

KORUYUCU REZİN UYGULAMASININ YÜKSEK VİSKOZİTELİ GELENEKSEL CAM İYONOMER SİMANIN MİKROSERTLİĞİ ÜZERİNE ETKİSİNİN *IN VITRO* OLARAK DEĞERLENDİRİLMESİ

IN VITRO EVALUATION OF THE EFFECT OF PROTECTIVE RESIN COATING ON THE MICROHARDNESS OF HIGHLY VISCOUS CONVENTIONAL GLASS IONOMER CEMENT

*Yrd.Doç.Dr.Esra UZER ÇELİK

*Doç.Dr.R.Banu ERMİŞ

ÖZET

Amaç: Bu çalışmanın amacı erken dönemde suya maruz kalmanın ve ışıkla sertleşen nano-doldurucu içeren self-adeziv koruyucu rezin uygulamasının yüksek viskoziteli geleneksel cam iyonomer simanın mikrosertliği üzerine etkisini incelemektir.

Gereç ve Yöntem: Yüksek viskoziteli cam iyonomer siman kullanılarak 2 mm kalınlığında ve 5 mm çapında 24 örnek hazırlandı. Örneklerin yarısının tüm yüzeyine üretici firmanın önerileri doğrultusunda koruyucu rezin uygulandı (G-Coat Plus, GC). Daha sonra örnekler 1 ay boyunca 37°C'de distile suda bekletildi. Yirmi dört saat, 2 hafta ve 1 ay sonunda örneklerin mikrosertlik ölçümleri gerçekleştirildi. Veriler; tekrarlayan ölçümler ANOVA, Sheffe F ve bağımsız t-testleri ile analiz edildi.

Bulgular: Koruyucu rezin uygulanmayan grupta 24 saat, 2 hafta ve 1 aylık ölçümlerde mikrosertlik değerinin süre arttıkça anlamlı şekilde arttığı belirlendi ($p<0.05$). Koruyucu rezin uygulanan grupta ise farklı ölçüm periyotlarında elde edilen sertlik değerleri arasında fark saptanmadı. Her ölçüm periyodunda koruyucu rezin uygulanmayan örneklerle daha yüksek sertlik değerleri elde edildi ($p<0.05$).

Sonuç: Erken dönemde suya maruz kalmanın yüksek viskoziteli cam iyonomer simanın sertlik değerini olumlu yönde etkilediği belirlendi. Koruyucu rezin uygulamasının örneklerin yüzeyinde daha düşük sertlik değerleri oluşturduğu saptandı.

Anahtar kelimeler: Cam iyonomer siman, self-adeziv rezin, mikrosertlik.

SUMMARY

Purpose: The purpose of this study was to examine the effect of early exposure to water and the efficiency of nanofilled self-adhesive light-cured protective resin coating on the microhardness of highly viscous conventional glass ionomer cement.

Material and methods: Twenty-four samples were prepared in 2 mm thickness and 5 mm diameter using highly viscous glass ionomer cement. Protective resin coating (G-Coat Plus, GC) was applied onto the entire surfaces of the half of the samples according to the manufacturer's instructions. The samples then were stored in distilled water at 37°C for 1 month. Microhardness measurements of the samples were carried out after 24 hours, 2 weeks and 1 month. The data were analyzed by repeated measures of ANOVA, Sheffe F and independent t-tests.

Results: The microhardness values of uncoated group were observed to gradually increase throughout 24 hours, 2 weeks and 1 month measurement times ($p<0.05$). No significant differences were observed among the hardness values obtained from the coated group at the different measurement times. Higher microhardness values were obtained from the uncoated samples at all measurement times ($p<0.05$).

Conclusion: Early exposure to water was observed to positively affect the microhardness values of the highly viscous glass ionomer cement. Protective resin coating was determined to form lower hardness values on the surfaces of samples.

Keywords: Glass ionomer cement, self-adhesive resin coating, microhardness

GİRİŞ

Silikat ve çinko polikarboksilat simanların avantajları biraraya getirilerek geliştirilen geleneksel cam iyonomer simanlar ilk olarak 1972 yılında Wilson ve Kent¹ tarafından tanıtılmıştır. Cam iyonomer simanlar; silikat simanlara benzer iyon salabilen cam partikülleri ve polikarboksilat simanlardaki gibi poliakrilik asidin sulu solüsyonlarını veya likit yerine toza ilave edilen akrilik veya maleik asit polimerlerini

içermektedir.¹ Bu materyallerin mine ve dentine kimyasal bağlanma, florür salma, dişe yakın düşük ısıl genleşme katsayısı ve sertleşme sırasında büzülmenin az olması gibi avantajları vardır. Ancak geleneksel cam iyonomer simanların düşük kırılma ve aşınma direnci, kuruluğa ve neme hassasiyet ve estetik özelliklerinin iyi olmaması gibi dezavantajları da bulunmaktadır. Bu dezavantajlar, materyalin fiziksel özelliklerini zayıflatıp, yoğun çiğneme kuvvetlerine maruz kalan alanlarda kullanımını sınırlandırmaktadır.²

* Süleyman Demirel Üniversitesi Dişhekimliği Fakültesi Diş Hastalıkları ve Tedavisi AD, ISPARTA.

Geleneksel cam iyonomer simanlar asit-baz reaksiyonu ile sertleşmektedir. Toz ve likitin karıştırılmasından sonra polimer yapıdaki asit, cam partiküllerin yüzeyine penetre olarak bu partiküllerin yapısında bulunan iyonların likitteki sulu faza geçmesini sağlar. Bu iyonlar polimer zincirler arasında çapraz iyonik bağlar oluşturur. Sertleşmenin erken dönemlerinde Ca^{+2} iyonu daha fazla açığa çıkarak likitteki sulu faza geçer ve serbest karboksil grubu (COO⁻) ile birleşerek tuz köprüleri ve çağraz bağlar oluşturur. Al^{+3} iyonu daha yavaş salınır ve sertleşmede bir sonraki dönemde etkili olur. Sertleşme reaksiyonunun ikinci döneminde matriks yapısı içinde büyük miktarda bulunan Al^{+3} iyonu reaksiyona girerek fiziksel özelliklerin belirgin şekilde gelişmesine yol açar. Bu dönemden önce materyal çok zayıf ve çözünebilir özelliktedir. Reaksiyonun tam olarak oluşması için bu dönemde simanın nemden korunması gerekir.³

Erken dönemde suya maruz kalmanın kimyasal olarak sertleşen geleneksel cam iyonomer simanların fiziksel ve mekanik özelliklerini olumsuz yönde etkilediği birçok çalışmada gösterilmiştir. Suya erken maruz kalma sonucu düşük klinik performans, daha az translüsentlik, düşük basma dayanımı, materyalin dayanıklılığında azalma ve çözünebilirlikte artış bildirilmiştir.⁴⁻⁷ Dayanıklılık ve erozyona direnç nispeten çözünmeyen poliasit/kasyon matriks oluşumu ile mümkündür. Matriksin oluşumu ve iyonik çapraz bağların özelliklerinin değişmesi ilk 24 saatte gerçekleşir. Bu nedenle, yeni hazırlanan cam iyonomer simanın bu dönemde sulu ortama yerleştirilmesi su dengesi ve sertleşme reaksiyonunu olumsuz yönde etkiler.

Bazı araştırmacılar erken suya maruz kalmayla oluşabilecek problemlerin üstesinden gelmek amacıyla materyalin sertleşmesinden hemen sonra su geçirmeyen vernik, kakao yağı veya ışıkla sertleşen koruyucu rezin uygulanmasını önermiştir.^{7,8} Materyalin yüzeyinin ilk 24 saatte su geçirmeyen koruyucu bir tabaka ile kaplanmasının jel matriksin dış ortamdan su emmesini engellediği ve daha fazla çapraz bağ oluşumuna neden olarak basma dayanımını artırdığı bildirilmiştir.^{4,8} Yeni sertleşen restoratif materyalin ışıkla sertleşen koruyucu rezin ile kaplanmasının uçucu verniklere göre daha iyi koruma sağladığı düşünülmektedir.^{9,10} Işıkla sertleşen koruyucu rezinin aşınmasını engellemek ve restorasyon yüzeyinde daha uzun süre varlığını koruyabilmesini sağlamak amacıyla yapısına nano-doldurucular ilave edilmeye başlanmıştır. Ayrıca, ışıkla sertleşen ve nano-doldurucu içeren bu rezinin cam iyonomer simanların

aşınma direncini artırdığı ileri sürülmektedir.¹¹ Restoratif materyallerin aşınma dirençlerinin yüksek olması çiğneme kuvvetlerine karşı koyabilecek sertlik değerlerinin olması ile yakından ilişkilidir.¹²

Cam iyonomer simanların erken dönemde suya maruz kalma hassasiyetini azaltmak, sertliğini ve aşınma direncini artırmak ve yoğun çiğneme kuvvetlerine maruz kalan alanlarda kullanılabilmelerini sağlamak amacıyla son yıllarda daha visköz cam iyonomer simanlar piyasaya sunulmuştur. Bu materyallerde cam partiküllerinin yüzeyindeki fazla kalsiyum iyonları uzaklaştırılarak ve toz/likit oranı, partikül boyutları ve dağılımı değiştirilerek daha iyi mekanik özellikler ve aşınma direnci elde edilmeye çalışılmıştır.¹³ Araştırmacılar, yüksek viskoziteli cam iyonomer simanın sertleşme reaksiyonunu daha hızlı tamamladığından dolayı erken dönemde suya maruz kalmasının diğer cam iyonomer simanların aksine bu materyalin fiziksel özelliklerini olumsuz yönde etkilemediğini bildirmiştir.¹⁴⁻¹⁷

Günümüzde üretici firmalar tarafından farklı isimlerde piyasaya sunulan yüksek viskoziteli simanlar yavaş yavaş diğer cam iyonomer simanların yerini almaktadır. Erken dönemde suya maruz kalmanın bu materyallerin fiziksel özelliklerini olumsuz yönde etkilemediği araştırmacılar tarafından bildirilmiş olsa da,¹⁴⁻¹⁷ üretici firmalar bu materyallerin erken dönemde suya maruz kalmalarının önlenmesi ve aşınma dirençlerinin artırılması için koruyucu rezinlerle birlikte uygulanmalarını önermektedir.

Bu çalışmanın amacı erken dönemde suya maruz kalmanın ve ışıkla sertleşen nano-doldurucu içeren self-adeziv koruyucu rezin uygulamasının yüksek viskoziteli geleneksel cam iyonomer simanların mikrosertliği üzerine etkisini incelemektir. Çalışmada test edilen hipotez, erken dönemde suya maruz kalmanın yüksek viskoziteli cam iyonomer simanın mikrosertliğini olumsuz yönde etkilemeyeceği ve ışıkla sertleşen nano-doldurucu içeren self-adeziv koruyucu rezin uygulanan örneklerle daha düşük sertlik değerleri elde edileceğidir.

GEREÇ ve YÖNTEM

Örneklerin hazırlanması

Yüksek viskoziteli cam iyonomer siman (Fuji IX GP Extra kapsül, GC, Tokyo, Japonya) kullanılarak teflon kalıplar yardımıyla 2 mm kalınlığında ve 5 mm çapında 24 siman örneği hazırlandı. (Tablo 1)

Tablo 1. Çalışmada kullanılan materyaller.

| Materyal | Fuji IX GP Extra kapsül | G-Coat Plus |
|---------------|--|---|
| Tür | Yüksek viskoziteli geleneksel cam iyonomer siman | Işıklı sertleşen nano-doldurucu içeren self-adeziv koruyucu rezin |
| Üretici Firma | GC Corporation, Tokyo, Japonya | GC Corporation, Tokyo, Japonya |
| Kutu no | 0707173 | 0610241 |

Örneklerin hazırlanması sırasında 2 mm kalınlığında ve 5 mm çapında 10 adet delik içeren teflon kalıp düz bir siman camı üzerine yerleştirildi. Cam iyonomer siman üretici firmanın önerileri doğrultusunda uygulandı. Simanı içeren kapsül aktive edilmeden önce toza akışkanlık kazandırmak için hafifçe sallandı. Kapsülü aktive etmek için alt ucundaki çıkıntı gövdeye doğru bastırıldı. Kapsül, tabancaya (GC Capsule Applier, GC, Tokyo, Japonya) bir kez basılarak aktive edildi. Aktive edilmiş kapsül otomatik karıştırıcıda (Amalga mix II, Gnatus, Sao Paulo, Brezilya) 10 sn süreyle karıştırıldı. Siman, kalıptaki çukurlardan birisinin içerisine uygulandı. Örnekleri düzleştirmek için ince kesilmiş cam parçası kalıptaki siman üzerine yerleştirildi. Teflon kalıplardan taşan fazla siman artıkları el aletleri ile uzaklaştırıldı. Örneklerin alt yüzeyleri su geçirmeyen kalemle işaretlendi. Koruyucu rezinle kaplanmayacak örnekler (n=12) simanın karıştırılmaya başlanmasından 2 dakika 30 sn sonra distile suya maruz bırakıldı. G-Coat Plus uygulanacak örnekler (n=12) ise bu süre sonunda G-Coat Plus'la kaplandıktan sonra suya maruz bırakıldı.

Koruyucu rezin (G-Coat Plus, GC, Tokyo, Japonya) örneklerin tüm yüzeyine üretici firmanın önerileri doğrultusunda bir aplikatör ile uygulandı. (Tablo 1) Rezine tabaka 20 sn süreyle ışık ile polimerize edildi. (Demetron LC, KerrHawe, Orange, CA, ABD) Tüm örnekler 1 ay boyunca distile suda 37°C'lik etüvde bekletildi. Bir ay boyunca distile su haftada bir kez değiştirildi.

Yüzey sertlik ölçümleri

Sertlik ölçümleri, su geçirmeyen kalemle işaretlenmemiş (üst) yüzeylerde gerçekleştirildi. Ölçümler sırasında koruyucu rezin yüzeyde bırakıldı. Yirmi dört saat, 2 hafta ve 1 ay sonunda bütün örneklerin oda sıcaklığında (23 °C) mikrosertlik ölçümleri gerçekleştirildi (MH-3, Metkon Endüstriyel Cihaz San ve Tic. Ltd. Şti., Bursa, Türkiye). Knoop uç örneklerin üst yüzeyine 200 g yükü 15 sn boyunca uygulandı. Örneklerin üst yüzeyinden 5 ölçüm alındı ve bu değerlerin ortalaması hesaplandı.

İstatistiksel analizler

Koruyucu rezin uygulanan ve uygulanmayan gruplarda süreye bağlı sertlik değişimleri tekrarlayan ölçümler ANOVA ve Sheffe F testi ile değerlendirildi. Her ölçüm periyodunda koruyucu rezin uygulanan ve uygulanmayan grupların sertlik değerlerinin karşılaştırılmasında bağımsız t-testi kullanıldı. Tüm testler için anlamlılık değeri 0.05 olarak kabul edildi.

BULGULAR

Koruyucu rezin uygulanmayan grupta (Grup I) 24 saat, 2 hafta ve 1 aylık ölçümlerde sertlik değerinin süre arttıkça anlamlı şekilde arttığı belirlendi. Koruyucu rezin uygulanan grupta (Grup II) ise farklı ölçüm periyotlarında elde edilen sertlik değerleri arasında fark saptanmadı (Tekrarlayan ölçümler ANOVA, Sheffe F, p>0.05, Tablo 2).

Tablo 2. Farklı ölçüm periyotlarında elde edilen mikrosertlik değerleri (KHN±SD).

| Gruplar | 24 saat | 2 hafta | 1 ay |
|--|---------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Grup I | | | |
| Fuji IX GP Extra capsule | 59.56±8.57 ^{Ab} | 62.65±8.68 ^{Ba} | 67.86±7.18 ^{Ca} |
| Grup II | | | |
| Fuji IX GP Extra capsule + G-Coat Plus | 31.62 ±6.95 ^{Ab} | 28.67±5.85 ^{Ab} | 29.96±6.24 ^{Ab} |

*Büyük harfler aynı satırdaki, küçük harfler ise aynı sütundaki değerler arasındaki istatistiksel farkı göstermektedir (Tekrarlayan ölçümler ANOVA, Sheffe F ve bağımsız t-testi, p<0.05). Aynı harfler ile gösterilen değerler arasında istatistiksel fark yoktur.

Grup I ve Grup II her ölçüm periyodunda karşılaştırıldığında, Grup I'deki örneklerin sertlik değerlerinin Grup II'deki örneklere göre daha yüksek olduğu belirlendi (Bağımsız t-testi, p<0.05, Tablo 2).

TARTIŞMA

Restoratif materyallerin sertliği *in vitro* koşullarda mikrosertlik ölçümleri ile değerlendirilmektedir. Çalışmalarda mikrosertlik ölçümleri Vickers veya Knoop uç kullanılarak farklı ağırlıktaki yüklerin farklı sürelerde materyalin yüzeyine uygulanması ile gerçekleştirilmektedir. Kırılgan materyallerin veya ince kesitlerin mikrosertlik ölçümünde Knoop ucun kullanımı tercih edilmektedir.¹⁸ Araştırmamızda da test edilen materyal kırılgan nitelikte olduğu için mikrosertlik ölçümünde Knoop uç kullanılmıştır. Knoop uç piramidal formdadır ve elmas şeklinde iz bırakır. Oluşan izin derinliği uzunluğunun 1/30'u kadardır.¹⁸

Restoratif materyallerin fiziksel ve mekanik özellikleri restorasyonların klinik başarısını

etkilemektedir.¹⁹ Restoratif materyaller ağız içinde yoğun çiğneme kuvvetlerine maruz kalmaktadır ve bu kuvvetlere karşı koyabilmeleri için sertlik değerlerinin yüksek düzeyde olması gerekmektedir. Düşük yüzey sertliği materyalin aşınmasını artırmaktadır.¹²

Çalışmalarda geleneksel cam iyonomer simanların erken dönemde suya maruz kalmasının translüsentliği olumsuz yönde etkilediği, tebeşirimsi beyaz bir görüntü oluşturduğu ve fiziksel özelliklerini azalttığı bildirilmiştir.^{20,21} Causton⁸, geleneksel cam iyonomer simanların karıştırıldıktan sonraki 1 saat içinde suya maruz kalmasının materyalin basma direncini azalttığını göstermiştir. Ancak daha visköz olan cam iyonomer simanların test edildiği çalışmalarda farklı sonuçlar elde edilmiştir. Şener ve Koyutürk,¹⁵ farklı yapıdaki cam iyonomer simanların sertlik değerlerini inceledikleri çalışmalarında, 7 gün sonunda daha düşük toz/likit oranına sahip simanın sertlik değerinin azaldığını, visköz simanların ise sertlik değerinin arttığını bildirmiştir. Bu sonuç klinik olarak sertleşmiş materyalde su emilimi sonucu devam eden asit-baz reaksiyonunun daha fazla çapraz bağ oluşturmaya bağlanmaktadır. Leirskar ve ark.¹⁴ çalışmalarında yüksek viskoziteli simanın makaslama delme direncinin 1-2 hafta içinde maksimum değere ulaştığını daha sonra 8 hafta boyunca değişmediğini bildirmiştir. Okada ve ark.¹⁶ visköz cam iyonomer siman örneklerinin 40 gün boyunca sulu ortama maruz kalmasının sertlik değerlerini %20 oranında artırdığını gözlemlemiştir. Çalışmamızda da benzer şekilde Fuji IX GP'nin sertliğinin 1 aylık ölçüm periyodu boyunca zamanla arttığı belirlenmiştir. Visköz cam iyonomer simanların geleneksel cam iyonomerlere göre erken dönemde suya maruz kalmaktan olumsuz etkilenmemesinin nedeni iki simanın yapılarındaki farklılıklara bağlanmaktadır. Visköz cam iyonomer simanlar da geleneksel cam iyonomer simanlar gibi asit-baz reaksiyonu ile sertleşir, fakat geleneksel cam iyonomer simanlara göre daha iyi fiziksel ve mekanik özelliklere sahiptir. Partiküllerin reaksiyona girme aktivitesindeki değişimlerin yanı sıra cam partikül büyüklüğü ve dağılımındaki modifikasyonlar yeni materyale daha hızlı sertleşme reaksiyonu, suya erken maruz kalmaya karşı daha az hassasiyet ve sertleşme sonrasında ağız sıvılarında daha az çözünme gibi özellikler kazandırmaktadır.²²

Geleneksel cam iyonomer simanların erken dönemde suya maruz kalmasını engellemek için verniklerin kullanılması önerilmektedir. Su dengesinin sağlanması için rezinle materyalin kaplanmasının zorunlu olduğu ve bu uygulamanın fiziksel ve estetik

özellikleri iyileştirdiği öne sürülmüştür.^{9,10,23} Bu amaçla birçok materyal geliştirilmiştir. Çalışmamızda kullanılan materyal hem ışıkla sertleştirilmekte hem de nano-doldurucu içermektedir.

Koruyucu rezinin geleneksel cam iyonomer simanların fiziksel özelliklerini artırdığı bilinmesine rağmen, bu rezinin yüksek viskoziteli cam iyonomer simanların fiziksel özellikleri üzerine etkisi ile ilgili sınırlı sayıda çalışma yapılmıştır. Koruyucu rezinin yüksek viskoziteli cam iyonomer simanın sertliği üzerine etkisi ile ilgili firma verileri dışında bir yayın bulunmasa da, makaslama delme direnci üzerine etkisini inceleyen bir çalışmada çalışmamızla benzer sonuçlar elde edilmiştir. Leirskar ve ark.¹⁴ yüksek viskoziteli cam iyonomer simanın ışıkla sertleşen koruyucu rezinle kaplanmasının bu materyalin makaslama delme direncini azalttığını bildirmiştir. Bu araştırmacılar cam iyonomer simanların delme direncindeki artışın materyalin dış ortamdan su emilimi ile ilişkili olduğunu ve koruyucu rezinle materyalin örtülenmesinin su emilimini engelleyerek direnci azalttığını ileri sürmüştür. Çalışmamızda koruyucu rezin uygulanmamış örneklerde suya maruz kalmayla beraber sertlik değerlerinin artması bu varsayımın mikrosertlik açısından da geçerli olabileceğini düşündürmektedir.

Restoratif materyaller, ağız ortamında tükürük, pH değişimleri, diş fırçalama, yiyecek ve içecekler gibi mikrosertlik değerlerini etkileyebilecek farklı etkenlere maruz kalmaktadır. Ağız ortamındaki bu etkenler restoratif materyallerin yüzeyinde abrazyon, erozyon ve aşınmalara neden olabilmektedir.²⁴ Ancak *in vitro* çalışmalar ağız ortamını tam olarak taklit edememektedir. Bu çalışmada da yukarıdaki faktörlerin mikrosertlik değerleri üzerine etkisi göz ardı edilmiş ve sertlik ölçümüyle sadece materyalin yüzeyindeki değişimler incelenmiştir. Ayrıca, mikrosertlik ölçümleri ile restoratif materyallerin sadece dış yüzeyleri incelenebilmekte ve daha derin bölgelerde oluşan değişimler ise değerlendirilememektedir. Çalışmamızda kullanılan parametrelerle Knoop uç ile yapılan ölçümlerin derinliği yüzeyden yaklaşık 6-11 µm'dir.

Bu çalışmada, ışıkla sertleşen koruyucu rezinin etkisi sadece mikrosertlik açısından test edilmiştir. Bu tip rezinler, cam iyonomer simanların çözünürlüğü, renk stabilitesi ve yüzey pürüzlülüğü özelliklerini de etkileyebilir. Koruyucu rezinin klinik kullanımına ilişkin tam ve doğru bir değerlendirme yapılabilmesi için bu materyalin cam iyonomer simanların çözünürlüğü, renk stabilitesi ve yüzey pürüzlülüğü üzerine etkisinin de ileri çalışmalarla incelenmesi gerekmektedir.

SONUÇ

Çalışmamızın sınırlamaları dahilinde erken dönemde suya maruz kalmanın yüksek viskoziteli cam iyonomer simanın sertlik değerini olumlu yönde etkilediği belirlendi. Ayrıca, ışıkla sertleşen nano-doldurucu içeren self-adeziv koruyucu rezin uygulamasının örneklerin yüzeyinde daha düşük sertlik değerleri oluşmasına neden olduğu tespit edildi. Bu nedenle, yüksek viskoziteli cam iyonomer simanın yüzeyine ışıkla sertleşen nano-doldurucu içeren self-adeziv koruyucu rezin uygulamasının sertlik açısından materyale bir avantaj sağlamadığı sonucuna varıldı.

Teşekkür: Çalışmamızda test edilen malzemeleri temin eden Güney Dental firmasına ve mikrosertlik ölçümlerinin gerçekleştirilmesindeki katkılarından dolayı Süleyman Demirel Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Makine Eğitimi Bölümü ve Fen Edebiyat Fakültesi Fizik Bölümü'ne teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

1. Wilson AD, Kent BE. A new translucent dent for dentistry. The glass ionomer cement. *Br Dent J* 1972; 132: 133-5.
2. Yap AU, Pek YS, Cheang P. Physico-mechanical properties of a fast-set highly viscous GIC restorative. *J Oral Rehabil* 2003; 30:1-8.
3. Pegora TA, da Silva NR, Carvalho RM. Cements for use in esthetic dentistry. *Dent Clin North Am* 2007; 51: 453-71.
4. Nicholson JW. Chemistry of glass-ionomer cements: a review. *Biomaterials* 1998; 19: 485-94.
5. Earl MS, Ibbetson RJ. The clinical disintegration of a glass-ionomer cement. *Br Dent J* 1986; 161: 287-91.
6. Iazzetti G, Burgess JO, Gardiner D, Ripps A. Color stability of fluoride-containing restorative materials. *Oper Dent* 2000; 25: 520-5.
7. Kovarik RE, Haubenreich JE, Gore D. Glass ionomer cements: a review of composition, chemistry, and biocompatibility as a dental and medical implant material. *J Long Term Eff Med Implants* 2005; 15: 655-71.
8. Causton BE. The physico-mechanical consequences of exposing glass ionomer cements to water during setting. *Biomaterials* 1981;2:112-5.
9. Earl MS, Mount GJ, Hume WR. The effect of varnishes and other surface treatments on water movement across the glass ionomer cement surface. *Aust Dent J* 1989; 34: 326-9.
10. Hotta M, Hirukawa H, Aono M. The effect of glaze on restorative glass-ionomer cements. *J Oral Rehabil* 1995; 22: 197-201.
11. GC: G-Coat Plus: Available from: www.gcamerica.com/gcGcoat.html (erişim tarihi: 28.04.2008).
12. McKinney JE, Wu W. Chemical softening and wear of dental composites. *J Dent Res* 1985; 64: 1326-31.
13. Basting RT, Serra MC, Rodrigues AL. In situ microhardness evaluation of glass-ionomer/composite resin hybrid materials at different post-irradiation times. *J Oral Rehabil* 2002; 29: 1187-95.
14. Leirskar J, Nordbo H, Mount GJ, Ngo H. The influence of resin coating on the shear punches strength of a high strength auto-cure glass ionomer. *Dent Mater* 2003; 19: 87-91.
15. Şener Y, Koyutürk AE. Üç farklı cam iyonomer simanın yüzey sertliklerinin karşılaştırılması. *Cumhuriyet Üniversitesi Diş Hek Fak Derg* 2006; 9: 91-4.
16. Okada K, Tosaki S, Hirota K, Hume WR. Surface hardness change of restorative filling materials stored in saliva. *Dent Mater* 2001; 17: 34-9.
17. Wang XY, Yap AU, Ngo HC. Effect of early water exposure on the strength of glass ionomer restoratives. *Oper Dent* 2006; 31: 584-9.
18. Gordon England, Independent Metallurgist and Consultant to the Thermal Spray Coating Industry: Microhardness test: Available from: <http://www.gordonengland.co.uk/hardness/microhardness.html> (erişim tarihi: 28.04.2008).
19. Wilson NH. The evaluation of materials: relationships between laboratory investigations and clinical studies. *Oper Dent* 1990; 15: 149-55.
20. Asmussen E. Opacity of glass-ionomer cements. *Acta Odontol Scand* 1983; 41: 155-7.
21. Hotta M, Hirukawa H, Yamamoto K. Effect of coating materials on glass-ionomer cement surface. *Oper Dent* 1992; 17: 57-61.
22. Croll TP. Alternatives to silver amalgam and resin composite in pediatric dentistry. *Quintessence Int* 1998; 29: 697-703.
23. Haddad D, Mount GJ, Makinson OF. Efficiency of protective sealants for glass ionomer cements. *Am J Dent* 1992; 5: 286-8.
24. Mair LH, Stolarski TA, Vowles RW, Lloyd CH. Wear: mechanisms, manifestations and measurement. Report of a workshop. *J Dent* 1996; 24: 141-8.

Yazışma Adresi:

Doç. Dr. R. Banu ERMİŞ

Süleyman Demirel Üniversitesi Dişhekimliği Fakültesi

Diş Hastalıkları ve Tedavisi Anabilim Dalı

32040 ISPARTA

Tel : 0-246-2113315

Faks : 0-246-2370607

E-posta : banu_ermis@yahoo.com