

# Cam İyonomer Simana Komşu Minenin Demineralizasyona Direncinin *in vitro* Olarak Karşılaştırılması

## *The Resistance of Enamel Adjacent to Glass Ionomer to Demineralization: An in vitro Investigation*

Hüseyin TEZEL<sup>1</sup> Tijen DEMİRCİ<sup>1</sup> Timur KÖSE<sup>2</sup>

Ege Üniversitesi, <sup>1</sup>Dişhekimliği Fakültesi, Diş Hastalıkları ve Tedavisi AD, <sup>2</sup>Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, İzmir

### Özet

**Amaç:** Bu *in vitro* çalışmanın amacı, cam iyonomer simana komşu minenin, demineralizasyondan ne ölçüde etkilendiğini saptamaktır.

**Yöntem:** Restoratif materyal olarak Ketac-Silver, Chelon-Fil ve Durafil ile çalışıldı. Restorasyonsuz minede oluşturulan demineralizasyon alanları kontrol bölgeleri olarak alındı. Demineralizasyon için kalsiyum ve fosfat içeren pH 4'de sodyum asetatla tamponlanmış asetik asit solüsyonu kullanıldı. Materyallerin etkileri mikrosertlik ölçümleri yardımıyla karşılaştırıldı.

**Bulgular:** Ketac-Silver'in restorasyona komşu minede çürük benzeri lezyonları önlemede en iyi restoratif materyal olduğu gözlemlendi, bunu sırasıyla Chelon-Fil ve Durafil izledi. Bununla birlikte, her üç restorasyona komşu minede, kontrol bölgesine oranla daha yüksek mikrosertlik değerleri elde edildi.

**Sonuç:** Florun demineralizasyonu azaltma ve remineralizasyona katkı açısından önemli bir element olduğu ortadadır. Ancak, bunun yanı sıra materyallerden salınan diğer elementlerin de bu süreçte etkisi olabilir.

**Anahtar sözcükler:** mine, cam iyonomer siman, rezin kompozit, mikrosertlik, demineralizasyon

### Abstract

**Objectives:** The purpose of this *in vitro* study was to determine the resistance of enamel adjacent to glass ionomer cements to demineralization.

**Methods:** Ketac-Silver, Chelon-Fil and Durafil were used as restorative materials. Demineralization areas formed in enamel without restoration were taken as control sites. Acetic acid solution buffered with sodium acetate involved calcium and phosphate at pH 4 was used for demineralization. The effects of these materials were compared by microhardness profiles.

**Results:** The results indicated that Ketac-Silver, to a certain extent, was the best material for inhibition of caries-like lesions adjacent to restoration in enamel, followed by Chelon-Fil and Durafil, respectively. However, enamel adjacent to all of these materials gave higher hardness values than control sites.

**Conclusions:** It is clear that flour is an important element for reducing demineralization and increasing remineralization. However, addition to flour, the other elements released from the materials may also be effective in the process.

**Keywords:** enamel, glass ionomer cement, resin composite, microhardness, demineralization

Günümüz dişhekimliğinde cam iyonomer simanlar oldukça yaygın kullanılan restoratif materyallerdir. Materyalin bu denli popüler olma nedenlerinden bir tanesi; mine ve dentine fiziko-kimyasal adezyonu,<sup>1-3</sup>

bunun bir sonucu olarak da çürüğün temizlenmesi sırasında minimal kavite preparasyonunu yeterli kılmasıdır. Bir diğer neden ise; materyalin flor salma kapasitesidir.<sup>1,4</sup> Araştırmacılar, bu özelliğinden dola-

yı, materyalin, antikaryojenik etkiye sahip olduğunu, minenin demineralizasyonunu yavaşlattığını ve restorasyona komşu mine yüzeylerinde hem primer çürüklerin hem de sekonder çürüklerin önlenmesinde büyük rol oynadığını iddia etmektedir. Eğer asit atağı sırasında ortamda mevcut flor varsa bu tek başına çürüğü önleyemez ama şiddetini azaltmaya yardımcı olabilir. Flor üzerine yapılan çalışmalarda genellikle belirtilen flor alımının lezyonun bir dereceye kadar sertliğiyle ilişkili olduğu şeklindedir.<sup>5-9</sup>

Cam iyonomer simanlardan flor salındığını gösteren çalışmalar bulunmakla birlikte salınan florun minenin yararlandığını kantitatif olarak gösteren çalışma sayısı azdır. Bu *in vitro* çalışmanın amacı, cam iyonomer simana komşu minenin, asit atağından ne ölçüde etkilendiğini kantitatif olarak saptamaktır.

## Gereç ve Yöntem

Çalışmamızda 27 adet ortodontik amaçla çekilmiş küçük azı dişi kullanıldı. Dişler çekildikten sonra su altında eklentileri temizlendi. Üzerlerinde herhangi bir kırık veya çatlak olup olmadığı stereo-mikroskopta incelenerek saptandı ve araştırma yapılana kadar serum fizyolojik içinde saklandı. Dişler bu çözeltiden çıkarıldıktan sonra saf su ile yıkandı. Rastgele seçilerek üç grup oluşturuldu. Tüm dişler uzun eksenleri boyunca su altında elmas separe ile bukkal ve palatinal (lingual) olarak ikiye ayrıldı. Dişlerin bukkal parçalarının tam orta 1/3'lerinde yaklaşık 2 mm çapında ve 2 mm derinliğindeki kavitelere su altında açıldı. Diğer parçalar (lingual veya palatinal) aynı örneğin kontrol grubu (yapay çürük bölgesi) olarak ayrıldı.

Birinci grup dişlerde açılan kavitelere konvansiyonel cam iyonomer olarak Chelon-Fil (ESPE, Almanya) firmanın prospektüsünde önerdiği oranda karıştırılarak, strip bant yardımıyla yerleştirildi. Restorasyon tamamlandıktan sonra eğer fazlalıklar var ise Soflex (3M, St. Paul, MN, ABD) diskler yardımıyla alınarak aynı firmanın lakı ile izole edildi. İkinci grup dişlerde açılan kavitelere gümüş katkılı cam iyonomer olarak Ketac-Silver (ESPE, Almanya) firmanın önerdiği biçimde karıştırılarak bir strip bant yardımıyla yerleştirildi. Restorasyon tamamlandıktan sonra fazlalıklar var ise aynı şekilde alınarak izolasyonu yapıldı. Üçüncü grup dişlere açılan kavitelere ilk önce

bonding uygulaması yapılarak 20 sn ışınlandı. Daha sonra Durafil (Heraus Kulzer, Almanya) kompozit dolgu materyali yerleştirilerek 60 sn ışınlandı. Tüm restorasyonlar tamamlandıktan sonra 24 saat süreyle 37°C'de %100 nemli ortamda bırakıldı.

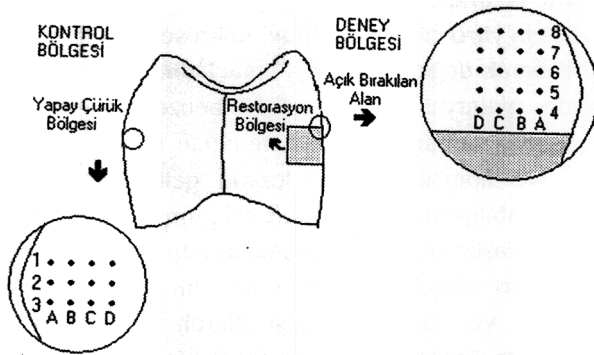
Nemli ortamdan çıkarılan çalışma gruplarındaki her örnekte yapılan restorasyonun yarısı ve restorasyon sınırına komşu olan sağlam mineyi açıkta bırakacak şekilde yaklaşık 3,52 mm<sup>2</sup> alana sahip daire şeklinde mumlar yerleştirildi. Bu pencerenin dışındaki tüm alanlar pembe mum ile kaplandı. Kontrol grubunda 3,52 mm<sup>2</sup>'lik açıklık dış minesinin orta 1/3'lerine yerleştirildi. Hazırlanan örnekler çalışma başlayana kadar saf su içinde saklandı.

Çürük benzeri lezyonlar oluşturmak üzere pH 4'de 10 mmol Ca<sup>++</sup> ve 20 mmol H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub><sup>-</sup> içeren sodyum asetat ile tamponlanmış asetik asit solüsyonu kullanıldı. Örnekler 50 ml'lik şişelerde solüsyonlara yerleştirildi. Solüsyonlar 4'er gün ara ile tazeyle değiştirildi ve bu işlem 4 kez tekrarlandı. Onaltıncı günün sonunda solüsyonlardan çıkarılan örneklerin üzerindeki mumlar bir spatül yardımıyla uzaklaştırıldı. Çıkan örnekler yatay eksene, uzun eksenleri dik olacak şekilde mikrosertlik ölçümleri için polyester kalıplara gömüldü. Polyester sertleştikten sonra da fazlalıkları zımpara ile düzeltildi. Daha sonra örneklerin yüzeyleri açık bırakılan pencerenin yarısına kadar 80, 120, 300, 600, 1200 no'lu zımpara ile akarsu altında aşındırıldı. Bundan sonra "Nap keçe" kullanılarak 7 mm elmas parçacıklar içeren pasta ve incelticisi yardımıyla parlatma yapıldı. Alkolle silinip ılık hava ile kurutuldu.

Hazırlanan tüm örnekler yansıtımlı ışık mikroskobu (Meteval Carl Zeis Jena, Almanya) ve bu mikroskoba bağlanabilen mikrosertlik cihazı (MHP 100; Carl Zeis Jena, Almanya) kullanılarak değerlendirildi. Tepe açısı 11,936 g'lık kuvvet uygulanarak örneklerin yüzeylerinde izler oluşturuldu. Bu izler ölçekli tamburdan yararlanılarak okundu ve kaydedildi.

Şekil 1'de görüldüğü gibi yapay çürük oluşturulan kontrol grubundaki örneklerde, mine yüzeyinden yaklaşık 30 µ mesafeden başlayarak 30 µ ara ile 4 iz oluşturuldu. Yani, A bölgesi mine yüzeyinden 30 µ mesafede iken B, C, D bölgesi mine yüzeyinden sırasıyla 60, 90, 120 µ mesafelerdedir. Bu izler üç kez tekrarlanarak her bir bölge için ortalama bir değer elde edildi.

Yapay çürük oluşturduğumuz deney grubunda mine yüzeyinden ve restorasyon maddesinden yaklaşık 30  $\mu$  uzaklıkta A<sub>4</sub> izi oluşturuldu. Sonra, A<sub>4</sub> izinden başlayarak ve mine yüzeyinden 30  $\mu$ 'luk uzaklık korunarak, A<sub>5</sub>, A<sub>6</sub>, A<sub>7</sub>, A<sub>8</sub> izleri 30  $\mu$  arayla oluşturuldu. Bunun ardından, bu kez restorasyon maddesinden 30 $\mu$ 'luk uzaklık korunarak ve izler arasında yine 30  $\mu$  mesafe bırakılarak B<sub>4</sub>, C<sub>4</sub>, D<sub>4</sub> izleri oluşturuldu. B, C, ve D pozisyonlarına ait diğer izler de benzer biçimde gerçekleştirildi. İzler, Vickers mikrosertlik değerine çevrilerek *Tekrarlayan Ölçümler İçin Varyans analizi* ve *Duncan testi* yapıldı.



Şekil 1. Mikrosertlik ölçümlerinin alındığı bölgeler.

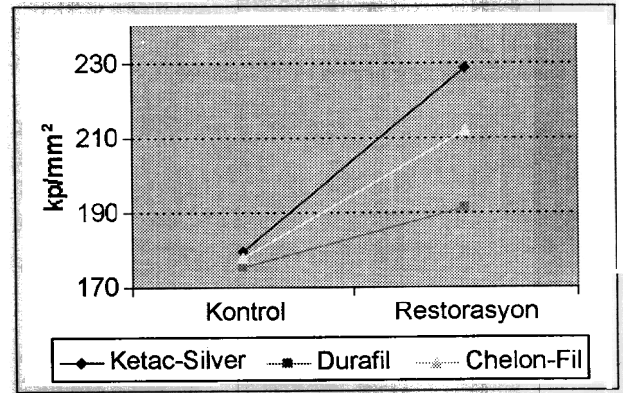
## Bulgular

Çalışılan dört pozisyonda (A, B, C, D) kontrol grubu, Ketac-Silver, Durafil ve Chelon-Fil'e ait ortalama mikrosertlik değerleri Tablo 1'de gösterilmiştir.

Yapılan istatistiksel analizlere göre maddeler arasındaki fark,  $p=0.05$  önem seviyesinde anlamlı bulunmuştur. Her üç materyalde de restorasyonlar çevresindeki mine ile kontrol bölgeleri arasında sertlik

değerleri açısından fark saptanmış, ancak restorasyon materyallerinin etkileri birbirlerinden farklı olmuştur. Her materyal, çevresindeki mineye farklı oranda direnç kazandırmıştır. Bu açıdan en iyi materyal, çevresindeki minede en yüksek mikrosertlik değerleri sağlayan Ketac-Silver olmuş, bunu sırasıyla, Chelon-Fil ve Durafil takip etmiştir (Grafik 1).

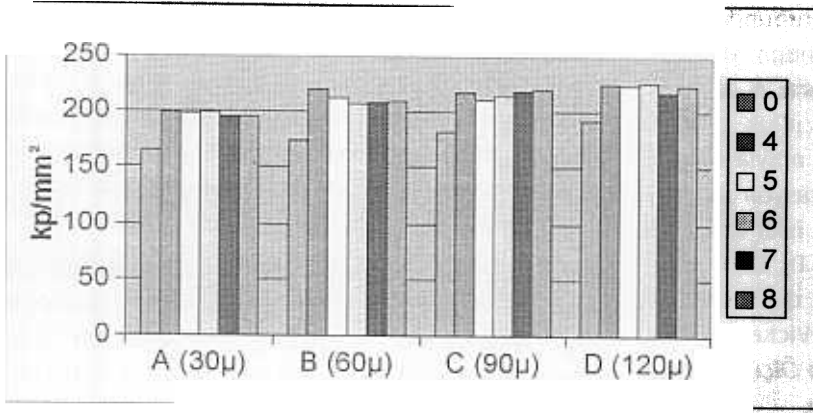
Tablo 2'de Ketac-Silver, Durafil ve Chelon-Fil'e ait farklı pozisyonlarda, dolgu maddesinden uzaklığa göre, ortalama mikrosertlik değerleri verilmiştir. Restorasyondan uzaklığa göre dolgu maddelerinin etkileri değerlendirildiğinde, Durafil ve Ketac-Silver için anlamlı herhangi bir sonuç izlenemezken, Chelon-Fil için restorasyondan farklı uzaklık seviyelerinde maddenin etkisinin benzer olduğu saptanmıştır. 4, 5, 6, 7 ve 8 noktaları arasında fark  $p=0.05$  düzeyinde istatistiksel açıdan anlamsız bulunmuş ve bu durum A, B, C ve D pozisyonlarında benzer şekilde izlenmiştir. Benzer etkiler gösteren tüm bu uzaklıklarda, kontrol bölgesine göre, mikrosertlik değerleri anlamlı derecede yüksektir ( $p<0.05$ ) (Grafik 2).



Grafik 1. Maddelerin kontrol bölgelerine göre sertlik açısından karşılaştırılması ( $p<0,05$ ).

Tablo 1. Çalışılan dört pozisyonda ortalama mikrosertlik değerleri (kp/mm<sup>2</sup>).

Mine Yüzeyinden Olan Uzaklık	Ketac-Silver		Durafil		Chelon-Fil	
	Kontrol (Lezyon Bölgesi)	Restorasyon Bölgesi	Kontrol (Lezyon Bölgesi)	Restorasyon Bölgesi	Kontrol (Lezyon Bölgesi)	Restorasyon Bölgesi
A	165,4±12,4	210,1±12,4	153,3±4,4	165,6±4,4	164,9±3,6	197,2±3,6
B	179,5±10,0	223,5±10,0	170,5±4,1	189,4±4,1	173,5±5,6	211,1±5,6
C	184,1±11,8	240,1±11,8	182,0±3,1	206,9±3,1	182,3±4,6	216,1±4,6
D	189,3±11,4	241,6±11,4	196,1±3,1	203,7±3,1	191,8±4,8	223,3±4,8
Ortalama	179,6	228,8	175,5	191,4	178,1	212,0



Grafik 2. Chelon-Fil'e ait farklı pozisyonlarda, restorasyondan farklı uzaklıklarda mikrosertlik değerleri ( $p>0,05$ ).

Tablo 2. Çalışılan dört pozisyonda, dolgu maddesinden uzaklığa göre ortalama mikrosertlik değerleri (kp/mm<sup>2</sup>).

Mine Yüzeyinden Olan Uzaklık	Dolgu dan Uzaklık	Ketac-Silver	Durafil	Chelon-fil
A	0	165,5±12,4	153,3±4,4	164,9±3,6
	4	184,9±12,4	160,6±4,4	199,1±3,6
	5	224,5±12,4	160,6±4,4	197,9±3,6
	6	215,2±12,4	174,7±4,4	199,2±3,6
	7	216,3±12,4	170,0±4,4	195,3±3,6
	8	210,0±12,4	162,3±4,4	194,8±3,6
B	0	179,5±10,0	170,5±4,1	173,5±5,6
	4	202,6±10,0	187,1±4,1	220,2±5,6
	5	213,9±10,0	194,9±4,1	212,5±5,6
	6	238,0±10,0	187,1±4,1	206,3±5,6
	7	230,0±10,0	186,0±4,1	207,7±5,6
	8	232,9±10,0	192,0±4,1	208,8±5,6
C	0	184,1±11,8	182,0±3,1	182,3±4,6
	4	205,8±11,8	213,2±3,1	216,7±4,6
	5	233,7±11,8	212,9±3,1	211,3±4,6
	6	243,1±11,8	200,6±3,1	214,7±4,6
	7	249,0±11,8	208,1±3,1	218,3±4,6
	8	268,9±11,8	199,6±3,1	219,6±4,6
D	0	189,3±11,4	196,1±3,1	191,8±4,8
	4	230,5±11,4	204,2±3,1	224,7±4,8
	5	231,3±11,4	206,0±3,1	224,1±4,8
	6	253,8±11,4	199,4±3,1	226,4±4,8
	7	241,7±11,4	204,4±3,1	217,2±4,8
	8	250,5±11,4	204,4±3,1	224,3±4,8

## Tartışma

Cam iyonomer simanlardan flor salındığı ve bu salınımına bağlı olarak materyalin antikaryojenik özellik açısından flor salınımı göstermeyen diğer restorasyon materyallerine üstünlük sağladığı bildirilmiştir.<sup>3,6,9-11</sup> Bu *in vitro* çalışma bulguları da daha önce bildirilen bulgularla paralellik içerisinde.

Serra ve arkadaşları<sup>12</sup> cam iyonomer siman çevresinde *in vitro* çürük gelişimini mikrosertlik ölçümleri kullanarak değerlendirmeyi amaçladıkları çalışmalarında, materyalin, yapay çürük benzeri lezyonların gelişimini tamamen önleyememekle birlikte, restorasyona komşu minede lezyon gelişimine engel olma kabiliyetinde olduğunu saptanmıştır. Söz konusu araştırmacıların çalışmalarında yapay çürük lezyonları oluşturmak üzere dinamik bir model kullanılmış ve kontrol bölgesi olarak sağlam mine alınmıştır. Çalışmamızda ise farklı olarak, lezyonlar, çürük gelişim sürecine floradan gelen etkiyi yalın olarak izleyebilmek için, statik bir model olan pH 4'de kalsiyum ve fosfat içeren sodyum asetatla tamponlanmış asetik solüsyonu kullanılarak oluşturulmuştur.<sup>13,14</sup> Dinamik modellerdeki demineralizasyon-reminerlizasyon siklusları ihmal edilmiş, kontrol bölgesi olarak da restorasyon içermeyen sağlam mine yüzeyinde oluşturulan demineralizasyon bölgesi alınmıştır. Her iki çalışmada da benzer sonuçlar elde edilmiştir.

Hicks ve arkadaşları<sup>5</sup> *in vitro* olarak yaptıkları çalışmalarında, çekilmiş dişlerin koroner yüzlerine yerleştirdikleri cam iyonomer restorasyonlar çevresindeki çürük benzeri lezyonları ve mine restorasyon arayüzünü polarize ışık ve taramalı elektron mikroskopu kullanarak incelemişlerdir. Çalışmanın sonucunda cam iyonomer materyalin kavite duvarlarındaki mineni yalnızca çürük ataklarından korumakla kalmayıp, aynı zamanda materyale komşu lezyon oluşumunun boyutlarında da önemli ölçüde azalmaya neden olduğu bulunmuştur.

Araştırmamızda kullanılan restorasyon materyali ile ilişkili olarak minenin demineralizasyona karşı diren-

cinin artıp artmadığını saptamak amacıyla kantitatif bir yöntem olan mikrosertlik ölçümleri kullanılmış ve benzer bulgular elde edilmiştir. Mineral kaybı ya da kazancını göstermek amacıyla genellikle kullanılan teknikler, polarize ışık mikroskobu, mikroradyografi ve mikrosertlik ölçümleridir. Polarize ışık mikroskobu por hacmini ölçmesinden dolayı, mineral içeriğin indirekt ölçüsü niteliğini taşıırken; kantitatif mikroradyografi ve mikrosertlik ölçümleri mineral içeriğin ölçülmesinin direkt yöntemleridir. Bu çalışmada mikroradyografinin aksine, inorganik materyal ve organik matrisin birleşik etkisinin muhtemelen birlikte ortaya konmasından oluşan mikrosertlik ölçümleri kullanılmıştır.<sup>8,12,15</sup> Ölçümler lezyon şartlarının daha ayrıntılı değerlendirmesini sağlayabilmek için yalnızca dış mine yüzeyinde değil transversal bir düzlemde gerçekleştirilmiştir. Ölçümlerden çıkan sonuç; demineralizasyon solüsyonuna tabi tutulan, hiç restorasyon içermeyen ve kontrol grubu olarak ayrılmış bulunan minenin en fazla yumuşama gösterdiği, buna karşın kullanılan her üç materyale komşu mine dokularının her birinin kontrol bölgesine oranla istatistiksel açıdan önemli derecede farklı sertlik değerleri gösterdiği şeklindedir. Materyallerden uzaklığa bağlı olarak ortaya çıkan sertlik farklarıysa yalnızca konvansiyonel cam iyonomer siman olan Chelon-Fil için stabil bir durum sergilemektedir. Materyal, restorasyondan tüm uzaklıklarda benzer etkiler göstermiş ve bu etki her dört pozisyonda da izlenmiştir. Bu durum belki de materyalin uzun süreli, sürekli ve istikrarlı flor salınım mekanizması ile ilişkili olabilir.

Çalışmada asit ataklarına karşı diş dokusunun direncinin artırılmasında gümüş katkılı cam iyonomer siman olan Ketac-Silver en iyi sonucu vermiş, bunu sırasıyla konvansiyonel cam-iyonomer siman (Chelon-Fil) ve rezin kompozit (Durafil) restorasyonlar izlemiştir. Bununla birlikte kontrol bölgesi gözönüne alındığında her üç materyal de demineralizasyona karşı dokuya bir dereceye kadar direnç sağlamıştır.

Ortamda flor varlığının demineralizasyonu yavaşlattığı, remineralizasyonu artırdığı, hem daha az şiddetteki lezyonların ortaya çıkmasından hem de lezyon tamirini ve sertleşmeyi artırdığından söz edilmektedir.<sup>8,16</sup>

Çalışma sonuçları flor alımı ile sertlikte bir miktar artışı ilişkilendirmektedir. Bununla birlikte, flor alımı

ile sertlikte net bir artış olmadığını bildiren çalışmalar da vardır.<sup>8,17,18</sup> Ayrıca, gümüş katkılı Ketac-Silver'in, diğer konvansiyonel ve rezin modifiye cam iyonomerlerden çok daha düşük oranda flor saldırdığı bildirilmiştir.<sup>19,20</sup> Daha az flor salan bir restoratif materyal olan Ketac-Silver'a komşu minenin, çalışmamızda en yüksek mikrosertlik değerlerini göstermesi ilginçtir. Daha önceleri başka araştırmacılar tarafından, flor dışında sodyum, kalsiyum, stronsiyum ve alüminyum gibi elementlerin de salınımı incelenmiş ve Ketac-Silver'dan salınan kalsiyumun, mineyi demineralizasyondan koruyabileceği ve kalsiyum florür oluşumunu hızlandırabileceği öne sürülmüştür.<sup>21,22</sup>

Tüm bu bulguların ışığı altında; bu çalışmanın sonuçları daha önceki çalışmalardan elde edilen, asit atakları karşısında ortamda flor bulunmasının diş dokusunun demineralizasyonunu tam olarak önlememle birlikte azalttığı, remineralizasyonu başlatıp artırdığı bulguları ile uyumludur.<sup>8,10,16</sup> Florun demineralizasyonu önleme ve remineralizasyona katkı açısından önemli bir materyal olduğu ortadadır. Ancak, çürük gelişim sürecine etkisi olduğu bildirilen, başta kalsiyum ve çinko olmak üzere<sup>14,23</sup> sodyum, alüminyum gibi başka iyonların da materyallerden salınımının çürüğü önlemede flor kadar önemli rolü olabileceği, ya da florun etkisini artırabileceği düşüncesindeyiz. Ayrıca materyallerden flor salınımını gösteren birçok çalışma olmakla birlikte, remineralizasyon ya da demineralizasyonun inhibisyonu için gerekli flor miktarı bildirilmemiştir.<sup>24</sup> Bu açıdan, bundan sonraki çalışmalar bu miktarın ortaya konmasına ayrıca başta kalsiyum salınımı olmak üzere diğer elementlerin salınımı ve bu salınımına bağlı olarak materyallerin çürük önleme kapasitelerinde fark olup olmadığı konusunun araştırılmasına yönlendirilebilir.

## Sonuç

Çalışmamızda Ketac-Silver çevresindeki mine dokusuna en fazla direnç kazandıran materyal olarak belirlenmiştir. Bunu sırasıyla Chelon-Fil ve Durafil izlemiştir. Bu çalışmada florun demineralizasyonu yavaşlattığı, mineye belli oranda direnç kazandırdığı saptanmıştır. Ancak konvansiyonel cam iyonomer simanlara oranla daha az flor salan bir materyal olan Ketac-Silver'in çevresindeki minede en yüksek

mikrosertlik değerlerine neden olması, başta kalsiyum ve çinko olmak üzere, materyallerden salınan diğer iyonların da bu süreçte değerlendirilmesi zorunluluğunu ortaya koymaktadır.

## Kaynaklar

1. Gao W, Smales RJ, Yip HK. Demineralisation and remineralisation of dentine caries, and the role of glass-ionomer cements. *Int Dent J* 2000; 50: 51-56.
2. Mc Lean JW, Wilson AD. The clinical development of the glass-ionomer cements I-Formulations and properties. *Aust Dent J* 1977; 22: 31-36.
3. Saito S. Characteristics of glass-ionomer cements and clinical application Part II. *J Den Med* 1979; 10: 1-23.
4. El Mallakh BF, Sarkar NK. Fluoride release from glass-ionomer cements in de-ionized water and artificial saliva. *Dent Mater* 1990; 6: 118-122.
5. Hicks MJ, Flaitz CM, Silverstone LM. Secondary caries formation in vitro around glass-ionomer restorations. *Quintessence Int* 1986; 17: 527-532.
6. Donly KJ, Istre S, Istre T. In-vitro enamel remineralization at orthodontic band margins cemented with glass ionomer cements. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1995; 107: 461-464.
7. Bynum AM, Donly KJ. Enamel de/remineralization on teeth adjacent to fluoride releasing materials without dentifrice exposure. *J Dent Child* 1999; 66: 80-92.
8. Wefel JS. Effects of fluoride on caries development and progression using intra-oral models. *J Dent Res* 1990; 69 (Spec.Iss.): 626-633.
9. Hicks MJ, Flaitz CM. Resin-modified glass-ionomer restorations and in vitro secondary caries formation in coronal enamel. *Quintessence Int* 2000; 31: 570-578.
10. Creanor SL, Awawdeh LA, Saunders WP, Faye RH, Gilmour WH. The effect of a resin-modified glass ionomer restorative material on artificially demineralized dentine caries in vitro. *J Dent* 1998; 26: 527-531.
11. Weerheijm KL, de Soet JJ, van Amerongen WE, de Graff J. The effect of glass ionomer cement on carious dentine: An in vivo study. *Caries Res* 1993; 27: 417-425.
12. Serra MC, Cury JA. The in vitro effect of glass-ionomer cement restoration on enamel subjected to a demineralization and remineralization model. *Quintessence Int* 1992; 23: 143-147.
13. Forss H, Seppa L. Prevention of enamel demineralization adjacent to glass ionomer filling materials. *Scand J Dent Res* 1990; 98: 173-178.
14. Tezel H. pH'ı 4 olan ve çeşitli konsantrasyonlarda kalsiyum ve fosfat iyonları içeren çözeltilerde minenin çözülmesine etki eden faktörlerin araştırılması (Doktora tezi). Ege Üniversitesi; İzmir, 1991, 15-17.
15. Featherstone JDB, ten Cate JM, Shariati M. Comparison of artificial carieslike lesions by quantitative microradiography and microhardness profiles. *Caries Res* 1983; 17: 385-391.
16. Koulourides T, Phantumvanit P, Munksgaard EC, Housch T. An intraoral model used for studies of fluoride incorporation in enamel. *J Oral Pathol* 1974; 3: 185-195.
17. Reintsema H, Arends J. An in vivo study of microhardness and fluoride uptake in partially demineralized human enamel covered by plaque. *J Dent Res* 1988; 67: 471-473.
18. ten Cate JM, Rempt HE. Comparison of the in vivo effect of a 0 and 1500 ppm F MFP toothpaste on fluoride uptake, acid resistance and lesion remineralization. *Caries Res* 1986; 20: 193-201.
19. McKnight-Hanes C, Whitford GM. Fluoride release from three glass ionomer materials and the effects of varnishing with or without finishing. *Caries Res* 1992; 26: 345-350.
20. Williams JA, Billington RW, Pearson GJ. A long term study of fluoride release from metal-containing conventional and resin-modified glass-ionomer cements. *J Oral Rehabil* 2001; 28: 41-47.
21. Seppa L, Torppa-Saarinen E, Luoma H. The effect of different glass ionomer on the acid production and electrolyte metabolism of streptococcus mutans Ingbritt. *Caries Res* 1992; 26: 434-438.
22. Forss H. Release of fluoride and other elements from light-cured glass ionomers in neutral and acidic conditions. *J Dent Res* 1993; 72: 1257-1262.
23. Demirci T. Yabancı iyonlardan Mg<sup>++</sup>, Zn<sup>++</sup> ve Sr<sup>+++</sup>'nin diş çürüğü üzerine etkisinin atomik absorpsiyon spektrofotometresi ile araştırılması (Doktora tezi). Ege Üniversitesi, İzmir, 1996.
24. Donly KJ, Gomez C. In vitro demineralization and remineralization of enamel caries at restoration margins utilizing fluoride-releasing composite resin. *Quintessence Int* 1994; 25: 355-358.

## Yazışma Adresi:

Dr. Tijen DEMİRCİ

Ege Üniversitesi, Dişhekimliği Fakültesi  
Diş Hastalıkları ve Tedavisi Anabilim Dalı  
35100 Bornova, İZMİR

Tel. : (232) 388 03 28

Faks : (232) 388 03 25

E-posta : tijen\_d@hotmail.com