomer Siman (RMCİS)	3M ESPE GmbH, Seefeld, Germany	Sodyum-kalsiyum-alüminyum floridosilikat cam, rezin modifiye polialkenoik asit, akrilik ve maleik asit kopolimeri, cam iyonomer ile uyumlu monomer ve oligomer, kamforokinon, su
Equia Forte	Cam Hibrit Restoratif Materyal (CH)	GC, Tokyo, Japan	Floridoalüminosilikat cam, distile su, poliakrilik asit
Glass Fill	Cam Karbomer (CK)	GCP Dental, Leiden, Hollanda	Fluoroalüminosilikat cam > % 90, Apatit < % 6, Poliasit < % 4, Nanoboyutlu cam partikülleri, nanoflorido/hidroksiapatit, floridoapatit, silika içerikli likit, modifiye polisilsoksan
Beautiful II	Giomer (GI)	SHOFU Inc., Kyoto, Japan	Bis-GMA (bisfenol A glisidil eter dimetakrilat), TEGDMA (triötilen glikol dimetakrilat), Alüminofloridoborosilikat cam, Kamforokinon

İonofil U örnekleri hazırlandıktan sonra, polimerizasyonunun tamamlanması için, standart süre olarak kabul edilen 15 dk. süreyle oda sıcaklığında bekletilmiştir. Equia Forte örnekleri ise üretici firmanın talimatları doğrultusunda 2 dk 30 sn oda sıcaklığında bekletilmiş, ardından 1200 mW/cm² ışık yoğunluğuna sahip olan Elipar S10 (3M ESPE, St Paul, MN, USA) LED ışık cihazı ile 20 sn ışık uygulanmıştır. Photac Fil Quick Aplicap ve Beautifil II materyallerinin polimerizasyonu, sırasıyla 20 sn ve 10 sn süreyle, 1200 mW/cm² ışık yoğunluğuna sahip olan Elipar S10 (3M ESPE, St Paul, MN, USA) LED ışık cihazı ile üretici firmaların tavsiyelerine uygun olarak gerçekleştirilmiştir. Glass Fil örnekleri üretici firmanın talimatları doğrultusunda, 1400 mW/cm² ışık yoğunluğuna sahip olan KarboLED ışık cihazı (GCP Dental, Vianen, Netherlands) ile 90 sn ışık uygulanarak hazırlanmıştır.

Örnekler hazırlandıktan sonra, 24 saat boyunca 37 °C'da % 95 bağıl nemde bekletilmiştir. Daha sonra, tungsten karbid frezler (ELA, Germany) kullanılarak bitirme işlemi ve Sof-Lex diskler (3M ESPE, St. Paul, MN, USA) kullanılarak polisaj yapılmış olan örnekler 5 ml deiyonize su ile dolu polietilen tüplere aktararak, sıcaklığı 37 °C'a ayarlanmış etüve yerleştirilmiştir.

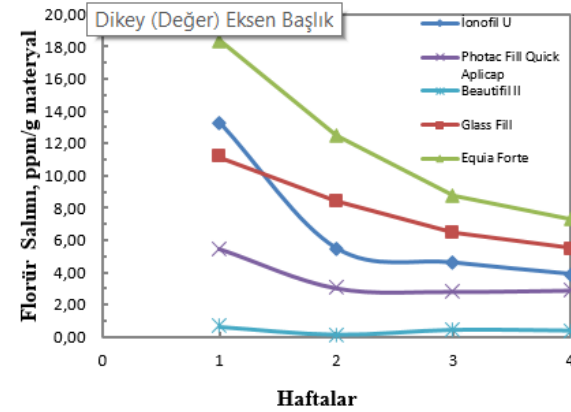
Araştırmamızda, materyallerin 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 14, 21 ve 28. günlerdeki florid salımları Ag/AgCl referans elektrot (Thermo ORION, Boston, MA, USA) ve florid iyonlarına duyarlı iyon seçici elektrot (ISE) (Sentek, Estate, Braintree, Essex) kullanılarak ölçülmüştür. Her ölçüm sonrasında her bir örnek, 5 ml deiyonize su ile 20 sn yıkanmış ve 2 dk boyunca kurutma kağıdında kurutulmuş, daha sonra her birisi 5 ml taze deiyonize su ile doldurulmuş olan polietilen örnek kaplarına aktarılmıştır. Materyallerin florid salım konsantrasyonları belirtilen sürelerde ölçülmüş, her deney periyodunda, florid iyonu ölçümleri 24 saatlik süre baz alınarak tayin edilmiştir. 28. gün ölçümleri yapıldıktan sonra, her bir örneğin her iki tarafı üç defa 5 ml deiyonize su ile yıkanmış ve 2 dk boyunca kurutma kağıdında kurutulmuştur. 2 ml APF jel 4 dk boyunca, örneklerin yüzeylerini tamamen kaplayacak şekilde uygulanmış ve örneklerin her iki tarafı 20 sn süreyle 5 ml deiyonize su ile yıkanmış, 2 dk süreyle kurutma kağıdında kurutulmuştur. Daha sonra, örnekler 5 ml deiyonize su içeren polietilen örnek kaplarına aktararak, 37 °C sıcaklıktaki etüve yerleştirilmiş ve sonraki 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 14, 21 ve 28. günlerdeki florid salımları ölçülmüştür. Her deney periyodunda, florid iyonu ölçümleri 24 saatlik süre baz alınarak tayin edilmiştir.

Her bir materyalin farklı günlerdeki florid salım konsantrasyonları ve farklı materyallerin aynı günlerdeki florid salım konsantrasyonları ANOVA testi kullanılarak karşılaştırılmıştır. Materyallerin başlangıçtaki florid salım konsantrasyonları ile APF jel uygulandıktan sonraki florid salım konsantrasyonları ise, Student t-testi kullanılarak kıyaslanmıştır. p<0.05 için sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir.

BULGULAR

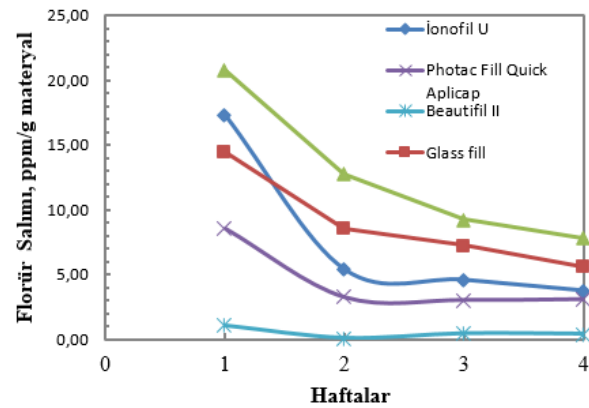
İonofil U'nun ilk iki gün boyunca istatistiksel olarak anlamlı düzeyde diğer materyallerden daha fazla miktarda florid salımı ve floridle yeniden yüklenebilme kapasitesi gösterdiği tespit edilmiştir (p<0,05). Takip eden 3, 4, 5, 6, 7, 14, 21 ve 28. günlerde ise Equia Forte'un istatistiksel olarak anlamlı düzeyde diğer materyallerden daha yüksek konsantrasyonda florid salımı ve floridle yeniden yüklenebilme kapasitesi gösterdiği gözlemlenmiştir (p<0,05). Tüm deney periyodu boyunca, Glass Fil'in florid salım konsantrasyonunun ve floridle yeniden yüklenebilme kapasitesinin, Photac Fil Quick Aplicap ve Beautifil II materyallerine kıyasla, istatistiksel olarak anlamlı düzeyde fazla olduğu (p<0,05); florid salım konsantrasyonu ve floridle yeniden yüklenebilme kapasitesi en düşük olan materyalin ise Beautifil II olduğu saptanmıştır (p<0,05).

Çalışmada kullanılan restoratif materyallerin ilk 28 gün ve yeniden yükleme yapıldıktan sonraki 28 gün boyunca florid salımı değerlerinin karşılaştırması **Tablo 2**'de, materyallerin 4 hafta boyunca florid salımı değerleri **Şekil 1**'de, materyallerin % 1,23'lük APF jel uygulandıktan sonraki 4 hafta boyunca florid salımı değerleri **Şekil 2**'de gösterilmiştir.



Şekil 1.

Restoratif materyallerin 4 hafta boyunca florid salımı değerleri



Şekil 2.

Restoratif materyallerin yeniden yükleme yapıldıktan sonraki 4 hafta boyunca florid salımı değerleri

Tablo 2.**Restoratif materyallerin ilk 28 gün ve yeniden yükleme yapıldıktan sonraki 28 gün boyunca florid salımı değerlerinin karşılaştırması (ppm F- / g materyal)**

Günler	Ionofil U		Glass Fill		Equia Forte		Photac Fil Quick Aplicap		Beautiful II	
	İlk 28 günlük Periyotta Ortalama Florid Salımı	Florid ile Yükleme Yapıldıktan Sonra Ortalama Florid Salımı	İlk 28 günlük Periyotta Ortalama Florid Salımı	Florid ile Yükleme Yapıldıktan Sonra Ortalama Florid Salımı	İlk 28 günlük Periyotta Ortalama Florid Salımı	Florid ile Yükleme Yapıldıktan Sonra Ortalama Florid Salımı	İlk 28 günlük Periyotta Ortalama Florid Salımı	Florid ile Yükleme Yapıldıktan Sonra Ortalama Florid Salımı	İlk 28 günlük Periyotta Ortalama Florid Salımı	Florid ile Yükleme Yapıldıktan Sonra Ortalama Florid Salımı
1.Gün	29,736±3,367 ^{Aa}	51,454±2,933 ^{Ba}	16,013±1,522 ^{Ca}	30,635±1,620 ^{Da}	26,017±3,652 ^{Ea}	38,390±3,744 ^{Fa}	10,948±1,144 ^{Ga}	27,132±1,615 ^{Ha}	1,671±0,122 ^{Ja}	2,854±0,165 ^{Ja}
2.Gün	18,147±0,810 ^{Ab}	23,564±1,159 ^{Bb}	10,558±0,865 ^{Cbd}	16,314±0,626 ^{Db}	17,400±1,302 ^{Ebef}	19,971±1,507 ^{Fb}	8,150±0,641 ^{Gb}	12,741±0,693 ^{Hb}	0,946±0,046 ^{Ja}	1,455±0,078 ^{Jb}
3.Gün	11,778±0,556 ^{Ac}	11,735±0,990 ^{Bc}	11,369±1,115 ^{Ac}	11,656±0,498 ^{Bc}	18,277±0,831 ^{Cbcg}	18,184±1,396 ^{Dc}	4,203±0,128 ^{Ec}	5,058±0,453 ^{Fc}	0,596±0,026 ^{Gb}	0,910±0,079 ^{Hb}
4.Gün	10,495±1,183 ^{Ad}	10,509±0,510 ^{Bd}	11,281±1,009 ^{Cbc}	11,171±0,464 ^{Bd}	18,655±1,070 ^{Dc}	19,581±1,439 ^{Eb}	3,968±0,211 ^{Fcde}	4,312±0,165 ^{Gdg}	0,487±0,024 ^{Hc}	0,654±0,045 ^{Ib}
5.Gün	8,574±0,914 ^{Ae}	8,669±0,361 ^{Be}	10,158±1,277 ^{Cd}	10,664±0,509 ^{De}	17,326±0,798 ^{Edeg}	17,612±0,784 ^{Fcd}	3,748±0,235 ^{Gdfg}	3,796±0,103 ^{Hefh}	0,360±0,010 ^{Id}	0,567±0,023 ^{Ib}
6.Gün	7,708±0,871 ^{Ae}	7,762±0,408 ^{Be}	9,312±1,065 ^{Ce}	9,779±0,293 ^{De}	16,514±0,881 ^{Eaf}	16,871±0,916 ^{Fd}	3,421±0,231 ^{Ghb}	3,511±0,153 ^{Hefj}	0,270±0,012 ^{Ie}	0,476±0,021 ^{Ib}
7.Gün	6,699±0,466 ^{Af}	6,410±0,271 ^{Be}	9,412±1,492 ^{Ce}	9,904±0,233 ^{De}	14,651±0,893 ^{Eh}	14,852±0,688 ^{Fc}	3,683±0,374 ^{Gesh}	3,948±0,880 ^{Hfgh}	0,234±0,009 ^{If}	0,358±0,012 ^{Ib}
14. Gün	5,493±0,449 ^{Ag}	5,415±0,199 ^{Bh}	8,392±0,609 ^{Cf}	8,589±0,206 ^{Dg}	12,507±0,792 ^{Ei}	12,739±0,603 ^{Ff}	3,036±0,583 ^{Gi}	3,259±0,125 ^{Hhk}	0,104±0,008 ^{Ig}	0,097±0,005 ^{Ib}
21.Gün	4,594±0,444 ^{Agh}	4,628±0,198 ^{Bi}	6,438±0,643 ^{Cg}	7,248±0,276 ^{Dh}	8,726±0,594 ^{Ej}	9,266±0,446 ^{Fg}	2,824±0,278 ^{Gi}	3,047±0,156 ^{Hk}	0,448±0,032 ^{Ih}	0,451±0,025 ^{Ib}
28. Gün	3,893±0,430 ^{Ah}	3,795±0,248 ^{Bi}	5,513±0,657 ^{Ch}	5,642±0,244 ^{Di}	7,311±0,719 ^{Ej}	7,796±0,417 ^{Fh}	2,894±0,252 ^{Gi}	3,117±0,303 ^{Hjk}	0,403±0,021 ^{Ii}	0,416±0,023 ^{Ib}

TARTIŞMA

Diş sert dokularının yüzeyinde, tükürükte ve dental plakta florid iyonu varlığının demineralizasyon/remineralizasyon dengesinin korunmasında etkili olması sebebiyle, oral kavitede gün boyunca düşük düzeyde florid iyonunun bulunmasını sağlayan depo sistemlere ihtiyaç olduğu bildirilmiştir.^{2,3} CİS içerikli restoratif materyaller ağız içinde florid salımı yapabilen ve floridle yeniden yüklenebilen rezervuarlar olarak görev yaparlar.^{2,3}

Cam iyonomer ve cam hibrit yapıdaki restoratif materyallerden GCİS, RMCİS, CH, CK ve GI içerikli materyallerin florid salımı ve yeniden yüklenebilme özelliklerinin incelendiği bu araştırmanın sonucunda; İonofil U (GCİS)'nin 1. ve 2. günlerde; Equia Forte (CH)'un ise 3, 4, 5, 6, 7, 14, 21 ve 28. günlerde, istatistiksel olarak anlamlı düzeyde diğer materyallerden daha fazla miktarda florid salımı ve floridle yeniden yüklenebilme kapasitesi gösterdiği tespit edilmiştir (p<0,05).

GCİS'larda asit-baz reaksiyonunun başlangıç aşamaları esnasında, polialkenoik asitin cam partiküllerinin dış kısmını çözdüğü ve materyalden kalsiyum, alüminyum, florid iyonları ve diğer iyonlar salınmakta olduğu sırada, materyalin matriks kısmı henüz immatür ve instabil bir yapıdadır. Bu sebeple bu evrede materyalin bulunduğu sıvı ortam ile materyal arasında yüksek düzeyde iyon değişimi olmak ve patlama etkisi (burst effect) adı verilen yüksek seviyede florid salımı meydana gelmektedir.^{10,26,27,28,29} Daha sonra restoratif materyal matürasyon gösterdikçe, florid iyonu salımı ancak ortamda bulunan sıvının materyal yapısına difüze olmasıyla gerçekleşmektedir.² GCİS'lar ile yapılan çalışmalarda ilk 48 saat bu materyalin diğerlerinden yüksek oranda florid

salımı yaptığı görülmektedir.^{29,30,31} Bu çalışmada da İonofil U (GCİS)'nin, 1. ve 2. günlerde patlama etkisi sonucunda en fazla florid salımı gösterdiği tespit edilmiş (p<0,05), İonofil U (GCİS)'nin florid salım konsantrasyonunun tüm deney periyodu boyunca Photac Fil Quick Aplicap (RMCİS)'a kıyasla, daha yüksek olduğu bulgulanmıştır (p<0,05). RMCİS'larda florid salımından sorumlu olan asit-baz reaksiyonu, GCİS'lardaki mekanizma ile aynıdır.^{32,33} Ancak florid iyonu salım miktarının; restoratif materyalin geçirgenliğine, içerdiği floridin miktarına, florid bileşiklerine göre değişkenlik gösterebileceği bildirilmiştir.^{34,35,36} Cam iyonomer ile birlikte rezin içeren hibrit materyallerde florid salım potansiyeli; rezin matriksin hidrofilik doğasına ve cam partiküllerle reaksiyona girebilmeleri için monomer komponentlerin yapısal asiditelerine de bağlı olarak değişkenlik göstermektedir.³⁷ Ayrıca silanizasyon yoluyla geliştirilmiş doldurucu-matriks ilişkisinde, cam doldurucuların yüzeyi modifiye edilmiştir ve bu da florid iyonu salımını geciktirebilmektedir.³⁷ Camları asitle yıkamanın ve silanizasyonun cam partiküllerin yüzeylerini etkilediği ve florid salımında bir gecikme olduğu bildirilmiş olup, silan film tabakası cam yüzeyinde asit solüsyonu için bir difüzyon bariyeri gibi rol olarak florid salımını yavaşlatmaktadır.³⁸

CK karbomize nano partiküller içermekte olup, cam iyonomer yapıda olan yeni bir üründür.¹⁰ Yapılan literatür taramasında CK'in florid salımı özelliği ile ilgili rapor edilen çalışma sayısının oldukça az olduğu görülmüştür. CK'in bileşimindeki nanopartiküller sayesinde mekanik özellikler

geliştirilmiştir ve daha hızlı florid salımı gerçekleşmektedir.¹⁰ Yapılan çalışmalarda cam karbomer materyallerin yüksek florid salımı gösterdiği bildirilmiştir.^{39,40} Bu çalışmada Glass Fill (CK)'in florid salım konsantrasyonunun ve floridle yeniden yüklenebilme kapasitesinin, Photac Fil Quick Aplicap (RMCİS) ve Beautifil II (GI) materyallerine kıyasla, tüm deney periyodu boyunca istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha fazla olduğu belirlenmiştir ($p < 0,05$). Bunun yanında tüm deney periyodu boyunca, florid salım konsantrasyonu ve floridle yeniden yüklenebilme kapasitesi en düşük olan materyalin Beautifil II (GI) olduğu saptanmıştır. GI, CİS teknolojisini kullanan hibrit restoratif materyallerdir. GI, rezin içine katılmadan önce poliakrilik asit ile önceden reaksiyona girmiş florealüminosilikat cam partikülleri ihtiva etmesinden dolayı, polimerizasyon sırasında önemli oranda asit baz reaksiyonu gerçekleşmez, su emilimi çok azdır ve ayrıca yüksek oranda rezin faz içermektedir.⁴¹ Bu nedenlerden dolayı giomerlerin florid salım konsantrasyonunun düşük olduğu bildirilmiştir. GI'in uzun dönemli flor salımını inceleyen bir *in vitro* çalışmada, ilk birkaç günde flor salımının çok az düzeyde olduğu, ancak 21 gün sonunda flor salımının anlamlı derecede arttığı rapor edilmiştir.¹⁴ Bu çalışmanın sonucunda, Beautifil II (GI)'nin florid salım konsantrasyonunun 21. günde 14. güne kıyasla 4 kat daha fazla arttığı; ancak bu artışın istatistiksel olarak anlamlı düzeyde olmadığı görülmüştür ($p > 0,05$).

Yeni cam hibrit teknolojisi kullanılarak üretilmiş olan Equia Forte (CH)'un, cam iyonomer doldurucusunun içerisine çok ince boyuttaki cam partiküllerinin ilavesi ile temas yüzeyinin artması sağlanarak, likitle cam partikülleri temasa geçtiklerinde materyalin daha kolay reaksiyona girmesine ve daha hızlı florid iyonları salmasına yardımcı olduğu belirtilmiştir.^{20-25,42} Bu nedenle, asit baz reaksiyonu nedeniyle oluşan cam iyonomer hidrojel matris fazının GCIS'inkinden daha kalın olduğu ve bu nedenle daha yüksek miktarda florid salımının gerçekleştiği varsayılabilir.¹³ Equia Forte (CH)'un 3, 4, 5, 6, 7, 14, 21 ve 28. günlerde, istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde diğer materyallerden daha yüksek konsantrasyonda florid salımı ve floridle yeniden yüklenebilme kapasitesi gösterdiği tespit edilmiştir ($p < 0,05$). Equia Forte (CH)'un tozu % 95 oranında stronsiyum florealüminosilikat cam ve % 5 poliakrilik asit, likidi ise % 40 oranında poliakrilik asitin sulu solusyonunu içerir.⁴³ Kalsiyum, stronsiyumdan daha elektropozitif olduğu için CaF_2 , SrF_2 'den daha az çözünür. Yani SrF_2 deki florid iyonu daha kolay ayrılır ve bu da daha yüksek florid salımına neden olur, kalsiyumun stronsiyum ile yer değiştirmesi florid salımını artırmış olabilir.⁴³

Equia Forte (CH)'un florid salım özelliği ile ilgili çalışmalar çok sınırlıdır; bu çalışmada elde edilen sonuçlar, bu materyalin daha önce bildirilen sonuçlarıyla uyumludur.¹³ Dasgupta ve ark.¹³'nin GP IX

Extra (yüksek viskoziteli CİS), Equia Forte (CH), Beautifil Bulk (GI), Dyract XP (PMKR), Tetric N-Ceram (kompozit) materyallerinin flor salımını ve yeniden yükleme yapıldıktan sonra ölçülen florid salımını karşılaştırdıkları *in vitro* çalışmada, Equia Forte (CH) grubunun anlamlı düzeyde yüksek flor salımı yaptığı bildirilmiştir ($p < 0,001$) Moshaverinia ve ark.²² Equia Forte (CH)'un flor salım özelliklerini GCIS'lar ile karşılaştırdıkları çalışmalarında; Equia Forte (CH)'un 4 hafta sonra yapılan kümülatif florid ölçümlerinde anlamlı düzeyde yüksek flor salımı sergilediği bildirilmiştir.

Üretici firma talimatlarına göre, Equia Forte (CH)'un uygulanmasından hemen sonra, yüzeyinin rezin içerikli cila (Equia Forte Coat) ile kaplanması ve uygulanan cilanın 20 sn süreyle ışıkla polimerize edilmesi gerekmektedir. CİS'ların florid salımının değerlendirildiği çalışmalarda, yüzey koruyucu ajan uygulanmasının florid salımını oldukça azalttığı görülmüş olup, materyallerin özellikle başlangıç dönemindeki florid salım konsantrasyonlarının etkilenmeyeceği bildirilmiştir.⁴⁴ Bu nedenle bu çalışmada Equia Forte (CH) örneklerinde yüzey koruyucu ajan kullanılmamıştır. Ancak CİS içerikli restoratif materyellere sertleşme esnasında yüksek enerjili polimerizasyon cihazı ile ısı uygulanmasının (thermo-curing) materyallerin fiziksel özelliklerini olumlu yönde etkilediği bilinmektedir.^{15,45} Bu nedenle, materyalin mekanik özelliklerini negatif yönde etkilememek ve üretici firma talimatlarına sadık kalmak amacıyla, Equia Forte (CH) örneklerine üretici firmanın talimatlarına uygun şekilde 1200 mW/cm² ışık yoğunluğuna sahip olan Elipar S10 (3M ESPE, St Paul, MN, USA) LED ışık cihazı ile 20 saniye boyunca ışık uygulanmıştır.

Bu çalışmanın sonuçları göstermiştir ki; Equia Forte (CH) güncel çoğu materyalden daha yüksek oranda florid salımı ve yeniden yüklenebilme özelliğine sahiptir. Bunun yanında Equia Forte (CH) ile ilgili olumlu fizik-mekanik özellikler rapor edilmesi²²; bu materyalin çocuk diş hekimliğinde uzun yıllardır devam eden antikaryojenik, florid salabilen, yeterli fiziksel özelliklere sahip ve artık monomer salımı ile genel sağlık açısından risk oluşturmayan materyal arayışında üzerinde durulması gereken bir alternatif olabileceğini göstermektedir. Bunun yanında bu çalışmada Equia Forte (CH) dışındaki bütün materyallerden daha iyi florid salımı ve yeniden yüklenebilme özelliği gösteren Glass Fil (CK)'in de, içeriğindeki nanopartiküllerin sahip olduğu yüksek remineralize edici etkisine ilave olarak gösterdiği yüksek florid salımı özelliği ile özellikle yüksek çürük riskine sahip olan çocuklar için ümit verici bir restoratif materyal alternatifi olabileceği göz önünde bulundurulmalıdır. Ancak bu materyallerin çocuk diş hekimliğinde klinik kullanımını tavsiye edebilmek için yapılacak *in vitro* ve *in vivo* çalışmalarla desteklenmesi gerekmektedir.

SONUÇ

İonofil U (GCİS) ilk iki gün maksimum düzeyde florid iyonu salmasına rağmen, daha sonraki günlerde deney periyodu boyunca Equia Forte (CH)'un diğer materyallerden daha yüksek oranda florid salımı ve floridle yeniden yüklenebilme kapasitesi gösterdiği tespit edilmiştir. Glass Fill (CK) ilk iki günden sonra Equia Forte (CH) dışındaki bütün materyallerden daha yüksek florid salımı ve yeniden yüklenebilme özelliği göstermiştir.

KAYNAKLAR

1. Kang Sw, Yoon I, Lee Hw, Cho J. Association Between Amelx Polymorphisms And Dental Caries In Koreans. *Oral Diseases*. 2011; 17: 399-406.
2. Wiegand A, Buchalla W, Attin T. Review On Flouride-Releasing Restorative Materials-Flouride Release And Uptake Characteristics, Antibacterial Activity And Influence On Caries Formation. *Dent Mater*. 2007; 23(3): 343-62.
3. Dionysopoulos D, Koliniotou-Koumpia E, Helvatzoglou-Antoniades M, Kotsanos N. Fluoride Release And Recharge Abilities Of Contemporary Fluoride-Containing Restorative Materials And Dental Adhesives. *Dent Mater*. 2013; 32: 296-304.
4. Farrugia C, Camilleri J. Antimicrobial Properties Of Conventional Restorative Filling Materials And Advances In Antimicrobial Properties Of Composite Resins And Glass İonomer Cements-A Literature Review. *Dent Mater*. 2015; 31: 89-99.
5. Nicholson JW. Polyacid-Modified Composite Resins (Compomers) And Their Use In Clinical Dentistry. *Dent Mater*. 2007; 23: 615-22.
6. Trachtenberg F, Maserejian NN, Soncini JA, Hayes C, Tavares M. Does fluoride in compomers prevent future caries in children? *J Dent Res*. 2009; 88(3): 276-9.
7. Yli-Urpo H, Närhi M, Närhi T. Compound Changes And Tooth Mineralization Effects Of Glass İonomer Cements Containing Bioactive Glass (S53p4), An In Vivo Study. *Biomaterials*. 2005a; 26: 5934-41.
8. Kumar T, Bhargava K, Sanap A, Aggarwal S. Advances In Reinforced Restorations: A Review. *Int J Dent Health Concern*. 2015; 1: 1-5.
9. Najma Hajira NSW, Meena N. Giomer-The Intelligent Particle (New Generation Glass İonomer Cement) *Int J Dent Oral Health*. 2015; 2(4)
10. Çapan BŞ, Akyüz S. Current Floride-Releasing Restorative Materials Used In Pediatric Dentistry. *Clin Exp Health Sci*. 2016; 6(3): 129-34.
11. Ikemura K, Tay FR, Kouro Y, Endo T, Yoshiyama M. Optimizing Filler Content In An Adhesive System Containing Pre-Reacted Glass-İonomer Fillers. *Dent Mater*, 2003; 19: 137-46.
12. Itota T, Carrick Te, Yoshiyama M, McCabe JP. Fluoride Release And Recharge İn Giomer, Compomer And Resin Composite. *Dent Mater*. 2004a; 20: 789-95.
13. Dasgupta S, Saraswathi MV, Somayaji K, Pentapati KC, Shetty P. Comparative evaluation of fluoride release and recharge potential of novel and traditional fluoride-releasing restorative materials: An in vitro study. *J Conserv Dent*. 2018; 21(6): 622-6.
14. Okuyama K, Murata Y, Pereira PN, Miguez PA, Komatsu H. Fluoride Release And Uptake By Various Dental Materials After Fluoride Application. *Am J Dent*. 2006; 19: 123-7.
15. Gorseta K, Glavina D. Thermo-Cured Glass-İonomer Cements İn Restorative Dentistry. *J Istanbul Univ Fac Dent*. 2017; 51(3): 122-7.
16. Botsalı MS, Tokay U, Özmen B, Çortcu M, Koyutürk AE, Kahvecioğlu F. Effect Of New Innovative Restorative Carbomised Glass Cement On İntrapulpal Temperature Rise: An Ex-vivo Study. *Braz Oral Res*. 2016; 30: 1-7.
17. Menne-Happ U, Ilie N. Effect Of Gloss And Heat On The Mechanical Behaviour Of A Glass Carbomer Cement. *J Dent*. 2013; 41: 223-30.
18. Zainuddin N, Karpukhina N, Law RV, Hill RG. Characterisation of a remineralising Glass Carbomer ionomer cement by MAS-NMR spectroscopy. *Dent Mater*. 2012; 28(10): 1051-8.
19. Hasan AMHR, Sidhu SK, Nicholson JW. Fluoride release and uptake in enhanced bioactivity glass ionomer cement ("glass carbomer™") compared with conventional and resin-modified glass ionomer cements. *J Appl Oral Sci*. 2019; 21:27: e20180230.
20. Koenraads H, Van der Kroon G, Frencken JE. Compressive strength of two newly developed glass-ionomer materials for use with the Atraumatic Restorative Treatment (ART) approach in class II cavities. *Dent Mater*. 2009; 25(4): 551-6.
21. Brzović-Rajić V, Miletić I, Gurgan S, Peroš K, Verzak Ž, Ivanišević-Malčić A. Fluoride Release from Glass İonomer with Nano Filled Coat and Varnish. *Acta Stomatol Croat*. 2018; 52(4): 307-13.
22. Moshaverinia M, Navas A, Jahedmanesh N, Shah KC, Moshaverinia A, Ansari S. Comparative evaluation of the physical properties of a reinforced glass ionomer dental restorative material. *J Prosthet Dent*. 2019; 122(2): 154-9.
23. Equia Forte Fil. 2016 [http://Downloads/ Equia® Forte.pdf](http://Downloads/Equia®Forte.pdf) Erişim tarihi: 05.03.2018.
24. Schwendicke F, Kniess J, Paris S, Blunck U. Margin integrity and secondary caries of lined or non-lined composite and glass hybrid restorations after selective excavation in vitro. *Oper Dent* 2017; 42(2): 155-64.
25. Collado-González M, Pecci-Loret MR, Tomás-Catalá CJ, García-Bernal D, Oñate-Sánchez RE, Llena C, et al. Thermo-setting glass ionomer cements promote variable biological responses of human dental pulp stem cells. *Dent Mater*. 2018; 34(6): 932-43.
26. Attar N, Turgut MD. Fluoride Release And Uptake Capacities Of Flouride-Releasing Restorative Materials. *Oper Dent* 2003;28(4): 395-402.
27. Badr SBY, Ibrahim MA, Banna ME. Compressive Strength and Compressive Fatigue Limit behavior of Two Fluoride releasing materials. *Adv Med Sci*. 2013; 2(3): 30-6.

28. Delbem AC, Pedrini D, Franca JG, Machado TM. Fluoride release/recharge from restorative materials-effect of fluoride gels and time. *Operative Dentistry*. 2005; 30(6): 690-5.
29. Yap AU, Tham SY, Zhu LY, Lee HK Short-term fluoride release from various aesthetic restorative materials. *Oper Dent*. 2002b; 27(3): 259-65.
30. Vermeersch G, Leloup G, Vreven J. Fluoride release from glass-ionomer cements, compomers and resin composites. *J Oral Rehabil*. 2001; 28(1): 26-32.
31. Eliades G, Kkaboura A, Palaghias G. Acid base reaction and fluoride release profiles in visible light cured polyacid modified composite restoratives (compomers). *Dent Mater*. 1998; 14(1): 57-63.
32. Kanik Ö, Türkün S. Restoratif Cam İyonomer Simanlarda Güncel Yaklaşımlar. *EÜ Diş Hek Fak Derg*, 2016; 37(2): 54-65.
33. Dayangaç B. Kompozit Rezin Restorasyonlar, Güneş Kitabevi Ltd. Şti, Ankara: 2000. p:1-20,
34. Tjandrawinata R, Irie M, Suzuki K. Marginal gap formation and fluoride release of resin-modified glass-ionomer cement: effect of silanized spherical silica filler addition. *Dent Mater J*. 2004; 23: 305-13.
35. Momoi Y, McCabe JF. Fluoride release from light-activated glass-ionomer restorative cements. *Dent Mater*. 1993; 9: 151.
36. Khoroushi M, Keshani F. A review of glass-ionomers: From conventional glass-ionomer to bioactive glass-ionomer. *Dent Res J (Isfahan)*, 2013; 10(4), 411-20.
37. Bertacchini SM, Abate PF, Blank A, Baglieto MF, Macchi RL. Solubility and fluoride release in ionomers and compomers. *Quintessence Int*, 1999; 30: 193-7.
38. De Maeyer EAP, Verbeeck RMH, Vercruyse CWJ. Reactivity of fluoride-containing calcium aluminosilicate glasses used in dental glass-ionomer cements. *J Dent Res*, 1998; 77(12): 2005-11.
39. Bayrak GD, Sandalli N, Selvi Kuvvetli S, Topcuoglu N, Kulekci G. Effect Of Two Different Polishing Systems On Fluoride Release, Surface Roughness And Bacterial Adhesion Of Newly Developed Restorative Materials. *J Esthet Restor Dent*. 2017; 29(6): 424-34.
40. Küçükylmaz E, Savas S, Kavrik F, Yasa B, Botsali MS. Fluoride Release/Recharging Ability And Bond Strength Of Glass İonomer Cements To Sound And Caries-Affected Dentin. *Niger J Clin Pract*. 2017; 20(2): 226-34.
41. Mousavinasab SM, Meyers L. Fluoride Release by Glass Ionomer Cements, Compomer and Giomer. *Dent Res J (Isfahan)*. 2009; 6(2): 75-81.
42. Al-Abdi A, Paris S, Schwendicke F. Glass Hybrid, But Not Calcium Hydroxide, Remineralized Artificial Residual Caries Lesions In Vitro. *Clin Oral Invest*. 2017; 21: 389-96.
43. Sidhu SK, Nicholson JW. A Review of Glass-Ionomer Cements for Clinical Dentistry. *J Funct Biomater* 2016;28; 7(3): 16.
44. Choudhary HV, Tandon S, Rathore M, Gopal K, Tiwari N. Fluoride Release And Uptake By Glass Ionomer Cements, Polyacid Modified Composite Resin And Giomer - An In Vitro Assessment. *IJO CR*. 2015; 3(1): 68-74
45. Gavic L, Gorseta K, Borzabadi-Farahani A, Tadin A, Glavina D, van Duinen RN et al. Influence of Thermo-Light Curing with Dental Light-Curing Units on the Microhardness of Glass-Ionomer Cements. *Int J Periodontics Restorative Dent*. 2016; 36(3): 425-30.

Yazışma Adresi:

Prof. Dr. Aylin AKBAY OBA
Kırıkkale Üniversitesi
Diş Hekimliği Fakültesi Pedodonti AD
Yenişehir Mahallesi Çelebi Sokak No:1
Yahşihan, Kırıkkale, Türkiye
Tel : +90 318 224 49 27 / 7417
Faks : +90 318 225 06 85
E Posta: akbayoba@yahoo.com