

Fiber İlavesinin Rezin Modifiye Cam İyonomer Simanın Florid Salınımına Etkisi

Effect of Fiber Addition on Fluoride Release of Resin-Modified Glass Ionomer Cement

Muhittin UĞURLU^a, Gülben ÇOLAK^a^aSüleyman Demirel Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Restoratif Diş Tedavisi AD, Isparta, Türkiye^aSüleyman Demirel University, Faculty of Dentistry, Department of Restorative Dentistry, Isparta, Türkiye

ÖZ

Amaç: Bu çalışmanın amacı rezin modifiye cam iyonomer simana (RMCİS) farklı oranlarda fiber ilavesinin florid salınımına etkisini değerlendirmektir.

Gereç ve Yöntemler: Bir RMCİS'in (Fuji II LC) tozuna ağırlıkça farklı oranlarda (%5, %10 ve %20) E-cam fiber ilave edilerek kontrol grubu ile dört test grubu oluşturuldu. Teflon kalıp kullanılarak 40 adet disk şeklinde (8x2 mm) örnek hazırlandı (n=10). Örnekler 37°C'de 5 ml distile su içeren tüpler içerisinde 24 saat bekletildikten sonra çıkarılıp yeni bir distile su içeren tüpe konuldu. 24 saat sonunda örneklerin çıkarıldığı distile su içerisindeki florid konsantrasyonu iyonik gücü ayarlanabilir tampon (TISAB II) çözeltisi ile karıştırılarak, iyon selektif flor elektrodu ve bir iyon analizörü (Thermo Orion 720) kullanılarak ölçüldü. Aynı işlemler 3, 7, 14, 21 ve 28. günlerin sonunda da yapılarak salınan florid miktarları belirlendi. Veriler tekrarlayan ölçümlü varyans analizi ve Tukey's HSD çoklu karşılaştırma testleri kullanılarak istatistiksel olarak analiz edildi (p=0,05).

Bulgular: Test gruplarının hepsinde en yüksek florid salınımı 24 saat sonunda saptandı (p<0,05). Bütün test periyotlarında en fazla florid salınımı kontrol grubunda ve %5 fiber ilave edilen grupta bulundu (p<0,05). Bu iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı fark tespit edilmedi (p>0,05). RMCİS'e %10 ve %20 fiber ilave edilmesinde florid salınımının azalmasına neden oldu (p<0,05). Bu iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadı (p>0,05).

Sonuç: RMCİS'e %5 oranında fiber ilavesinin florid salınımını etkilemediği, ancak %10 ve %20 oranında fiber ilavesinin salınan florid miktarını azalttığı sonucuna varıldı.

Anahtar Kelimeler: Cam İyonomer Siman, Fiber, Florid, Rezin

ABSTRACT

Objective: The study aimed to evaluate the effect of adding fiber with different ratios to resin-modified glass ionomer cement (RMGIC) on fluoride release.

Material and Methods: Four test groups were created by adding E-glass fiber at different weight ratios (5%, 10% and 20%) to the powder of a RMGIC (Fuji II LC). Forty disk-shaped (8x2 mm) samples were prepared using Teflon mold (n=10). After the samples were kept in tubes containing 5 ml of distilled water at 37°C for 24 hours, they were removed from the distilled water and placed in a new tube containing distilled water. At the end of 24 hours, the fluoride concentration in the distilled water from which the samples were taken was measured by mixing it with the ionic strength adjustable buffer (TISAB II) solution and using an ion-selective fluoride electrode and an ion analyzer (Thermo Orion 720). The same procedures were carried out at the end of the 3rd, 7th, 14th, 21st and 28th days, and the amount of fluoride released was determined. Data were analyzed statistically using repeated measured ANOVA and Tukey's HSD multiple comparison tests (p=0.05).

Results: The highest fluoride release was detected after 24 hours in all test groups (p<0.05). In all test periods, the highest fluoride release was found in the control and 5% fiber added groups (p<0.05). No statistically significant difference was detected between these two groups (p>0.05). Adding 10% and 20% fiber to RMGIC caused a decrease in fluoride release (p<0.05). There was no statistically significant difference between these two groups (p>0.05).

Conclusion: It was concluded that 5% fiber addition to RMGIC did not affect fluoride release, but 10% and 20% fiber addition reduced the amount of fluoride released.

Keywords: Glass Ionomer Cement, Fiber, Fluoride, Resin

Giriş

Koruyucu diş hekimliği uygulamalarının daha önemli hale gelmesi nedeni ile biyoaktif iyon salabilen restoratif materyallerin kullanımı artmıştır. Bu restoratif materyaller kullanılarak yapılan restorasyonlarda diş sert dokularının remineralizasyonunun sağlanabileceği belirtilmiştir.¹ Kullanılan materyalden bağımsız olarak restorasyon başarısızlıklarının en önemli nedenlerinden biri mevcut restorasyon altında oluşan çürüklerdir.² Yapılan çalışmalar florid salabilen restoratif materyallerin kullanılmasının sekonder çürük oluşumunu azalttığını rapor etmiştir.^{2,3} Flor, demineralizasyonunu azaltıcı ve remineralizasyonu artırıcı etkisi ile çürük oluşumunu önleyebilmektedir.^{1,2}

Cam iyonomer siman (CİS), florid salınımı ve florid depolama özelliği sayesinde sekonder çürük oluşumu riskini azaltabilen bir restoratif materyaldir. Ayrıca, diş dokularına kimyasal adezyon sağlaması, biyoyumlu yapısı, termal genleşme katsayısının diş dokularına benzer olması gibi avantajlarından dolayı diş hekimliğinde yaygın olarak kullanılmaktadır.⁴ Ancak, aşınma direncinin düşük olması, nem hassasiyeti, yüzey özelliklerinin yetersiz olması, sertleşme zamanının uzun olması gibi dezavantajları CİS'lerin direkt restoratif materyal olarak kullanım alanlarını kısıtlamaktadır.⁵ CİS'lerin fiziksel ve mekanik özelliklerini geliştirmek için, simanın likidi içerisine HEMA (hidroksi etil metakrilat) monomeri eklenerek rezin-modifiye cam iyonomer simanlar (RMCİS) geliştirilmiştir.⁴ Rezin modifiye cam iyonomer simanların fiziksel ve mekanik özelliklerinin geleneksel CİS'lerden daha iyi olduğu rapor edilmiştir.⁶ Bununla birlikte RMCİS'lerin özelliklerini daha da geliştirerek

direkt restoratif materyal olarak kullanım alanlarını artırmak amacı ile kimyasal yapısına farklı içerikler ilave edilerek yeni materyaller geliştirilmeye çalışılmaktadır.^{7,8} Fiberler, rezin modifiye cam iyonomerlerin güçlendirilmesinde kullanılan materyallerden bir tanesidir.^{9,10}

Fiber, uzunluğu çapına göre 100 kat fazla ve silindirik yapıda olan, ince, esnek bir materyaldir. Diş hekimliğinde ilk defa 1960'lı yıllarda akrilik rezin materyalin mekanik özelliklerini iyileştirmek için kullanılmıştır. Diş hekimliğinde cam, aramit, karbon ve polietilen fiberler olmak üzere dört farklı tip fiber kullanılmaktadır.¹¹ Cam fiberler amorf, üç boyutlu ve izotropik yapıdadır. Renksiz olmaları nedeniyle oldukça estetik, biyoyumlu, esnek ve dirençlidir. Ayrıca cam fiberlerin, korozyon direnci ve yüksek bağlanma dayanımı gibi avantajları da vardır. Bu avantajları sayesinde diş hekimliğinde en çok kullanılan fiber tipi cam fiberlerdir.¹²

Daha önce yapılan çalışmalar cam iyonomer ve rezin modifiye cam iyonomer içerisine cam fiber ilavesinin materyalin biyoyumluluğunu iyileştirdiği, bükülme dayanımı, eğilme dayanımı, mikrosertlik ve kırılma tokluğu gibi mekanik özelliklerini artırdığı sonucuna varmıştır.⁸ Ancak, fiber ilavesinin cam iyonomer ve rezin modifiye cam iyonomer simanın florid salınımına etkisi açıkça bilinmemektedir. Yapılan bir çalışmada floridli monomer içeren kompozit içerisine fiber ilavesinin materyalin florid salınımını azalttığı rapor edilmiştir.¹³ Rezin modifiye cam iyonomer simana fiber ilavesinin materyalin florid salınımına etkisini değerlendiren herhangi bir çalışma ise yoktur.

Gönderilme Tarihi/Received: 14 Şubat, 2024

Kabul Tarihi/Accepted: 25 Haziran, 2024

Yayınlanma Tarihi/Published: 21 Nisan, 2025

Atf Bilgisi/Cite this article as: Uğurlu M, Çolak G. Fiber İlavesinin Rezin Modifiye Cam İyonomer Simanın Florid Salınımına Etkisi. Selcuk Dent J 2025;12(1): 32-36 [Doi: 10.15311/selcukdentj.1436912](https://doi.org/10.15311/selcukdentj.1436912)

Sorumlu yazar/Corresponding Author: Muhittin UĞURLU

E-mail: dtmuhittinugurlu@gmail.com

[Doi: 10.15311/selcukdentj.1436912](https://doi.org/10.15311/selcukdentj.1436912)

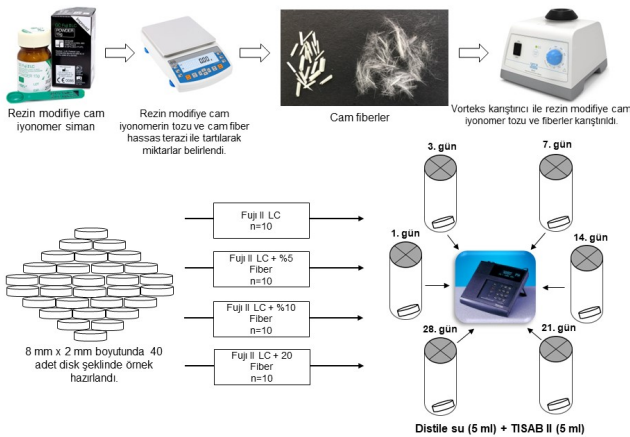
Bu nedenle bu çalışmanın amacı farklı oranlarda (%5, %10 ve %20) cam fiber ilavesinin rezin modifiye cam iyonomer simanın florid salınımına etkisini değerlendirmektir. Çalışmanın sıfır hipotezi cam fiber ilavesinin rezin modifiye cam iyonomer simanın florid salınımına etkisinin olmayacağı şeklindedir.

Gereç ve Yöntemler

Bu çalışmada, bir rezin modifiye cam iyonomer siman (Fuji II LC, GC, Tokyo, Japonya) ve kesikli E-cam fiberler (Şişecam, İstanbul, Türkiye) kullanıldı. Bir tanesi kontrol grubu olmak üzere dört adet çalışma grubu oluşturuldu. Kontrol grubunda RMCIS'in kimyasal içeriğine herhangi bir modifikasyon yapılmadı. Diğer gruplarda rezin modifiye cam iyonomer simanın tozuna ağırlıkça farklı oranlarda (%5, %10 ve %20) yaklaşık 13 µm çapında ve 1 mm uzunluğunda E-cam fiberler ilave edildi.

Fiberler kâğıt plaka üzerinde spatula ile tel olacak şekilde ayrıştırıldı. Fiberler ve RMCIS tozu bir hassas terazide (PS 1000.R2, Radwag, Radom, Polonya) tartılarak miktarlar belirlendi. Fiberler ve RMCIS tozu homojen bir karışım elde etmek için bir mekanik karıştırıcıda 3 dakika süreyle (Vortex; IKA-Werke, Staufen, Almanya, 3000 rpm) karıştırıldı. Elde edilen toz karışımı, üretici talimatlarına göre RMCIS'in likidi (toz/likit oranı; 3.2/1) ile bir siman camı üzerinde siman spatülü yardımıyla 1 dakika içinde karıştırıldı. Test prosedürüne uygun örnekler hazırlamak için 8 mm çapında 2 mm kalınlığında teflon kalıp kullanılarak 40 adet disk şeklinde örnek hazırlandı (n=10). Bir siman camı üzerine strip bant ve teflon kalıp yerleştirildi. Siman karışımı teflon kalıba kondanse edildikten sonra, materyal içerisinde boşluk ve hava kabarcığı oluşumunu engelleyip düzgün yüzeyler oluşturmak için başka bir strip bant ve siman camı ile teflon kalıp içerisindeki siman karışımına bastırıldı. Daha sonra, üretici firma talimatlarına göre 1000 mW/cm² ışık yoğunluğuna sahip bir LED ışık cihazı kullanılarak (VALO Cordless, Ultradent, South Jordan, Utah, ABD) 20 sn süre ile alttan ve üstten ışık uygulayarak siman polimerize edildi. Tüm örnekler standardizasyonun sağlanması için ışık kaynağının ucu siman camı yüzeyine direkt temasta olacak şekilde dik olarak uygulandı. Teflon kalıptan çıkarılan her bir örnek 37°C'de ve 5 ml distile su içeren tüpler içerisinde bekletildi.

Örnekler 37°C'de ve 5 ml distile su içeren tüpte 24 saat bekletildikten sonra kaplar iyice çalkalandı ve örnekler distile su içerisinden çıkarıldı. Örnekler distile su ile durulandıktan sonra tekrar 5 ml yeni distile su içeren tüpler içerisine konuldu. 24 saat sonunda örneğin çıkarıldığı distile su içerisindeki florid miktarı ölçüldü. Daha sonra 3, 7, 14, 21 ve 28. günlerin sonunda aynı işlemler tekrarlanarak ölçüm yapıldı. Alınan her 5 ml distile su, 5 ml iyonik gücü ayarlanabilir tampon (TISAB II) çözeltisi ile karıştırıldı. Elde edilen karışımların flor konsantrasyonları iyon selektif flor elektrodu (Orion 9609BNWP, Orion Research, Şikago, IL, ABD) ve bir iyon analizörü (Thermo Orion 720 A+, Orion Research, Şikago, IL, ABD) kullanılarak ölçüldü. Sistem, her değerlendirmeden önce 0,01 ile 100 ppm arasında değişen flor konsantrasyonları ile kalibre edildi. Salınan florid miktarı her test periyodu için ppm cinsinden hesaplandı (Resim 1). Bu çalışmanın yöntemi, daha önceki çalışmalar referans alınarak tasarlanmıştır.^{2,14}



Resim 1. Çalışma metodolojisinin şematik gösterimi

Veriler SPSS 29.0 (Statistical Package for the Social Sciences; SPSS, Şikago, IL, ABD) programı kullanılarak istatistiksel olarak analiz edildi. Florid salınım miktarları tekrarlayan ölçümlü varyans analizi (ANOVA) ile değerlendirildi. Çoklu karşılaştırmalarda Tukey's HSD posthoc çoklu karşılaştırma testi kullanıldı. Tüm testlerde anlamlılık düzeyi 0,05 olarak kabul edildi.

Bulgular

Verilerin değerlendirilmesinde yapılan tekrarlayan ölçümlü varyans analizine ait çok değişkenli test sonuçları Tablo 1'de gösterilmiştir. Gruplara ait ortalama florid salınım değerleri, standart sapmaları ve istatistiksel sonuçlar Tablo 2'de sunulmuştur. Grupların zaman içerisindeki florid salınımları Resim 2'de gösterilmiştir.

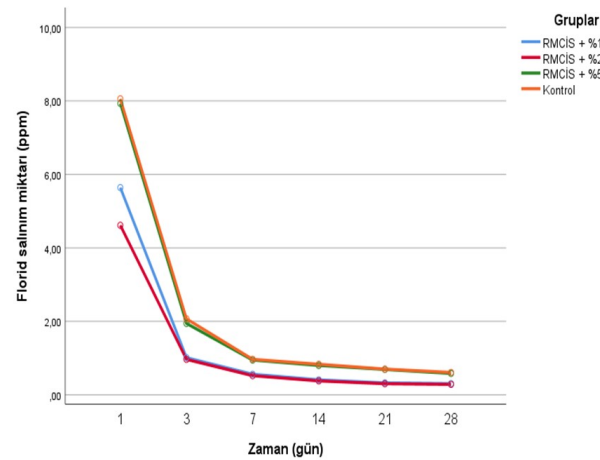
Tablo 1. Tekrarlayan ölçümlü varyans analizinde çok değişkenli test sonuçları

		Değer	F	df	p
Zaman	Wilks' Lambda	0,019	332,168 ^a	5	<0,001
Zaman*Gruplar	Wilks' Lambda	0,241	3,994	15	<0,001

Tablo 2. Test periyotları sırasında gruplara ait florid salınım miktarlarının (ppm) ortalama ve standart sapma değerleri

Zaman	Fuji II LC	Fuji II LC+%5 Fiber	Fuji II LC+%10 Fiber	Fuji II LC+%20 Fiber
1. gün	8,06±1,12 ^{aA}	7,93±0,95 ^{aA}	5,64±0,99 ^{aA}	4,61±0,85 ^{aA}
3. gün	2,07±0,26 ^{aB}	1,94±0,45 ^{aB}	1,01±0,31 ^{bB}	0,97±0,34 ^{bB}
7. gün	0,97±0,18 ^{aB}	0,95±0,19 ^{aB}	0,56±0,16 ^{bB}	0,52±0,21 ^{bB}
14. gün	0,83±0,09 ^{aB}	0,80±0,10 ^{aB}	0,41±0,12 ^{bB}	0,38±0,11 ^{bB}
21. gün	0,70±0,07 ^{aB}	0,69±0,07 ^{aB}	0,33±0,12 ^{bB}	0,30±0,11 ^{bB}
28. gün	0,61±0,10 ^{aB}	0,58±0,11 ^{aB}	0,31±0,14 ^{bB}	0,29±0,06 ^{bB}

Aynı küçük harf, her ölçüm günü için gruplar arasında (aynı satırda) istatistiksel bir fark olmadığını gösterir. Aynı büyük harf, her grup için farklı test periyotlarında (aynı sütunda) istatistiksel bir fark olmadığını gösterir.



Şekil 2. Gruplara ait florid salınım miktarlarının zaman içerisinde değişimlerinin grafiksel gösterimi

Test edilen bütün gruplarda en yüksek florid salınımı 24 saat sonunda saptandı (p<0,05). Bütün test gruplarında 24 saat sonundaki florid salınım miktarları ile diğer test periyotları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptandı (p<0,05). 3, 7, 14, 21 ve 28. günlerde salınan florid miktarları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark yoktu (p>0,05). Bütün grupların florid salınım miktarı zaman içerisinde azalarak 28 gün boyunca devam etti (p<0,05). Bütün test periyotlarında en fazla florid salınımı kontrol grubunda ve %5 fiber ilave edilen grupta bulundu. Bu iki grubun florid salınım miktarları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmedi (p>0,05). Resin modifiye cam iyonomer içerisine %10 ve %20 fiber ilave edilmesi florid salınımını azalttı (p<0,05). %10 ve %20 fiber ilave edilen gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farkın olmadığı görüldü (p>0,05).

Tartışma

Geleneksel cam iyonomer simanların fiziksel ve mekanik özelliklerini geliştirmek için içeriğine rezin eklenerek rezin modifiye cam iyonomerler geliştirilmiştir. Ancak, fiziksel ve mekanik özellikleri yeterli olmadığı için RMCİS'lerin de daimi restoratif materyal olarak kullanımı alanları sınırlıdır. Bu nedenle, cam iyonomer simanların kimyasal bileşimine biyoaktif cam¹⁵, hidroksiapatit, zirkonya^{16,17}, stronsiyum¹⁸, metalik tozlar¹⁹, kazein fosfopeptit-amorf kalsiyum fosfat²⁰ ve fiber^{9,21} gibi ilaveler yapılarak özellikleri iyileştirilmeye çalışılmaktadır. RMCİS'e cam fiber ilavesinin materyalin mekanik özelliklerinde artışa neden olduğu sonucuna varılmıştır.²² Bu çalışmada, RMCİS'e farklı oranlarda cam fiber eklenmesinin materyalin florid salınımına etkisi değerlendirilmiştir.

Cam iyonomer simanların diş hekimliğinde yaygın olarak kullanılmasının nedenlerinden biri florid salınım özelliğidir. Florid, demineralizasyonu azaltıp remineralizasyonu artırarak antikaryojenik etki gösterir. Ayrıca, CİS'lerin flor rezervuarı gibi davranması da sekonder çürük oluşumunu engellemektedir.²³ CİS'lerde florid salınımı iki aşamalı bir süreçtir. Materyalin asit-baz reaksiyonunun başlangıç aşamasında, likitte bulunan polialkenoik asit, tozda bulunan florid alüminosilikat cam partiküllerini çözerek materyalden florid, kalsiyum, alüminyum gibi iyonların salınımına neden olmaktadır. Bu aşamada materyalin matriks kısmı stabil bir yapıda değildir. Bu durum materyalin bulunduğu ortam ile materyal arasında yüksek düzeyde iyon değişimi ile sonuçlanır. Bu olay 'patlama etkisi' yani 'burst effect' olarak tanımlanır ve materyalden yüksek miktarda florid salınımı ile sonuçlanır.^{23,25} CİS'lerin florid salınım miktarının ilk 24 saatte en yüksek olduğu ve zamanla azaldığı rapor edilmiştir.^{2,23,25,26} Çünkü 24 saat sonrası florid salınımı, materyalin maturasyonu sonucu cam partiküllerin daha yavaş çözünmesi ile meydana gelir.²³ Bu çalışmada da daha önceki çalışmalar ile uyumlu olarak tüm çalışma gruplarında en fazla florid salınımı 24 saatin sonunda ölçülmüş ve bu miktar giderek azalmıştır.

Cam iyonomerlerin florid salınım miktarı, materyalin kimyasal bileşimine, yapısal özelliklerine, toz/likit oranına, karıştırma yöntemi, saklama ortamına, ortamın pH'sına ve bitirme/cila işlemi gibi faktörlere bağlı olarak değişkenlik göstermektedir.^{26,27} CİS'lerin florid salınım miktarını değerlendiren farklı çalışmalar yapılmıştır. Morales-Valenzuela ve arkadaşlarının yaptığı bir çalışmada, beş farklı CİS içerisine titanyum-dioksit nanopartikülleri ilave edilmiş ve florid salınımı değerlendirilmiştir, titanyum-dioksit nanopartiküllerinin cam iyonomerlerin florid salınım miktarını arttırdığı sonucuna varılmıştır.²⁶ Bir çalışmada, dört farklı cam iyonomer siman kitosan ile modifiye edilmiş ve florid salınım miktarı değerlendirilmiştir, kitosan ilavesinin materyalin florid salınım hızını arttırdığı rapor edilmiştir.²⁸ Cam iyonomerin içeriğine kazein fosfopeptit-amorf kalsiyum fosfat (CPP-ACP) eklenmesinin florid salınımını arttırdığı belirtilmiştir.²⁰ Sun ve arkadaşlarının yaptığı bir çalışmada, CİS'in yapısına florlu grafen eklenmesinin CİS'in florid salınımına herhangi bir etkisinin olmadığı gözlemlenmiştir.⁶ Ancak, cam iyonomerlere cam fiber ilavesinin florid salınımına etkisini değerlendiren herhangi bir çalışma yapılmamıştır.

Diş hekimliğinde kullanılan materyallerin içeriğine fiber ilavesi materyalin fiziksel ve mekanik özelliklerini etkilemektedir. Bu etki; eklenen fiberin miktarına, yönüne, şekline, doyurulmasına ve matriks ile adezyonuna bağlı olarak değişmektedir.²⁹ En sık kullanılan cam fiberler içeriklerine göre A-cam, AR-cam, C-cam, D-cam, S-cam ve E-cam olmak üzere sınıflandırılmaktadır. Diş hekimliğinde fiber ile güçlendirilen materyallerde ısıya, suya ve kimyasal maddelere dayanıklı olması ve rezinler ile bağlantısının iyi olması nedeniyle sıklıkla E-cam fiberler tercih edilmektedir.¹² Yapılan çalışmalarda cam iyonomerlerin içeriğin fiber ilavesinin materyalin fiziksel ve mekanik özelliklerini arttırdığı rapor edilmiştir.^{8,9,19,29,30} Fiberler, materyalin mekanik özelliklerini iyileştirme etkisini, materyale gelen stres nedeniyle oluşabilecek çatlağı durdurması sayesinde göstermektedir.²⁹

Materyale eklenen fiber miktarı arttıkça materyalin mekanik özelliklerinin daha fazla arttığı bildirilmiştir.³¹ Ancak, materyale ilave edilen fiber miktarının çok fazla olması manipülasyonda zorluğa ve materyalin fiziksel özelliklerinde olumsuz etkilere neden olabilmektedir.^{21,30,32} CİS'e ağırlıkça %45'ten fazla fiber eklenmesinin simanı lifli bir yapıya getirip karıştırmayı zorlaştırdığı rapor edilmiştir.³⁰ Bir çalışmada da RMCİS'e %30'dan fazla fiber ilavesinin karıştırmayı zorlaştırdığı belirtilmiştir.²¹ Ayrıca, fiber oranının artması

CİS'in yüzey pürüzlülüğünün de artmasına neden olmaktadır.³² Bir restoratif materyale eklenen fiber miktarı hakkında bir standartizasyon gösterilemediğinden bu çalışmada, daha önceki çalışmalar değerlendirilerek RMCİS'e %5, %10 ve %20 oranlarında fiber ilavesi yapılmış, florid salınım miktarları araştırılmıştır.^{21,22,30} RMCİS'e %5 fiber ilavesinin, fiber ilave edilmeyen kontrol grubu ile kıyaslandığında, materyalin florid salınım miktarını etkilemediği görülmüştür ($p>0,05$). Ancak RMCİS'e %10 ve %20 fiber ilave edilmesi, kontrol ve %5 fiber ilave edilmiş gruplar ile karşılaştırıldığında, florid salınımının azalmasına neden olmuştur ($p<0,05$). Böylece cam fiber ilavesinin rezin modifiye cam iyonomer simanın florid salınımına etkisinin olmayacağı şeklindeki çalışmanın sıfır hipotezi kısmen reddedilmiştir.

Cam iyonomerlerde materyali karıştırırken kullanılan toz/likit oranı materyalin mekanik özelliklerini ve florid salınımını etkilemektedir.³³ Bu çalışmada, fiber oranı arttıkça salınan florid miktarının azalmasının, toz içeriğindeki florid-alüminosilikat cam miktarının azalmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Çünkü florid florid-alüminosilikat cam partiküllerinin asit ile çözülmesinden dolayı açığa çıkmaktadır. Bütün test gruplarında siman, üretici talimatlarındaki toz/likit oranına göre karıştırıldığı için toz içeriğindeki cam fiberlerin miktarının artması florid-alüminosilikat cam miktarında azalmaya neden olmuştur. Bu çalışmanın bulguları ile uyumlu olarak daha önce yapılan çalışmalarda, cam iyonomerin toz miktarının azalmasının florid salınım miktarını azalttığı belirtilmiştir.^{29,33,34} Ayrıca, cam iyonomer içerisindeki fiber miktarının artması sertleşme reaksiyonunu da etkilemektedir.³³ Sertleşme reaksiyonu esnasında toz ve likit arasında meydana gelen asit baz reaksiyonunun fiberlerden etkilenmesinin florid salınımının azalmasına neden olabileceği de düşünülmektedir.

Cam iyonomerlerin yüzey pürüzlülüğü ile florid salınım miktarı arasında bir korelasyon olduğu bildirilmiştir.²⁴ Yüzey pürüzlülüğünün artması cam iyonomerlerde florid salınımının azalmasına neden olabilmektedir.² Bu çalışmada daha pürüzsüz yüzeyler elde edebilmek için örnekler hazırlanırken Mylar strip kullanılmış, örnekler herhangi bir polisaj işlemi yapılmamıştır. Çünkü yapılan çalışmalarda en pürüzsüz yüzeylerin Mylar strip ile elde edildiği belirtilmiştir.¹⁴ RMCİS'e eklenen fiber oranı arttıkça materyalin yüzey pürüzlülüğünün de arttığı rapor edilmiştir.²² Bu çalışmada Mylar strip kullanıldığı için her ne kadar pürüzsüz örnek yüzeyleri elde edildiği düşünülse de fiber oranının artması ile florid salınım miktarının azalmasının örneklerin yüzeylerinde gözle görünmeyen fiber ilavesi kaynaklı yüzey pürüzlülüğü artışı sebebiyle meydana gelebileceği düşünülmektedir.

Ancak, bu çalışmada örneklerin yüzey pürüzlülüğü değerlendirilmemiştir, bu durum çalışmanın limitasyonlarından biridir. Ayrıca örneklerin bekletildiği solüsyon da fiber ilave edilmiş rezin modifiye cam iyonomerin florid salınımını etkileyebilir. Bu çalışmada bütün örnekler distile su içerisinde saklanmıştır, bu durum da bir diğer limitasyondur. Bundan sonra yapılacak araştırmalarda farklı materyallere değişik oranlarda fiber ilave edilerek florid salınımı değerlendirilebilir. İlave olarak farklı saklama ortamlarının da fiber ilavesine etkisi araştırılabilir.

Sonuç

Bu çalışmanın sınırlamaları dahilinde, rezin modifiye cam iyonomer simana ağırlıkça %5 oranında cam fiber ilavesinin RMCİS'in florid salınım miktarını etkilemediği ancak, RMCİS'e %10 ve %20 cam fiber ilave edildiğinde salınan florid miktarının azaldığı söylenebilir. Materyale eklenen fiber miktarının önemli olduğu, bu sonucun desteklenmesi için daha fazla çalışmaya ihtiyaç duyulduğu sonucuna da varılmıştır.

Değerlendirme / Peer-Review

İki Dış Hakem / Çift Taraflı Körleme

Etik Beyan / Ethical statement

Bu çalışmanın hazırlanma sürecinde bilimsel ve etik ilkelere uyulduğu ve yararlanılan tüm çalışmaların kaynakçada belirtildiği beyan olunur.

It is declared that during the preparation process of this study, scientific and ethical principles were followed and all the studies benefited are stated in the bibliography.

Benzerlik Taraması / Similarity scan

Yapıldı - ithenticate

Etik Bildirim / Ethical statement

dishekimligidergisi@selcuk.edu.tr

Telif Hakkı & Lisans / Copyright & License

Yazarlar dergide yayınlanan çalışmalarının telif hakkına sahiptirler ve çalışmaları CC BY-NC 4.0 lisansı altında yayımlanmaktadır.

Finansman / Grant Support

Yazarlar bu çalışma için finansal destek almadığını beyan etmiştir. | The authors declared that this study has received no financial support.

Çıkar Çatışması / Conflict of Interest

Yazarlar çıkar çatışması bildirmemiştir. | The authors have no conflict of interest to declare.

Yazar Katkıları / Author Contributions

Çalışmanın Tasarlanması | Design of Study: MU (%70) GÇ (%30)

Veri Toplanması | Data Acquisition: MU (%70) GÇ (%30)

Veri Analizi | Data Analysis: MU (%70) GÇ (%30)

Makalenin Yazımı | Writing up: MU (%30) GÇ (%70)

Makale Gönderimi ve Revizyonu | Submission and Revision: MU (%50) GÇ (%50)

KAYNAKLAR

1. Imazato S. Bio-active restorative materials with antibacterial effects: new dimension of innovation in restorative dentistry. *Dent Mater J.* 2009;28(1):11-19.
2. Ugurlu M. Effect of the polishing procedure and surface sealant application on fluoride release. *Brazilian Dental Science.* 2021;24(1):1-10.
3. Garoushi S, Vallittu PK, Lassila L. Characterization of fluoride releasing restorative dental materials. *Dent Mater J.* 2018;37(2):293-300. doi:10.4012/dmj.2017-161.
4. Francois P, Fouquet V, Attal JP, Dursun E. Commercially Available Fluoride-Releasing Restorative Materials: A Review and a Proposal for Classification. *Materials (Basel).* 2020;13(10):2313.
5. Senthil Kumar R, Ravikumar N, Kavitha S, et al. Nanochitosan-modified glass ionomer cement with enhanced mechanical properties and fluoride release. *Int J Biol Macromol.* 2017;104(Pt B):1860-1865.
6. Sun L, Yan Z, Duan Y, Zhang J, Liu B. Improvement of the mechanical, tribological and antibacterial properties of glass ionomer cements by fluorinated graphene. *Dent Mater.* 2018;34(6):e115-e127.
7. Ching HS, Luddin N, Kannan TP, Ab Rahman I, Abdul Ghani NRN. Modification of glass ionomer cements on their physical-mechanical and antimicrobial properties. *J Esthet Restor Dent.* 2018;30(6):557-571.
8. Nicholson JW, Sidhu SK, Czarnecka B. Enhancing the Mechanical Properties of Glass-Ionomer Dental Cements: A Review. *Materials (Basel).* 2020;13(11):2510.
9. Tanaka CB, Ershad F, Ellakwa A, Kruzic JJ. Fiber reinforcement of a resin modified glass ionomer cement. *Dent Mater.* 2020;36(12):1516-1523.
10. Garoushi S, Vallittu P, Lassila L. Hollow glass fibers in reinforcing glass ionomer cements. *Dent Mater.* 2017;33(2):e86-e93.
11. Jagger DC, Harrison A, Jandt KD. The reinforcement of dentures. *J Oral Rehabil.* 1999;26(3):185-194. doi:10.1046/j.1365-2842.
12. Safwat EM, Khater AGA, Abd-Elstar AG et al. Glass fiber-reinforced composites in dentistry. *Bull Natl Res Cent.* 2021; 45, 190.
13. Miettinen VM, Vallittu PK, Forss H. Release of fluoride from glass fiber-reinforced composite with multiphase polymer matrix. *J Mater Sci Mater Med.* 2001;12(6):503-505.
14. 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):424-434.
15. Yli-Urpo H, Lassila LV, Närhi T, Vallittu PK. Compressive strength and surface characterization of glass ionomer cements modified by particles of bioactive glass. *Dent Mater.* 2005;21(3):201-209.
16. Sajjad A, Wan Bakar WZ, Mohamad D, Kannan T P. Various recent reinforcement phase incorporations and modifications in glass ionomer powder compositions: A comprehensive review. *J Int Oral Health* 2018;10:161-7.
17. Gu YW, Yap AU, Cheang P, Khor KA. Effects of incorporation of HA/ZrO(2) into glass ionomer cement (GIC). *Biomaterials.* 2005;26(7):713-720.
18. Kim DA, Abo-Mosallam HA, Lee HY, Kim GR, Kim HW, Lee HH. Development of a novel aluminum-free glass ionomer cement based on magnesium/strontium-silicate glasses. *Mater Sci Eng C Mater Biol Appl.* 2014;42:665-671.
19. Paiva L, Fidalgo TKS, da Costa LP, et al. Antibacterial properties and compressive strength of new one-step preparation silver nanoparticles in glass ionomer cements (NanoAg-GIC). *J Dent.* 2018;69:102-109.
20. 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(11):914-918.
21. Garoushi S, Vallittu PK, Lassila L. Reinforcing effect of discontinuous microglass fibers on resin-modified glass ionomer cement. *Dent Mater J.* 2018;37(3):484-492.
22. Sari F, Ugurlu M. Reinforcement of resin-modified glass-ionomer cement with glass fiber and graphene oxide. *J Mech Behav Biomed Mater.* 2023;142:105850.
23. Bahsi E, Sagmak S, Dayi B, Cellik O, Akkus Z. The evaluation of microleakage and fluoride release of different types of glass ionomer cements. *Niger J Clin Pract.* 2019;22(7):961-970.
24. Attar N, Turgut MD. Fluoride Release And Uptake Capacities Of Fluoride-Releasing Restorative Materials. *Oper Dent* 2003;28(4):395-402.
25. Yap AU, Tham SY, Zhu LY, Lee HK Short-term fluoride release from various aesthetic restorative materials. *Oper Dent.* 2002b; 27(3): 259-65.
26. Morales-Valenzuela AA, Scougall-Vilchis RJ, Lara-Carrillo E, et al. Enhancement of fluoride release in glass ionomer cements modified with titanium dioxide nanoparticles. *Medicine (Baltimore).* 2022;101(44):e31434.
27. Kucukyilmaz E, Savas S, Kavrik F, Yasa B, Botsali MS. Fluoride release/recharging ability and bond strength of glass ionomer cements to sound and caries-affected dentin. *Niger J Clin Pract.* 2017;20(2):226-234.
28. Nishanthine C, Miglani R, R I, et al. Evaluation of Fluoride Release in Chitosan-Modified Glass Ionomer Cements [published correction appears in *Int Dent J.* 2023 Dec;73(6):e1-e2]. *Int Dent J.* 2022;72(6):785-791.
29. Baysal N, Ayyıldız S. Sabit Bölümlü Protezlerde Fiberle Güçlendirilmiş Kompozit Rezin Kullanımı. *Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi.* 2014; 24(2): 315-325.
30. Garoushi SK, He J, Vallittu PK, Lassila LVJ. Effect of discontinuous glass fibers on mechanical properties of glass ionomer cement. *Acta Biomater Odontol Scand.* 2018 Jul 31;4(1):72-80.
31. Vallittu PK. Flexural properties of acrylic resin polymers reinforced with unidirectional and woven glass fibers. *J Prosthet Dent.* 1999;81(3):318-326.
32. Khan AA, Siddiqui AZ, Syed J, Elsharawy M, Alghamdi AM, Matinlinna JP. Effect of Short E-Glass Fiber Reinforcement on Surface and Mechanical Properties of Glass-Ionomer Cements. *Journal of Molecular and Engineering Materials.* 2017;05(04): 1740007.
33. Panpisut P, Monmaturapoj N, Srion A, Angkananuwat C, Krajangta N, Panthumvanit P. The effect of powder to liquid ratio on physical properties and fluoride release of glass ionomer cements containing pre-reacted spherical glass fillers. *Dent Mater J.* 2020;
34. Woranun P, Praphasri R, Rudee S, Kadkao V. Fluoride release from different powder liquid ratios of Fuji VII. *Mahidol Dent J* 2017; 35: 217-222.