

CAM İYONOMER SIMAN VE POLİASİT MODİFİYE KOMPOZİT REZİNLERİN FLORİD SALMA ÖZELLİKLERİ

FLUORIDE RELEASING CHARACTERISTICS OF GLASS IONOMER CEMENTS AND POLYACID MODIFIED RESİN COMPOSITES

*Hacer DENİZ ARISU**

Oya BALA'

*Mine Betül ÜÇTAŞLI**

Şükrü KALAYCI''

ÖZET

Amaç: Restoratif materyallerin çürük önleyici özellikleri bu materyallerin florid salma özelliklerine bağlıdır. Bu çalışmanın amacı farklı dental restoratif materyallerden salınan florid miktarını değerlendirmek ve karşılaştırmaktır.

Gereç ve Yöntem: Çalışmada iki geleneksel cam iyonomer (Ionofil Molar, Fuji IX), bir rezin modifiye cam iyonomer (Vitrabond), bir güçlendirilmiş cam iyonomer (Argion) ve üç poliasit modifiye kompozit rezin (Dyract Extra, F 2000, Hytac) kullanıldı. Üreticinin talimatlarına göre her materyalden beş adet disk şeklinde (10mm X 2mm) numune hazırlandı. Numunelerin herbiri ayrı plastik kaplardaki 10 mL yapay tükürük (nötr pH) içerisine yerleştirildi. Florid salınımı 1., 3., 5., 7., 15. ve 30. günlerde mikroışlemlili iyonometreye bağlı florid seçici elektrod ile $\mu\text{g}/\text{mm}^2$ olarak ölçüldü.

Bulgular: Çalışmada incelenen bütün materyallerin florid salımı yaptığı ve en yüksek florid salımının çalışmanın 1. gününde olduğu ($p<0.05$) ancak bu salımın zaman içerisinde kademeli olarak azaldığı tespit edildi. Ayrıca kimyasal olarak sertleşen geleneksel cam iyonomer simanların diğer materyallere oranla daha fazla florid salımı yaptığı gözlemlendi.

Sonuç: Materyallerin sertleşme reaksiyonlarının, florid salım miktarını etkileyebileceği ve florid salım miktarının zaman içerisinde azalma gösterdiği belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Cam iyonomer, poliasit modifiye kompozit rezin, florid salımı

SUMMARY

Objective: The anticariogenic effects of restorative materials are depend upon the fluoride releasing abilities. The aim of this study was to evaluate and compare the amount of fluoride released from different dental restorative materials.

Material and Method: Two conventional glass ionomer (Ionofil Molar, Fuji IX), one resin modified glass ionomer (Vitrabond), one reinforced glass ionomer (Argion) and three polyacid modified resin composites (Dyract Extra, F 2000, Hytac) were used in this study. Five disc shaped (10mm X 2mm) samples were handled according to their manufacturers instructions. The specimens were placed into 10 mL artificial saliva (at neutral pH) at individual plastic containers. Fluoride release was determines at 1st, 3rd, 5th, 7th, 15th and 30th days with a fluoride ion selective electrode connected to a microprocessed ion analyzer as $\mu\text{g}/\text{mm}^2$.

Results: The study showed that ali the materials released fluoride and the greatest fluoride release was observed after after the first day of the study ($p<0.05$) but gradually diminished with time. Additionally, chemical glass ionomer cements released the highest amounts of fluoride then the other materials.

Conclusion: It can be said that the setting reactions of the materials are effecting the amount of fluoride release and the amount of fluoride release is diminished with time.

Key vwords: Glass ionomer, polyacid modified resin composite, fluoride release

Makale Gönderiliş Tarihi : 26.02.2007

Yayına Kabul Tarihi: 25.06.2007

* *Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Diş Hastalıkları ve Tedavisi Anabilim Dalı, Dr.*

f *Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Diş Hastalıkları ve Tedavisi Anabilim Dalı, Prof. Dr.*

X *Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Diş Hastalıkları ve Tedavisi Anabilim Dalı, Doç. Dr.*

§ *Gazi Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi, Kimya Bölümü, Uzman*

Bu araştırma Restoratif Diş Hekimliği Derneği IV. Uluslararası Bilimsel Kongresi'nde poster bildirisi olarak sunulmuştur.

GİRİŞ

Dental restorasyonların en önemli değiştirilme sebeplerinden biri restorasyon etrafında çürük oluşumudur. Bunu engellemek ve/veya önlemek amacıyla restoratif materyallerin florid salması arzu edilen bir özelliktir. Florid iyonu daha az çözünürlüğe sahip flor apatit oluşumuna neden olarak, remineralizasyonu arttırarak ve pelikül / plâğin yapısında bulunan mikroorganizmaların çoğalması ve metabolize olmasını engelleyerek antikaryojenik özellik gösterir²⁸. Florid salan bütün dental materyallerin bu mekanizmalarla çürük oluşumunu engellediği, diş sert dokularında demineralizasyonu azaltarak remineralizasyonu arttırdığı kabul edilmektedir. Materyallerin antikaryojenik ve bakteriyostatik etkinlikleri materyalin saldığı florid miktarı ile ilişkilidir¹⁴. Düşük konsantrasyonlardaki floridin diş sert dokuları ve çürük oluşumunun engellenmesi üzerinde olumlu etkileri olduğu bilinmektedir. Bunun yanında topikal florür uygulamalarından birkaç saat sonra tükrükteki florid konsantrasyonu çok düşük seviyelere inmektedir. Bu nedenle florid salan dental materyaller ağız içerisine uzun dönem florid salımı için alternatif sistemlerdir⁸. Florid salan dental materyaller fiziksel, mekanik ve sertleşme reaksiyonları göz önüne alındığında florid salan kompozit rezinler, poliasit modifiye kompozit rezinler, rezin modifiye cam iyonomer simanlar ve geleneksel cam iyonomerler olmak üzere başlıca dört gruba ayrılabilir. Florid iyonunun etki mekanizmasının tam olarak anlaşılabilmesi ve hangi materyalin çürük önleyici düzeyde florid salımı yaptığını tayin etmek amacıyla pek çok çalışma yapılmıştır. Bu amaçla farklı materyallerin florid salımının süresi ve birbirlerine göre konsantrasyonları karşılaştırılmıştır¹². Genelde florid salımı yüksek olan materyallerin fiziksel özelliklerinin zayıf olduğu bilinmektedir. Bu nedenle florid salan materyaller üzerinde yapılan araştırmalar bu materyallerin fiziksel özelliklerinin iyileştirilmesi ve daha uzun dönem florid salımı yapmaları yönüne odaklanmaktadır". Florid salımının kompleks bir süreç olduğu ve materyalin formülasyonu ve manipülasyonu ile ilgili değişikliklerden etkilendiği bildirilmiştir¹⁴.

Bu çalışmanın amacı geleneksel cam iyonomer, rezin modifiye cam iyonomer, güçlendirilmiş cam iyonomer ve poliasit modifiye kompozit rezinlerden salınan florid miktarını değerlendirmektir.

GEREÇ VE YÖNTEM

Çalışmada incelenen materyallere ilişkin bilgiler Tablo I'de görülmektedir.

Siman camı üzerine yerleştirilen 2 mm yüksekliğinde ve 10 mm çapında teflon kalıplar içerisine üreticilerin talimatlarına göre hazırlanan materyaller yerleştirildi. Ka-

lıpların üzerine ikinci bir siman camı yerleştirilerek fazla materyal uzaklaştırıldı. Kimyasal olarak sertleşen materyaller sertleşmeleri için kalıplar içerisinde 10 dakika bekletildikten sonra kalıplardan uzaklaştırıldı. Işıklı sertleşen materyaller ise (light emitting diode) (Elipar Free Light II, 3M-ESPE, Amerika) ışık cihazı ile 40 saniye ışık uygulanarak sertleştirildi. Her materyalden 5'er adet numune hazırlandı.

Tablo I. Çalışmada incelenen materyallere ilişkin bilgiler

| Materyal | Tip | Uygulama Alanı | Sertleşme Reaksiyonu |
|----------------------------------|-----------------------------------|----------------|----------------------|
| Ionofil Molar (Voco, Almanya) | Geleneksel cam iyonomer siman | Restoratif | Kimyasal |
| Fuji IX (GC Corp., Japonya) | Geleneksel cam iyonomer siman | Restoratif | Kimyasal |
| Vitrebond (3M, Amerika) | Rezin modifiye cam iyonomer siman | Liner/kaide | Işık |
| Argion (Voco, Almanya) | Güçlendirilmiş cam iyonomer siman | Restoratif | Kimyasal |
| Dyract Extra (Dentsply, Almanya) | Poliasit modifiye kompozit rezin | Restoratif | Işık |
| F2000 (3M - ESPE, Amerika) | Poliasit modifiye kompozit rezin | Restoratif | Işık |
| Hytac (3M - ESPE, Amerika) | Poliasit modifiye kompozit rezin | Restoratif | Işık |

Sertleşen deney numuneleri kalıplardan çıkarılarak ağırlıkları hassas terazide ölçüldü ve takiben numuneler, içerisinde 10 ml yapay tükrük bulunan ağız kapaklı plastik tüplere yerleştirildi. 24 saat sonra numuneler tüplerden çıkartılarak içerisinde 10 ml yapay tükrük bulunan yeni tüplere aktarıldı. Her numunenin çıkarıldığı yapay tükrüğün 8 ml'sine 2 ml TISAB (total ion strength adjustment buffer) ilave edilerek 10 ml'ye tamamlandı. Florid ölçümleri mikroişlemcili iyonmetreye (Jenway 3040, İngiltere) bağlı florid elektrodu (Orion 9409BN, Amerika) yardımıyla gerçekleştirildi. Ölçümler 3., 5., 7., 15. ve 30. günlerde tekrarlandı.

Her ölçümden önce florid elektrodu kalibre edildi ve elektrot membranı distile su ile yıkanıp kurutuldu. Elde edilen veriler ug/mm² (ppm) olarak hesaplandı.

Materyaller arasındaki fark tek yönlü varyans analizi (ANOVA) ve Tukey testi ile, ölçüm zamanları ise eşleştirilmiş örneklem t testi kullanılarak % 95 güven seviyesinde istatistiksel olarak değerlendirildi.

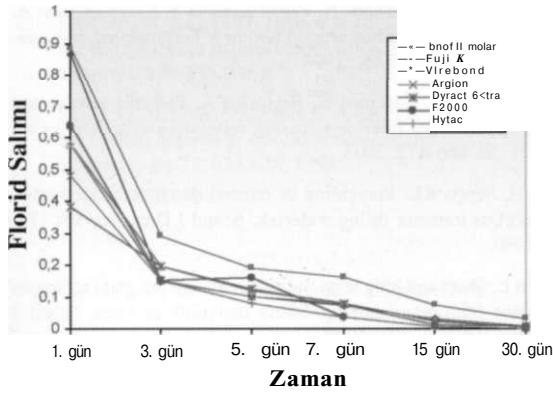
BULGULAR

Çalışmada incelenen materyallerin florid salım sonuçlarının ortalama ve standart sapma değerleri Tablo H'de görülmektedir.

Çalışmada incelenen materyallerin tümünün florid salımı yaptığı gözlemlendi. En yüksek florid salımı tüm materyaller için çalışmanın 1. gününde meydana geldi (p<0.05) ve bu salım zaman içerisinde kademeli olarak azaldı (p<0.05).

Tablo II. Çalışmada incelenen materyallerin ortalama florid salınım sonuçları ve standart sapma değerleri (büyük harfler materyaller arasındaki farkı küçük harfler ise günler arasındaki istatistiksel farkı göstermektedir) ($\alpha = 0.05$)

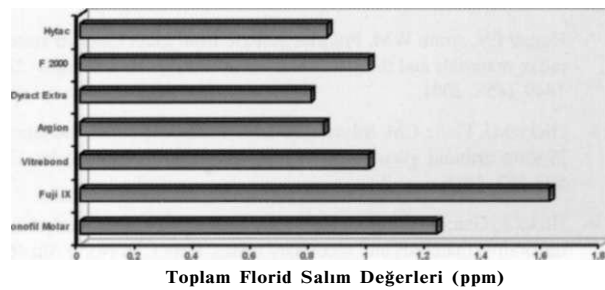
| Materyaller | 1. gün | 3. gün | 5. gün | 7. gün | 15. gün | 30. gün | Toplam |
|---------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|----------------------------|
| Ionofil Molar | 0,8671,02 ["] | 0,149±,010 ^{Ab} | 0,1011,009 ["] | 0,0731,008 ^{Al} | 0,0301,005 ["] | 0,0061,002 ^{Al} | 1,2291,058 ["] |
| Fuji IX | 0,8831,020 ["] | 0,291±,018 ^{mm} | 0,1871,010 [*] | 0,1581,006 ^{Ba} | 0,0711,005 [*] | 0,0281,010 ["] | 1,6191,070 ^{Ba} |
| Vitrebond | 0,578i,026 ^{Bm} | 0,1941,003 ["] | 0,120i,007 ^{ci} | 0,0801,006 ["] | 0,0221,003 ["] | 0,0031,002 ["] | 1,0Q01,036 ^{ce} |
| Argion | 0,479±,012 ^{ci} | 0,152±,005 ^{Ab} | 0,1011,009 [*] | 0,0801,006 [*] | 0,0241,005 ["] | 0,0031,002 ["] | 0,8411,034 [»] |
| Dyract Extra | 0,3801,019 ⁻ | 0,1951,003 ["] | 0,1231,004 ["] | 0,0771,006 ["] | 0,0121,004 ^{ci} | 0,0061,002 ["] | 0,7961,019 ^{DB} |
| F2000 | 0,6391,012 [^] | 0,1521,005 ^{Ab} | 0,1591,006 ^{l*} | 0,0371,008 ["] | 0,0061,002 ^{cd} | 0,0011,002 ["] | 0,9961,016 ^{<} |
| Hvtac | 0,5771,019 [*] | 0,1521,005 ["] | 0,0791,007 ["] | 0,0371,008 ["] | 0,0081,002 ^{ci} | 0,0001,000 ^A | 0,8541,027 ^{nc} |

**Grafik 1.** Materyallerin zaman içerisindeki florid salımı.

Kimyasal olarak sertleşen geleneksel cam iyonomer simanların diğer materyallere oranla daha fazla florid salımı yaptığı gözlemlendi ($p < 0.05$).

Materyallerin 1., 3., 5., 7., 15. ve 30. günlerde saldıkları florid miktarları Grafik 1'de gösterilmiştir.

Materyallerden salınan toplam florid miktarı değerlendirildiğinde Fuji IX'un diğer materyallere oranla daha fazla florid salımı yaptığı görüldü ($p < 0.05$). Bunu sırasıyla Ionofil Molar, Vitrebond, F 2000, Hvtac, Argion ve Dyract Extra izlemiştir (Grafik II).

**Grafik 2.** Materyallerin toplam florid salım değerleri

TARTIŞMA

Bu çalışmada iki geleneksel cam iyonomer, bir rezin

modifiye cam iyonomer, bir güçlendirilmiş cam iyonomer ve üç poliasit modifiye kompozit rezin kullanılmıştır. Elde edilen veriler sonucunda dört tip materyalin de florid salımı yaptığı görülmüştür. Bu sonuçlar diğer pek çok çalışmanın sonuçlarıyla uyumludur^{10, 11}.

Dental materyallerden florid salımı pek çok iç ve dış etkenden etkilenmektedir. İç etkenler; materyalin kompozisyonu, toz/likit oranı, karıştırma süresi, ısı, numunenin geometrisi, geçirgenliği, yüzey uygulamaları ve bitirme işlemleridir. Dış etkenler ise saklama ortamının (pH'sı, ısı, iyonik özellikleri, viskozitesi) özellikleri, deney düzeneği (saklama ortamının hacmi, değiştirilme sıklığı, karıştırılması) ve analitik modellerdir^{15, 22}. Cam iyonomer simanların florid salımıyla ilgili günümüze kadar pek çok araştırma yapılmış ve bu araştırmaların sonucunda florid salımının temel bir model tanımlanamayan kompleks bir süreç olduğu bildirilmiştir. Ancak bu çalışmalar florid salımı sırasında temel olarak iki süreç bulunduğunu; bunlardan ilkinin erken dönemde hızlı bir florid salımı olduğunu bunu uzun dönemdeki daha yavaş bir salımın takip ettiğini bildirmektedirler^{8, 12, 27, 30}. Bizim çalışmada da en yüksek florid salımının çalışmanın 1. gününde olduğu ($p < 0.05$) ve bu salımın zamanla kademeli olarak azaldığı tespit edildi.

Cam iyonomer simanlarda Ca^{2+} , Al^{3+} ve F iyonlarının sızarak çok tuzlu bir matris oluşturması sonucu bir asit-baz reaksiyonu oluşmaktadır²⁸. Kısa dönemdeki yüksek florid salımı bu reaksiyona bağlı olabilir²⁹. Kompozit rezinlerde ise herhangi bir asit-baz reaksiyonu yoktur; florid için tek kaynak doldurucu cam partiküllerinin yaptığı yavaş salımdır. Kompozit materyallerin kısa dönemdeki yüksek florid salımı için tek açıklama yüzeyde kalan cam doldurucuların sıvıyla karşılaşmasıyla oluşabilecek salımın yüksek olması olabilir. Williams ve arkadaşlarının¹¹ yaptıkları bir çalışmada iyon salabilen cam tozlarının distile suya batırılmasıyla florid salımının gerçekleştiği bildirilmiştir. Florid salımı 21 gün boyunca devam etmiş, ancak en çok florid salımı 1. haftada gerçekleşmiş ve zaman içerisinde azalmıştır. Bu hızlı florid salımının nedeninin cam partiküllerinin 20 mm'den daha küçük partiküller oluşturmak üzere kuru koşullarda öğütülmesi sonucunda

partiküllerin yüzeylerinin sıvı bir ortama karışabilecek ve çözünebilecek ince bir tozla kaplı olması olduğunu bildirmişlerdir. Biz de çalışmamızda ışıkla sertleşen rezin modifiye cam iyonomer ve poliasit modifiye kompozit rezinlerde 1. günde en yüksek olmak üzere 30 güne kadar devam eden florid salımı tespit ettik ve bu salımın doldurucu partiküllerin yüzeyinde bulunan florid iyonuna bağlı olduğunu düşünmekteyiz.

Çalışmamızın sonuçlarına göre toplam florid salımı değerlendirildiğinde en fazla florid salımı geleneksel cam iyonomer simanlarda gözlenmiştir. Bunu sırasıyla rezin modifiye cam iyonomer, poliasit modifiye kompozit rezinler ve güçlendirilmiş cam iyonomer siman izlemektedir. Güçlendirilmiş cam iyonomerde, poliasit modifiye kompozit rezinlerle yaklaşık aynı miktarlarda florid salımı gözlenmiştir.

Bu çalışmada olduğu gibi pek çok çalışmada geleneksel cam iyonomerlerin, metalle güçlendirilmiş cam iyonomerlere oranla daha fazla florid salımı yaptığı bildirilmiştir^{17,20}. Geleneksel ve metal ile güçlendirilmiş cam iyonomerlerin florid salım miktarları arasındaki fark, geleneksel cam iyonomerlerde NaF ve SiF formundaki floridin, gümüş partiküllerine bağlı floride oranla daha hızlı şahmından kaynaklı olabilir¹⁶.

Dişin etrafında bulunan sıvı ortama sürekli, düşük miktarlarda florid salımı demineralizasyonu engelleyebildiği gibi, remineralizasyonu da güçlendirebilir^{7,18} ve mikrobiyal aktiviteyi yavaşlatabilir⁴. Klinik açıdan bakıldığında bu çalışmanın sonuçları, güçlendirilmiş cam iyonomer, poliasit modifiye kompozit rezin, rezin modifiye cam iyonomer ve geleneksel cam iyonomerler ile yapılan restorasyonların tekrarlayan çürük riski bulunan bölgelerde kontrollü yavaş florid salımı yapan ağız içi bir cihaz gibi davrandıkları tezini desteklemektedir⁸.

SONUÇ

Bu çalışma koşullarında elde edilen veriler değerlendirildiğinde çalışmada kullanılan materyallerin sertleşme reaksiyonlarının florid salım miktarını etkileyebileceği, buna ilave olarak materyallerin florid salım miktarının zaman içerisinde azaldığı söylenebilir.

KAYNAKLAR:

- 1- Bala O, Uctasli M, Can H, Turkoz E, Can M. Fluoride release from various restorative materials. J Nihon Univ Sch Dent 39: 123- 125, 1997.
- 2- Benington PCM, Gillgrass TJ, Foye RH, Millett DT, Gilmour WH. Daily exposure to fluoride mouthrinse produces sustained fluoride release from orthodontic adhesives in vitro. J Dent 29: 23-29, 2001.
- 3- Clarkson BH. Caries prevention-fluoride. Adv Dent Res 5: 41-45, 1991.
- 4- De Witte AMJC, De Maeyer EAP, Verbeeck RMH, Martens LC. Fluoride release profiles of mature restorative glass ionomer cements after fluoride application. Biomaterials 21: 475-482, 2000.
- 5- Diaz-Arnold AM, Holmes DC, Wistrom DW, Swift J. Shortterm fluoride release/uptake of glass ionomer restorations. Dent Mater 11: 96-101, 1995.
- 6- Dionysopoulos P, Kotsanos N, Koliniotou-Koulia E, Papadogiannis Y. Secondary caries formation in vitro around fluoride releasing restorations. Oper Dent 19: 183-188, 1994.
- 7- Dionysopoulos P, Kotsanos N, Papadogiannis Y, Konstantinidis A. Artificial secondary caries around two new F-containing restoratives. Oper Dent 23: 81-86, 1998.
- 8- Dionysopoulos P, Kotsanos N, Pataridou A. Fluoride release and uptake by four new fluoride releasing restorative materials. J Oral Rehabil 30: 866-872, 2003.
- 9- Forss H, Seppä KL. Prevention of enamel demineralization adjacent to glass ionomer filling materials. Scand J Dent Res 98: 173-178, 1990.
- 10- Forsten L. Short and long term fluoride release from glass ionomers and other fluoride-containing filling materials in vitro. Scand J Dent Res 98: 179-185, 1990.
- 11- Forsten L. Fluoride release and uptake by glass ionomers. Scand J Dent Res 99: 241-245, 1991.
- 12- Fukazawa M, Matsuya S, Yamane M. The mechanism for erosion for glass-ionomer cements in organic-acid buffer solutions. J Dent Res 69: 1175-1179, 1990.
- 13- Geurtsen W, Leyhausen G, Garcia-Godoy F. Effect of storage media on fluoride release and surface microhardness of four polyacid-modified composite resins ('compomers'). Dent Mater 15: 196-201, 1999.
- 14- Griffin H, Donly KJ, Erickson R. Caries inhibition by fluoride releasing liners. Am J Dent 5: 293-295, 1992.
- 15- Hattab F, Linden LA. Dilution of fluoride from alginate compared with other topical fluoride agents. Scand J Dent Res 93: 269-275, 1985.
- 16- Hattab FN. Dilution of fluorides in human dental enamel in vitro. ArchOralBiol 31:811-814,1986.
- 17- Hattab FN, Amin WM. Fluoride release from glass ionomer restorative materials and the effect of surface coating. Biomaterials 22: 1449-1458,2001.
- 18- Hicks MJ, Flaitz CM, Silverstone LM. Secondary caries formation in vitro around glass ionomer restorations. Quintessence Int 17: 527-532, 1986.
- 19- Hicks J, Garcia-Godoy F, Donly K, Flaitz C. Fluoride -releasing restorative materials and secondary caries. Dent Clin North Am 46: 247-276, 2002.
- 20- Horsted-Bindslev P, Larsen MJ. Release of fluoride from conventional and metal-reinforced glass-ionomer cements. Scand J Dent Res 98: 451-455, 1990.
- 21- Khouw-Liu VHW, Anstice GI, Pearson GL. An in vitro investigati-

- on of a poly(vinyl phosphonic acid) based cement with four conventional glass-ionomer cements. Part 1: flexural strength and fluoride release. *J Dent* 27: 351-357, 1999.
- 22- Kuhn AT, Winter GB, Tan WK. Dissolution rates of silicate cements. *Biomaterials* 3: 136-144, 1982.
- 23- Levallois B, Fovet Y, Lapeyze L, Gal JY. In vitro fluoride release from restorative materials in water versus artificial saliva medium (SAGF). *Dent Mater* 14: 441-447, 1998.
- 24- Seppä L, Torppa-Saarinen E, Luoma H. Effect of different glass ionomers on the acid production and electrolyte metabolism of *Streptococcus mutans* Ingbritt. *Caries Res* 26: 434-438, 1992.
- 25- Strother JM, Kohn DH, Dennison JB, Clarkson BH. Fluoride release and re-uptake in direct tooth colored restorative materials. *Dent Mater* 14: 129-136, 1998.
- 26- Suljak JP, Hatibovic-Kofman S. A fluoride release absorption release system applied to fluoride-releasing restorative materials. *Quintessence Int* 27: 635-638, 1996.
- 27- Tay WM, Braden M. Fluoride ion diffusion from polyalkenoate (glass-ionomer) cements. *Biomaterials* 9: 454-456, 1988.
- 28- Ten Cate JM. Review on fluoride with special emphasis on calcium fluoride mechanisms in caries prevention. *Eur J Oral Sci* 105: 461-465, 1997.
- 29- Verbeek RMH, De Moor RJG, Van Even DFJ, Martens LC. The short-term fluoride release of a hand-mixed vs. capsulated system of a restorative glass-ionomer cement. *J Dent Res* 72: 577-581, 1992.
- 30- Verbeek R, De Maeyer F, Marks L, De Moor R, De Witte A, Trimpeers L. Fluoride release process of (resin modified) glass-ionomer cements versus (polyacid modified) composite resins. *Biomaterials* 19: 509- 519, 1998.
- 31- Williams JA, Billington RW, Pearson GJ. The glass-ionomer cement: the sources of soluble fluoride. *Biomaterials* 23: 2191-2200, 2002.

Yazışma adresi

Hacer DENİZ ARISU
Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi
Diş Hastalıkları ve Tedavisi ABD,
8. Cadde, 82. Sokak Emek 06510/ANKARA
Tel: 0312 2126220/347 - 05326461244
e-posta: hdenz@yahoo.com, hacer@gazi.edu.tr