

## CAM İYONOMER SİMANLAR VE ENDODONTİDE KULLANIMLARI

## GLASS IONOMER CEMENTS AND THEIR USAGE IN ENDODONTICS

*Sibel KARADAĞ\**

### ÖZET

Restoratif dişhekimliğinden sonra, endodontide de cam iyonomer dolgu materyalleri kullanım alanı bulmuştur. Klinik kullanım ve laboratuvar çalışmaları sonucu cam iyonomer simanların yüksek oranda istenen özelliklere sahip olduğu gösterilmiştir. Devamlı flor iyonu salarlar ve belli şartlar altında çevreden daha fazla flor alma özelliğine sahiptirler. Flor varlığı, plak formasyonunu da azaltır. Cam iyonomer dolgu materyalleri, dental dokulara fiziksel ve kimyasal yollarla bağlanırlar. Diş yapısı ve materyal arasındaki adezyon, bakteriyel mikrosızıntıyı azaltır. Yapılan araştırmalarda cam iyonomerin sağlıklı ekspoze pulpa dokusu tarafından bile iyi tolere edildiği gösterilmiştir. Materyalin fiziksel özellikleriyle ilgili yapılan son çalışmalar, dispers faz katılımları, cam iyonomerlerin hem konservatif hem de endodontik alanda gelişmesine yöneliktir.

**Anahtar kelimeler:** Cam iyonomer simanlar, endodonti, fiziksel özellikler.

### SUMMARY

Beside restorative dentistry, glass ionomer restorative materials have some applications in endodontics. It has become apparent through both clinical use and laboratory experiments that the glass ionomer cements have several desirable properties. They show a continuous fluoride release and the ability to take up more fluoride under suitable conditions. The presence of fluoride also prevents plaque formation. Glass ionomer materials bond to tooth structures both physically and chemically. The adhesion between tooth structure and cement also prevents bacterial microleakage. Researches have shown that glass ionomer is well tolerated although by healthy exposed pulp. Recent researches about the physical properties and addition of dispers phase alloys are aiming the development of glass ionomer cements for both conservative and endodontic usage.

**Key words:** Glass ionomer cements, endodontics, physical properties.

**Makale Gönderiliş Tarihi :** 31.05.2004

**Yayma Kabul Tarihi:** 26.07.2004

\* Gazi Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Diş Hastalıkları Ve Tedavisi Anabilim Dalı, Araş. Gör.

## GİRİŞ

Cam iyonomer dolgu materyalleri ile ilgili ilk bilgi 1971 yılında Wilson ve Kent tarafından verilmiştir<sup>33</sup>. Tozunda aluminosilikat cam, sıvısında değişik poliasitler özellikle poliakrilik, itakonik, tartarik asit bulunmaktadır. Asitler karşısında bozulan cam tozu su ile polimerik asit solusyonun karıştırılmasından asit / baz reaksiyonlu siman meydana gelir. Cam iyonomer simanın sertleşmesi, asit-baz reaksiyonunun devam etmesiyle oluşur ve zamana bağlı iyonlar arası çapraz bağlantı arttıkça dayanıklılığı artar<sup>28,30</sup>.

Sertleşme reaksiyonunun başlangıcında, simanda kalsiyum poliakrilat zinciri oluşurken, hızlı bir şekilde kalsiyum iyon salımı olur. Bu zincir oldukça zayıf olup, suda çözünürlüğü fazladır. Oluşan matrikste hala bağlanmamış su miktarı mevcuttur ve su alışverişi devam eder. Bir sonraki safha, üç değerli alüminyum iyonlarından alüminyum poliakrilat zincirinin gelişmesidir. Bu safha, simanın direncini ve çözünmezliğini kazandığı faz olarak kabul edilmektedir. Reaksiyondaki zincir oluşumu devam ettikçe, temasta olduğu diş yapısındaki kalsiyum ve fosfat iyonları da reaksiyona katılır. Bu siman ve diş arasında, sıkı bir hudut görevi görür. Kimyasal sertleşmenin ve çevreden su alımına karşı kimyasal reaksiyonun 2 hafta kadar daha devam ettiği ve su kaybına karşı direncin tamamen oluştuğu belirtilmiştir<sup>11,17,32</sup>. Cam iyonomer simanlar kimyasal yapısına göre 3 gruba ayrılır;

a) Geleneksel cam iyonomer siman: - cam polialkonat - cam-polifosfat

b) Rezinle güçlendirilmiş cam iyonomer siman: - Rezin modifiye cam iyonomer siman

-Poliasit modifiye cam iyonomer siman

c) Metalle güçlendirilmiş cam iyonomer siman olmak üzere 3 grupta toplanır. Metalle güçlendirilmiş simanın asıl amacı radyoopasite sağlamak iken indirekt olarak kırılmaya karşı dayanıklılığın da arttığı gözlenmiştir. Bu simanın sertleşme reaksiyonu geleneksel camiyonomerle aynıdır<sup>14,22</sup>.

Geleneksel cam iyonomer simanların avantaj ve dezavantajlarından bahsedilecek olursa; diş renginde olması, mine ve dentine kimyasal olarak bağlanması, yüksek oranda flor salabilmesi, antikaryojenik olması, biyouyumlu olması, bağlayıcı ajana gerek duyulmaması avantajlarıdır. Dezavantajları ise; tekniği hassasiyet gerektirir, yapışkan olduğundan dolayı uygulaması zordur, çalışma zamanı kısadır, neme duyarlıdır, sertleşme zamanı uzundur, abrazyona direnci zayıf, çekme ve kırılma direnci düşüktür. Estetiği ortalama değerlerdedir<sup>11,28,32</sup>.

*Rezin modifiye cam iyonomer siman ( RMCİ )*: İçeriklerindeki su kısmının su / HEMA karışımıyla yer değiştirilmesiyle, polimerizasyonlarını hem kimyasal hem de ışıkla sertleşme reaksiyonu ile tamamlarlar. Sertleşme mekanizması 3 fazda oluşur<sup>8</sup>: 1- Asit-baz reaksiyonu 2- Işıklı sertleşme reaksiyonu 3- Kimyasal sertleşme reaksiyonu

RMCİ'ler ışıkla aktive edilmediklerinde de reaksiyona girer ancak bu sertleşme reaksiyonu geleneksel cam iyonomerlere göre çok daha yavaştır. Bu simanların ışıkla polimerize olan matriks yapısı, materyalin içine suyun difüzyonunu ve suyla erken temastan oluşabilecek zararlı etkileri engellemektedir<sup>17</sup>. Materyalin su emmesi şişmesine neden olur. Geleneksel cam iyonomerlere benzer şekilde iyon değişim tabakasıyla dentine bağlanır. Bu materyalin başlangıç sertleşmeleri, cam iyonomer simanın tipik asit-baz reaksiyonu sonucu değil, HEMA'nın polimerizasyonu sonucu meydana gelir<sup>19</sup>. Kullanımları kompomer veya rezin esaslı kompozitten daha zordur. Yapışkan materyal olduklarından el aletlerine yapışarak kaviteden uzaklaşma eğilimindedirler. Mekanik dirençleri, aşınma dayanıklılıkları, estetik özellikleri rezin esaslı kompozitlerden daha düşüktür<sup>8,17</sup>. Işık uygulamasını takiben hemen başlayan su dengesinin stabilizasyonu ve güçlendirilmiş translusensi avantajlarıdır. RMCİ, kaide, yapıştırma ve restoratif amaçlı kullanılabilir. 3.sınıf restorasyonlarda, servikal abrazyon erozyon olgularında, kor materyali olarak, süt dişlerinde 1. ve 2.sınıf kavitelere kullanılır. Hernekadar sitotoksitesi tartışmalı olsa da, retrograd dolgu maddesi olarak da kullanılmaktadır<sup>8,18</sup>.

*Poliasit modifiye rezin kompozit (Kompomer)*: Rezin esaslı kompozit ve cam iyonomer simanın üstün özelliklerini birleştirmek amacıyla oluşturulmuş, yeni tip restoratif materyaldir. Rezin modifiye cam iyonomer sınıfına dahil edilmezler çünkü ışıkla aktive edilmeden cam iyonomerin sertleşme reaksiyonu olan asit-baz reaksiyonu oluşmaz<sup>19</sup>. Sertleştiklerinde de tam bir cam iyonomer siman özelliği göstermezler. Asitle pürüzlendirme işlemi olmadan, kendilerine özgü bağlayıcı ajanlarla beraber dişin sert dokularına bağlanır ve flor salar. Dentinle arasında iyon değişimi meydana gelmez. Kompomerlerin bileşiminde rezin olarak uretan dimetakrilat (UDMA) ve HEMA, stronsium florosilikat camları, reaksiyon başlatıcılar ve dengeleyiciler mevcuttur. Işıklı polimerize edildiğinde, monomerler çapraz bağlantıyı sağlar ve metalik iyonlar ve su mevcudiyetinde asit-baz reaksiyonu oluşur. Hernekadar kompomerin dişin sert dokularına cam iyonomer simandaki gibi kendinden bağlandığı kabul edilse de, ilave bağlayıcı ajan PSA (primer-adeziv) kullanımı tavsiye edilmektedir<sup>6,12</sup>. Uzun süreli flor salımı arzu edildiğinde kendine özgü primer-adeziv sistemi, daha fazla bağlanma direnci istendi-

ğinde ise, smear tabakasının uzaklaştırılması esasına dayanan adeziv sistemlerden birinin kullanılması tavsiye edilir.

Cam iyonomerler toz-likit oranına, pazarlama şeklindeki farklılıklara ve klinik uygulamalarına göre ise şu şekilde sınıflandırılır<sup>17,30,32</sup>.

Tip I: Fine toz partikül büyüklüğünde, az toz içeriği kullanılarak uygulanan yapıştırma simanı.

Tip II: Fazla miktarda toz içerikli, yüksek fiziksel özellikli, restoratif estetik siman. Kabul edilebilir translusensiyeye sahip olduğundan estetiğin önemli olduğu durumlarda kullanılır.

Tip III: Lining-base siman. Az miktarda tozla karıştırılır, akıcıdır ve düşük fiziksel özelliklere sahiptir.

Son zamanlarda bu sınıflandırmaya kanal patı olarak kullanılan cam iyonomer simanlar da katılmıştır.

#### **Cam İyonomer Dolgu Materyallerinin Genel Özellikleri**

**ADEZYON:** Cam iyonomer dolgu materyalleri, dental dokulara fiziksel ve kimyasal yollarla bağlanır. Fiziksel bağlanma, materyalin diş yüzeyi düzensizliklerine mikromekanik tutunmasıyla oluşur<sup>25</sup>. Patın içindeki silika partikülleri dentin tübüllerine girecek kadar küçüktür. Yüzeyden smear tabakasının uzaklaştırılmasıyla cam iyonomer ve dentin arasında hemen bir iyon değişimi başlar. Adezyonun olası mekanizması hem difüzyon, hemde adsorbsiyon fenomeniyle açıklanabilir<sup>20</sup>. Cam iyonomerin polialkenoik asiti diş yapısına penetre olur, fosfat iyonları açığa çıkar ve bunlar diş yüzeyinden kalsiyum iyonları salınmasını sağlayıp elektriksel nötrale oluşturur<sup>28,30</sup>. Akinmade ve Nicholson tarafından bu olay 'difüzyona bağlı adezyon' olarak tanımlanmıştır. Bu adezyon, cam iyonomerin poliakrilat iyonlarının hidroksilapatitin fosfat iyonlarıyla yer değiştirmesiyle ve cam iyonomerin amino ve karboksilik grupları arasında hidrojen bağı meydana gelmesiyle oluşur. Adezyon işlemi sırasında hidroksilapatit ve cam iyonomerden çıkan metalik iyonlar yüzeydeki serbest karboksil gruplarıyla şelasyon yaparak adezyona katkıda bulunur<sup>34</sup>.

Adezyona hazırlık için dentin yüzeyinin uygun hale getirilmesi gerekir. Önceleri % 50'lik sitrik asit önerilmiş ancak sonra yerini %10'luk poliakrilik asite bırakmıştır. Bu asitin yüzeyi 10 sn içinde etkili bir şekilde temizlediği gösterilmiştir<sup>17</sup>. Çok kuvvetli asitler kullanılmamalıdır çünkü dişte aşırı demineralizasyon oluşturarak iyon değişimi ve adezyonun etkisini azaltır. Bu tip bir adezyonda başarısızlık her 2 materyal arasında adeziv olmaktan çok

simanın içinde koheziv olarak meydana gelir. Böylece iyondan zengin ince bir tabaka dişe tutunmuş olarak kalır. Başarısızlık olsa bile dentin tübüllerini mikrosızıntıyı önleyecek şekilde etkili bir bariyerle kapatılmış olur<sup>1,17,28,34</sup>.

**FLOR SALIMI:** Cam iyonomerlerin önemli özelliklerinden biri de devamlı flor iyonu salmalarıdır<sup>25</sup>. Ayrıca komşu diş yapısında demineralizasyonu önleyici etkisi de vardır. Florun cam tozunun reaksiyonunda indirekt taşıyıcı özelliği ve camın yapımı esnasında erime derecesini değiştirme özelliği de vardır. Cam tozunun polialkenoik asitle karıştırılmasıyla cam partiküllerinin yüzeyinden flor iyonları ortaya çıkmaya başlar ve kalsiyum-alüminyum polialkonat zincirinin oluşmasıyla matriks içinde kalır<sup>25,31</sup>. Asit-baz reaksiyonu bir süre daha devam eder ve ilk saatte önemli bir değişim olur. Maturasyon birkaç ayda tamamlanmaz ancak ilk hafta içinde belli bir düzeye ulaşır. Maturasyonun tamamlanmasından sonra matriks içindeki hidroksil ve flor iyonlarının serbest hareketine izin verecek şekilde pöröz kalır. Yeni uygulanmış bir cam iyonomerden ilk birkaç gün boyunca önemli miktarda flor iyonu salımı gerçekleşir ve sonraki aylarda da azalarak devam eder<sup>28,30</sup>.

**BIYOUYUMLULUK:** Yapılan araştırmalarda cam iyonomerin sağlıklı ekspoze pulpa dokusu tarafından bile iyi tolere edildiği gösterilmiştir<sup>11,14</sup>. Cam iyonomerlerde görülen iyon değişimine bağlı adezyonla, mikrosızıntı engellenir ve biyouyumun bozulmasına neden olacak bakteri sızıntısı inhibe edilmiş olur. Flor iyonlarının haricinde kalsiyum, stronsiyum, fosfat iyonları salımı da oluşmaktadır ve bunlarda remineralizasyon işlemi etkilidir<sup>6</sup>.

#### **Cam İyonomer Materyallerin Endodontide Kullanımı**

Restoratif dişhekimliğinden sonra, endodontide de cam iyonomer dolgu materyalleri kullanım alanı bulmuştur. Cam iyonomerlerin biyolojik toleransları, doku uyumları, bağlanma üstünlüğü gibi özelliklerinden dolayı Pitt Ford<sup>20</sup> 1979'da ilk kez cam iyonomer simanların guta-perka konularla birlikte kullanılmasını önermiştir. Cam iyonomer esaslı bir pat olan Ketac Endo (ESPE, Almanya) nun geleneksel cam iyonomerlere göre daha uzun çalışma süresi ve daha yüksek radyoopasitesi bulunmaktadır. Tiksotropik kıvamı kök kanalına akışını kolaylaştırır. Ray ve Seltzer'e<sup>24</sup> göre, Grossman tipi patlara eşit veya daha üstün fiziksel özellikler göstermektedir. Diş yapısına kimyasal bağlanma özelliğinden dolayı kökleri kırıklara karşı fiziksel olarak desteklediği ileri sürülür<sup>7,29</sup>. Cam iyonomer esaslı diğer bir kanal patı Endion (Voco, Almanya) dur. Formülünde radyoopaklaştırıcı ajan poliakrilik ve tartarik asit bulunmaktadır. Çalışma zamanı yeterince uzundur. Endion da kortizon, ojenol, formaldehit gibi katkı madde-

leri yoktur. Böylece baştan birçok alerjik reaksiyon elimine edilmiş olur. Kanalin tıkanmasında başarı sağlar, polimerizasyon büzülmesi görülmez<sup>13,16</sup>.

Cam iyonomer esaslı patlarla yapılan sızıntı ve adezyon çalışmalarında, smear tabakasının kaldırılmasının daha uygun olacağı, böylece dentin tübülleri içine penetrasyon ve mikromekanik tutunmanın artacağı bildirilmiştir<sup>16,27</sup>. Ancak son yıllarda yapılan çalışmalar smear tabakasının uzaklaştırılmaması gerektiğini savunmaktadır<sup>4,10,15,26</sup>.

Cam iyonomer esaslı kanal patı kullanıldığında hangi irrigasyon solusyonunun daha etkili olduğunun araştırıldığı bir çalışmada; EDTA ve NaOCl ile yapılan irrigasyonun çok daha güçlü bağlanma kuvveti sağladığı bildirilmiştir<sup>27</sup>. Garberoglio ve arkadaşları tarafından yapılan bir çalışmada, %15 EDTA / NaOCl, %10'luk poliakrilik asit, %35'lik fosforik asit, %6'lık sitrik asit kullanılmış, fosforik asit ve sitrik asitin smear tabakasının kaldırılmasında daha etkili olduğu, dolayısıyla güçlü bir adezyon elde edilmesinde daha başarılı olduğu bulunmuştur<sup>9</sup>.

Chung ve arkadaşları<sup>4</sup> tarafından yapılan bir çalışmada ise kanal içi farklı medikaman kullanımının cam iyonomer esaslı patın adezyonunda değişiklik meydana getirdiği bildirilmiştir.

Ketac-Endo ile yapılan sitotoksosite çalışmalarında<sup>21</sup> herhangi bir toksisite belirlenemezken Bala ve arkadaşları<sup>2</sup> Ketac-Endo'nun ZOE, Sealapex, AH26 ya göre daha geç toksik etki gösterdiğini, taze ve 3.saat uygulamalarında 1 hafta sonra toksik etki yaparken, 48 saat uygulamasında 1 hafta sonra bile toksik etki göstermediğini bildirmişlerdir.

Cam iyonomer esaslı patlarla ilgili en önemli klinik sorun tekrarlayan tedavilerdir. Patın sökülmesini kolaylaştıran herhangi bir solvent yoktur. Donmuş materyalin sökülmesi oldukça zordur. Diğer önemli bir sorun ise ZOE'li patlarda bulunan lubrikasyon özelliğinin bulunmamasıdır<sup>14,17,28,32</sup>.

### **Gelecekte Cam İyonomer**

Yukarıda bahsedilenlerden yola çıkılarak araştırmalar fiziksel özelliklerin daha fazla artırılması yönünde olmalıdır. Ayrıca çürük prosesiyle ilgili terapötik etkilere dair daha ileri araştırmalar yapılmalıdır.

**Cama ait modifikasyon:** Camın içeriğine dair birçok değişik kombinasyon test edilmiştir. Erime derecesini değiştirmek için camın flor içeriğinde değişimler yapılabilir<sup>25</sup>. Bu, beraberinde tozun reaktivitesinde de değişimler yapmayı getirecektir. Kalsiyumun yerine stronsium veya

lanthanum ilavesiyle radyopak özellik artırılabilir. Periyodik tabloda stronsiyum kalsiyuma çok yakın bir elementtir ve benzer şekilde stronsiyum apatit kristalleri oluşturabilir. Tozun yüzey reaktivitesi kimyasal olarak değiştirilebilir. Kısaca, fiziksel özelliklere ait değişiklikler tozun partikül büyüklüğü ve dağılımıyla yapılabilir.

**Sıvıya ait modifikasyon:** Benzer olarak, bu sistemde kullanılacak birçok polialkenoik asit vardır. Kullanılanlardaki ortak bileşenler poliakrilik, itakonik ve polimaleik asittir. Polivinil-poliakrilik asit içeren diğerleri de incelenmiş ancak başarılı bulunamamıştır. Asitin moleküler ağırlığını arttırmakla simanın fiziksel özelliklerinin de artacağı bilinmektedir<sup>32</sup>. Ancak bu, beraberinde viskozitede artışı getirecek ve klinik çalışma süresinde problem açığa çıkacaktır. Bu problem, asiti dehidrate ederek ve cam tozunun içine karıştırarak bir nebze çözülebilmıştır. Ancak bu konudaki kombinasyonlar araştırılmalıdır.

**Dispers faz katımları:** Kırık oluşumunu engellemek için ince partiküllerin tasarlanması ve katılması yeni bir yaklaşım değildir ve dental materyallerde denenmektedir<sup>14,32</sup>. Cam iyonomerlerin içine cam partiküller katılmaktadır. Henüz sonuç tatmin edici olmamakla birlikte başarı potansiyeli hala bulunmaktadır.

### **SONUÇ**

Hiçbir materyal evrensel değildir ve böyle ideal bir maddenin bulunması umulmamalıdır. Geçerli tüm materyallerin sınırlamaları bulunmaktadır. Cam iyonomerlere ilişkin 20 yılı geçen klinik incelemeler vardır ve yukarıda bahsettiğimiz özellikler onu diş hekimliğinin değerli bir materyali yapmaktadır.

### **KAYNAKLAR**

1. Akinmade AO, Nicholson J W Review: Glass ionomer cements as adhesives. Part 1. Fundamental aspects and their clinical relevance. J Mater Sci 4:95-101, 1993.
2. Bala O, Can H E, Kayaoğlu G, Okur H. Cam iyonomer esaslı iki kök kanal dolgu patının sitotoksik ve genotoksik etkilerinin in vitro değerlendirilmesi. GÜ DişHek Fak Derg 19:19-23, 2002.
3. Beg J H. Glass ionomer cements:Review. Pediatr Dent Sep-Oct 24:430-438, 2002.
4. Chung A, Titley K, Torneck C D. Adhesion of glass ionomer cement sealers to bovine dentin conditioned with intracanal medications. J Endodon 27:85-88, 2001.
5. Costa C A, Oliveira M F, Gino E M, Hebling J. Int Endod J. 36: 831-839, 2003.
6. Erickson R. Surface interactions of dentin adhesive materials. Oper Dent Suppl. 5: 81-94,1999.
7. Friedman S. Resistance to vertical fracture of roots, previously

- fractured and bonded with glass ionomer cement, composite resin and cyanoacrylate cement. *Endod Dent Traum* 9:101-105, 1993.
8. Fritz UB, Finger WJ, Uno S. Resin modified glass ionomer cements: Bonding to enamel and dentin. *Dent Mater* 12:161-166, 1996.
  9. Garberoglio R, Becce C. Smear layer removal by root canal irrigants. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 78:359-367, 1994.
  10. Görduysus M. Üç farklı tip kök kanal dolgu maddesinin sitotoksik etkileri ve duvar adaptasyonlarının karşılaştırılması olarak değerlendirilmesi, Doktora Tezi, Hacettepe Üniv. Sağlık Bilimleri Enstitüsü., 2000.
  11. Hill GR., Wilson AD. A rheological study of the role of additives on setting of glass ionomer cements. *J Dent Rest* 67:1451-1454, 1988.
  12. Kanca J. Effect of resin primer solvents and surface wetness on resin composite bond strength to dentin. *Am J Dent* 5: 213-221,1992.
  13. Karadağ LS, Tinaz A C, Mihçioğlu T. Influence of passive ultrasonic activation on penetration depth of different sealers. *J Contemp Dent Prac* 15: 115-125, 2004.
  14. Kawahara H, Imanishi Y, Oshima H. Biological evaluation on glass ionomer cements. *J Dent Res* 58:1080-1086, 1979.
  15. Lalh M S, Titley K, Torneck C D, Friedman S. The shear bond strength of glass ionomer cement sealers to bovine dentin conditioned with common endodontic irrigants. *Int Endod J* 32:430-435, 1999.
  16. Memichen F R, Pearson G, Rahbaran S, Gulabivala K. A comparative study of selected physical properties of 5 root canal sealers. *Int Endod J* 36:629-635, 2003.
  17. Mount G J. Glass ionomers: A review of their current status. *Oper Dent* 24:115-124, 1999.
  18. Nakabayashi N, Ashizawa M, Nakamura M. Identification of a resin dentin hybrid layer in vital human dentin created in vivo: durable bonding to vital dentin. *Quint Int* 16: 265-273, 1992.
  19. Nakabayashi N, Nakamura M, Yasuda N. Hybrid layer as a dentin mechanism. *J Esthet Dent* 3: 133-138,1991.
  20. Pitt Ford T. The leakage of root fillings using glass ionomer cement and other materials. *Br Dent J* 146:273-8,1979.
  21. Pitt Ford T R, Roberts G J. Tissue response to a glass ionomer retrograde filling. *Int Endod J* 23:233-238, 1990.
  22. Powis D R, Folleras T, Merson S A, Wilson A D. Improved adhesion of glass ionomer cement to dentin and enamel. *J Dent Res* 61:1416-1422,1982.
  23. Qvist V, Manscher E, Teglers P T. Resin modified and conventional glass ionomer restorations in primary teeth:8 year result. *J Dent*. 32: 285-294, 2004.
  24. Ray H, Seltzer S. A new glass ionomer root canal sealer. *J Endodon*, 17:598-603, 1991.
  25. Retief D H, Bradly E L, Dento J C, Switzer P. Enamel and cementum fluorid uptake from a glass ionomer cement. *Caries Res* 18:250-252,1984.
  26. Saleh L M, Ruyter I E, Haapasalo M, Orstavik D. The effects of dentine pretreatment on the adhesion of root canal sealers. *Int Endod J* 35:859-866, 2002.
  27. Saunders W P, Saunders E M. Influence of smear layer on the coronal leakage of thermafill and laterally condensed gutta percha root fillings with glass ionomer sealer. *J Endodon* 20:155-158, 1994.
  28. Smith D. Composition and characteristics of glass ionomer cements. *J Am Dent Assoc* 120:120-122,1990.
  29. Trope M., Ray H.L. Resistance to fracture of endodontically treated roots. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 73:99-102,1992.
  30. Waals A W G. Glass polyalkenoate cements:a review. *J Dent* 14:231-246,1986.
  31. Wessenberg G, Hals E. The invitro effect of glass ionomer cement on dentin and enamel walls. *J Oral Rehabil* 7:37-42,1980.
  32. Wilson AD, Crisp S, Abel G. Characterisation of glass ionomer cements for effect of molecular weight on physical properties. *J Dent* 5: 117-120,1977.
  33. Wilson A D, Kent B E. A review of translucent cement for dentistry. *Br Dent J* 132:133-135. 1972.
  34. Wilson A D, Prosser H J, Powis D M. Mechanism of adhesion of polyacrylate cements to hydroxylapatite. *J Dent Res* 62:590-592,1983.
  35. Yiu C K, Tay F R, King N M, Pashley D H. Interaction of glass ionomer cements with moist dentin. *J Dent Res* 83:289-298, 2004.

**Yazışma adresi**

Dt. Sibel Karadağ

Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi  
Diş Hastalıkları Ve Tedavisi Anabilim Dalı  
82. sokak Emek/ Ankara  
E-mail: s\_sevimli@yahoo.com