

REZİN MODİFİYE CAM İYONOMER SİMANLAR

Dr. Nilüfer ÇELEBİ*

ÖZET

Geleneksel cam iyonomer simanları ilk olarak Wilson ve Kent 1972 yılında bulmuşlardır. Kovensiyonel cam iyonomer simanlar ; dentin ve mineye bağlantıları, komşu dokulara florür iyonu salmaları, termal ekspansiyon katsayılarının dentin ile benzer olması ve diş dokularına biyomimetik özelliklerinin iyi olması gibi olumlu özelliklerinden dolayı çeşitli klinik uygulamalarda kullanılmaktadır. Yinede kısa setleme zamanı , uzun sertleşme zamanı, dehidratasyon göstermeleri , erken nem kontaminasyonuna duyarlı olmaları gibi olumsuz özelliklerinin de olduğu belirtilmiştir. Son zamanlarda , yapısında rezin içeren , rezin modifiye cam iyonomer simanlar geliştirilmiştir. Genellikle restoratif materyal ve yapıştırıcı siman olarak kullanılmaktadırlar. Bu simanlar silikat ve karboksilat siman özelliklerinin birleşiminden oluşmaktadır ve bulunduğu diş dokularına uzun süreli olarak florür salmaktadır.

Anahtar kelimeler: cam- iyonomer simanlar, rezin modifiye cam- iyonomer simanlar

ABSTRACT

The traditional glass ionomer cements, first introduced to dental profession by Wilson & Kent in 1972. Conventional glass-ionomer cements have been used in a variety of clinical applications because of their beneficial properties, such as adhesion to enamel and dentin, release of fluoride ions into adjacent tooth structure, coefficient of thermal expansion is similar to that of dentin and biocompatibility with dental tissues. However, several problems have also been demonstrated for example; working time is so short, setting time is long, they show consistent sensitivity to dehydration, they are susceptible to early moisture contamination. Recently, resin modified glass-ionomer cements have been developed. Resin modified glass-ionomer cements were used as restorative materials and luting agents. These materials are hybrids of silicates and carboxylate cements and leach fluoride into adjacent tooth structure over long periods.

Key words : glass-ionomer cements, resin modified glass-ionomer cements

Resin Modifiye Cam İyonomer Simanlar

Diş hekimliğinde kullanılan simanların diş dokusuna adezyonu önemli olduğu için ideal bir restoratif materyalin de; diş dokusu özelliklerine benzer özellikler taşıması gerekmektedir. Dentin ve mineye iyi yapışmalı ve ağız ortamında yapısal değişime uğramamalıdır. Bu özellikleri bir madde içerisinde toplama arayışı ile geleneksel cam iyonomer simanlar, 1972 yılında Wilson ve Kent¹ adlı araştırmacılar tarafından, silikat siman ve polikarboksilat simanın iyi özelliklerinden köken alınarak bulunmuştur. Daha sonra McLean tarafından geliştirilmiştir.¹⁻⁶

Geleneksel cam iyonomer simanın tozu kuartz, alümin, kriyolit, alüminyum trifluorid ve alüminyum birleşimi olup, esas olarak yüksek florü içerikli bir alümin silikat camdır. Likiti; genellikle poliakrilik asit ve polikarboksilik asitten oluşur. Bazı simanlarda ise polialkenoik asit veya tartarik asit dondurulup kurutulmuş cam tozuna ilave edilmektedir. Bu tür simanlar kullanımları esnasında deiyonize su ve tartarik asidin sulu çözümü ile karıştırılırlar.³⁻¹⁶

Geleneksel cam iyonomer simanların sertleşme reaksiyonu asidik poli-elektrolit ile alüminosilikat camı arasında asit-baz reaksiyonu yoluyla olur.¹²

* Hacettepe Üniversitesi Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, Diş-Protez Bölümü Öğretim Görevlisi

Toz ve likit karıştırıldığında asit-baz reaksiyonu oluşur, asitteki hidrojen iyonları cam partiküllerini etkileyerek, florun yanısıra Al^{+++} , Ca^{++} ve Na^{+} iyonlarının yerini alır. İlk önce kalsiyum sonra da alüminyum poli tuzları oluşarak polianyon zincirlerini çapraz bağlar. Tuzlar hidratize olarak bir jel matriksi oluşturur. Daha sonra reaksiyona girmemiş cam partikülü, partiküllerin yüzeylerinden anyon uzaklaşması ile meydana gelen silika jeli ile kaplanır. Sertleşmiş siman, silika jeli ile kaplanmış olan hidratize kalsiyum ve alüminyum poli tuzlarının amorf matriksinde bir arada tutulan reaksiyona girmemiş olan toz partiküllerin birikmesinden meydana gelir. Sertleşme tamamlanmadan önce su bu yüzeye kontak kurarsa, Ca^{++} ve Al^{+++} iyonları yıkanıp uzaklaşır ve siman formasyonu engellenir. Bu olay siman yüzeyinde matlaşmaya ve zayıflamaya neden olur. Bu nedenle, işlemler sırasında yeni konulan restorasyonun oral sıvılara karşı korunmasına dikkat edilmelidir.^{1,5,12,17}

Geleneksel cam iyonomer siman dentin ve mineye fiziko-kimyasal olarak bağlanma özelliğine sahiptir. Bağlanma; simanın likitindeki poliakrilat iyonların, hidroksi apatit kristalinin yapısındaki Ca ve PO_4 iyonları ile yer değiştirerek apatit yapı ile reaksiyona girmesi ile oluşmaktadır. Bağlanma çok kuvvetli değildir (2-7 Mpa). Ancak klinik çalışmalar materyalin erozyon lezyonların restorasyonu için kullanıldığında dayanıklı olduğunu göstermiştir. Cam iyonomer simanların gerilmeye karşı dirençleri düşüktür.^{1,5,10,17}

Cam iyonomer simanların dentin bağlantısı mineye olan bağlantıdan daha zayıftır. Bunun nedeni minenin dentine oranla daha fazla inorganik yapı içermesi ve morfolojik olarak daha homojen olmasıdır. Dentin bağlantısı dentin conditioner kullanılarak artırılmıştır. (Poliakrilik asit, tannik asit, sitrik asit vs.) Dentin bağlantısını artırmanın diğer bir yolu da, dentin yüzeyindeki mineral yapıyı yapay olarak arttırmaktır. Dentin yüzeyine kalsiyum fosfat, kalsiyum sülfat gibi kristalize yapılar uygulanmaktadır. Karboksilik asit grupları ile sement ve kollojen içindeki reaktif grup-

lar arası bağlantı ya hidrojen ya da iyonik tip bağlantıdır.^{1,5,10,17}

Cam iyonomer simanlar translusenttir. Cam iyonomer simanlar boyalardan silikat simanlara göre daha az etkilenirler. Kompozitlerle kıyaslandığında ise çok daha az etkilendikleri görülmüştür. Bu olay cam iyonomer siman içinde cam ve matriks arasındaki adezyonun, kompozit içerisindeki rezin ve doldurucu maddeler arasındaki bağlantıdan üstün olmasına bağlanmıştır.^{17,18}

Cam iyonomer simanlar genellikle mekaniksel abrazyonların oluşabileceği bölgelerde kullanılmaktadır. Ancak bu simanların abrazyona karşı dirençleri zayıf olduğu için, posterior dişlerde daimi restoratif madde olarak kullanılması çoğunlukla tavsiye edilmemektedir.^{5,10,17}

Diş hekimliğinde kullanılan simanların ağız ortamında çözünmeleri bu maddelerin dezavantajları arasında yer almaktadır. Ancak cam iyonomer simanlardan flor salınması ile restorasyon etrafındaki minede çürüğe karşı direnç artmaktadır. Cam iyonomer simanın sertleşmesi sırasında, florür iyonları oluşmaktadır ve bu iyonlar oldukça mobildir. Florür iyonları tükürük ile yıkandığında sement yüzeyinden diffüze olurlar ve reaksiyona girerler. Florür iyonları, apatit yapıdaki hidroksil grupları ile yer değiştirir ve bu değişim apatidi asit ataklarına karşı daha dirençli yapar. Bu olay cam iyonomer simanların anti-karyojenik özelliklerinin ortaya çıkmasında rol oynamaktadır.¹⁹⁻²⁶

Cam iyonomer simanın kısa çalışma ve uzun sertleşme zamanı, nem kaybı sonucu çatlaklar oluşması, asit ataklarına karşı zayıf olması gibi bazı dezavantajları vardır.¹⁷ Cam iyonomer simanın bu olumsuz yönleri göz önüne alınarak bu simanlara rezin ilave edilerek 1992 yılında yeni grup siman geliştirilmiştir. Yeni geliştirilen bu simanlar rezin modifiye cam iyonomer simanlardır.^{17,27-39}

Yapısı

Rezin modifiye cam iyonomer siman toz/likit sistemi veya kapsül formunda piyasaya sunulmuştur. Tozu, floroaminosilikat cam içermek-

tedir. Likit kompozisyonu ise, üründen ürüne değişmektedir. Genellikle hidroksietil metakrilat (HEMA), poliakrilik asit veya pendent metakriloksit ile poliakrilik asitin kopolimeri, tartarik asit ve ışıkla-başlatıcı içermektedir.^{17,29,38-45}

Sertleşme reaksiyonu

Rezin modifiye cam iyonomer simanlarda; asit-baz reaksiyonu, ışık aktivasyonu ile polimerizasyon, kimyasal aktivasyon ile polimerizasyon olmak üzere üç çeşit sertleşme reaksiyonu görülmektedir.^{5,28}

Rezin modifiye cam iyonomer simanların sertleşme reaksiyonunda simanın karıştırılmasından hemen sonra, ışık aktivasyonundan önce, asit-baz reaksiyonu oluşmaktadır. Bazı materyaller ise kimyasal aktivatör ve başlatıcı içermektedir ve ışık aktivasyonu olmadan reaksiyon ilerlemektedir. Bu materyaller çevredeki görünür ışığa çok hassastır. Sensitif yapıya sahip bu materyaller homojen olarak karıştırıldığında çevredeki görünür ışığa maruz kalmasından 30 saniye sonra sertleşme reaksiyonu başlamaktadır.⁴³⁻⁵⁵

Adezyon

Rezin modifiye cam iyonomer simanın diş yapısına adezyonu konvansiyonel cam iyonomer simandan daha iyidir.^{44,51,55-59} Rezin modifiye cam iyonomer simanlar dentin ve mineye kimyasal olarak bağlanır.^{28,47} Rezin modifiye cam iyonomer simanın cam partikülleri etrafında ışıkla sertleşme ve poly-HEMA ve poliakrilik metal tuzlar ile homojen matris oluşurken asit-baz reaksiyonu devam etmektedir. Son yıllarda geliştirilen rezin modifiye cam iyonomer simanlarda nemli ortamda bağlanma stabildir ve 24 saatte tamamlanmaktadır. Bütün bu faktörler rezin modifiye cam iyonomer simanın fiziksel özelliklerini geliştirmiştir ve buna bağlı olarak dentine bağlantı da artmıştır. Rezin modifiye cam iyonomer simanın mine ve dentine adezyonunu artırmanın bir yolu da çeşitli asit etching ve primer kullanılarak smear tabakasını uzaklaştırmak ve dentinin yüzeysel tabakasını demineralize ederek rezin modifiye cam iyonomer siman içerisindeki

HEMA'm penetre olması ve kollojen fiberleri açarak ağ oluşturmalarıdır.^{5,55}

Mekanik özellikler

Rezin modifiye cam iyonomer simanların esneme dayanıklılığı elastisite modülleri ile ilişkilidir. Elastisite modülü arttıkça esneme dayanıklılığı artar. Bu simanın sıkışma dayanıklılığı hibrit kompozit rezinlerden önemli oranda düşük cam iyonomer simandan yüksektir.^{48,60-62} Bu simanların düşük sıkışma ve esneme dayanıklılığına sahip olmaları, bu materyallerin okluzal stresin yoğun olmadığı küçük kavitelere kullanılmalarını gerektirmektedir.⁶⁰

Estetik

Rezin modifiye cam iyonomer simanların estetik özelliği konvansiyonel cam iyonomer simanlar ile hemen hemen aynıdır ancak kompozit rezinlerin estetik üstünlüğüne ulaşamamıştır.^{44,59,60,63}

Çözünürlük

Rezin modifiye cam iyonomer simanların, cam iyonomer simanlara göre erken dönemde neme hassasiyeti, dehidratasyonu ve çözünürlüğe karşı dirençleri daha iyidir. Cam iyonomer simanlar, rezin modifiye cam iyonomer simanlardan daha fazla çözünürlük özelliğine sahiptirler.^{48,64,65}

Flor salınımı

Cam iyonomer simanlardan flor salınması çok önemli bir özelliktir. Spesifik klinik uygulamalarda materyal seçiminde bu özellikleri ile tercih edilmektedirler. Bazı araştırmacılar materyale rezin ilavesinin, flor salınımını etkileyebileceğini ileri sürmektedir.^{32,44,45,66} Yapılan in vivo ve in vitro çalışmalarda rezin modifiye cam iyonomer simanlardan da geleneksel cam iyonomer simanlar kadar flor serbestleştiği gösterilmiştir. Flor salınımı, başlangıç çürüklerinde remineralizasyonu artırırken, demineralizasyonun ve mikrobiyal aktivitenin azalmasını sağlar.⁶⁷⁻⁷³ Rezin modifiye cam iyonomer simanların çürük

önleyici özellikleri incelenmiş, çürük önleyici etkilerinin iyi olduğu ve dentin duvarlarındaki rekürrent çürüklere karşı direnç gösterdikleri yapılan birçok çalışmada saptanmıştır.⁷⁴⁻⁸³

Biyolojik uyum

Rezin modifiye cam iyonomer simanların biyolojik uyumu ,cam iyonomer simanların biyolojik uyumuna oranla daha zayıftır. Rezin modifiye cam iyonomer simanlar egzotermik reaksiyon gösterirler. Yapılan araştırmalarda rezin içermeleri nedeniyle az miktarda sitotoksik oldukları belirtilmiştir.^{32,50,58,66,83-87}

Radyolojik görünüm

Restoratif materyaller için ,erken dönemde çürüğü tespit edebilecek kadar temiz radyografik görüntü verecek dansiteye sahip olmak önemli bir özelliktir. Rezin modifiye cam iyonomer simanın radyoapasitesi konvansiyonel cam iyonomer simanlardan üstündür. Bileşimine radyoapasiteyi sağlamak için ağır metaller (strontiyum vs.) ilave edilmiştir.^{5,63,88,89}

Klinik kullanım

Rezin modifiye cam iyonomer simanlar klinikte;

- Yapıştırıcı siman olarak
- Class II restorasyonlarda
- Class V restorasyonlarda
- Erozyon- abrazyon lezyonlarında
- Süt dişlerinde, restorasyon materyali olarak^{59,60,90-92}

Rezin modifiye cam iyonomer siman ile cam iyonomer simanın klinik kullanımları hemen hemen aynıdır. Rezin modifiye cam iyonomer simanları cam iyonomer simanlardan ayıran en önemli faktör yapısındaki hidroksietil metakrilat (HEMA)'tır.

KAYNAKLAR

1. WILSON A.D., KENT B. E. A New Translucent Cement for Dentistry. Br. Dent. J. 1972; 15: 133-135.

2. ZAIMO-3LU A. , CAN G., ERSOY E., AKSU L. Diş Hekimliğinde Maddeler Bilgisi. Ankara, Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Yayınları. 1993; 305-344.

3. QILO G. Luting Cements. Int. Dent. J. 1991; 41: 81-88.

4. DIAZ-ARNOLD A. M. Current Status of Luting Agents For Fixed Prosthodontics. J. Prosthet. Dent.1999; 81: 135-141.

5. GRAHAM J. M. Glass Ionomer Cements: Past, Present and Future. Oper. Dent.1994; 19: 82-90.

6. MC CABE J. F., WALLS A.W.G. Applied Dental Materials. London. Blackwell Science Ltd. 5. Edition. 1998; 202-211.

7. MERYON S.D., STEPHENS P.G., BROWNE R.M. A Comparison of the in Vitro Cytotoxicity of Two Glass Ionomer Cements. J. Dent. 1983; 62: 769-73.

8.YAVUZYILMAZ H. Metal Destekli Estetik (Veneer Kaplama) Kronlar. Ankara, Gazi Üniversitesi İletişim Fakültesi Basımevi 1.Baskı.1996: 247-252.

9. SMITH D.C., WILLIAMS D.F. Biocompatibility of Dental Materials. Florida. CRC Press. Volume 2.1982: 143-175.

10. CEFAL Y.D.F.G., SEABRAB .G.M. Effectiveness of Surface Protection of Resin Modified Glass Ionomer Cements Evaluated Spectrophotometrically. Oper. Dent. 2001; 26,401-405.

11. ZEGHIBROECK L.V. : Cements. J. Esthet. Dent. 1994; 7: 49-58.

12. CRAIG R. G., O'BRIEN W.J., POWERS J. M. Dental Materials. St. Louis. Mosby Year Book Inc. 5. Edition. 1992:126-143.

13. SMITH C.D. Composition and Characteristics of Glass Ionomer Cements. J. Am.Dent. Assoc.1990; 120:19-22.

14. BERG J.H. The Continuum of Restorative Materials in Pediatric Dentistry-a Review for The Clinician. Pediatr Dent.1998; 20: 93-100.

15. LEE C.Q. Evaluation of Glass Ionomer as an Endodontic Sealant. J. Endodont. 1997; 23: 209-212.

16. BARNES D.M., BLANK L.W., GINGELL J.C. A Clinical Evaluation of A Resin Modified Glass Ionomer Restorative Material. *J. Am. Dent. Assoc.*1995;126: 1243-1255.
17. NOORT V. N. *Dental Materials*. London. Mosby Year Book Inc. London 1994: 106-135.
18. MOUNT G.J. Clinical Placement of Modern Glass Ionomer Cements. *Quintessence Int.*1993; 24: 99-106.
19. SETCHELL, D.J., TEO, J.K., KHUN, A.T.: The Relative Solubilities of Four Modern Glass Ionomer Cements. *Br. Dent. J.* 158, 220-222. (1985).
20. AYAD M.F., ROSENTHAL S.F., WOELFFEL J.B. The Effect of Recementation on Crown Retention. *Int. J. Prosthodont.*1998; 11: 177-82.
21. ASHCRAFT D.B., STALEY R.N., JAKOBSEN J.R. Fluoride Release and Shear Bond Strengths of Three Light-Cured Glass Ionomer Cements. *Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop.* 1997; 111: 260-265.
22. SVANBERG M., MJOR I.A., QRSTAVIK D. Mutans Streptococci in Plaque from Margins of Amalgam, Composite and Glass Ionomer Restorations. *J. Dent. Res.*1989; 69: 861-864.
23. PARK S.H., KIM K.Y. The Antikariogenic Effect of Fluoride in Primer, Bonding Agent and Composite Resin in the Cavo-surface Enamel Area. *Oper. Dent.*1997; 22: 115-120.
24. FORSS H., JOKINEN J., SPETS-HAPPONEN S.S., SEPPA L., LUOMA H. Fluoride and Mutans Streptococci in Plaque Grown on Glass Ionomer and Composite. *Caries Res.*1991; 25: 454-458.
25. REZK-LEGA F., OGAARD B., ROLLA G. Availability of Fluoride from Glass Ionomer Luting Cements in Human Saliva. *Scand. J. Dent. Res.*1990; 99: 60-63.
26. BENDERLİ Y., HATTON P., DAUGLAS I. Çeşitli Cam İyonomer Simanların Fluorid Serbestleme ve Antibakteriyel Özellikleri Arasındaki Korrelasyonun Değerlendirilmesi, *H. Ü. Dişhek. Der.*1999; 23: 12-17.
27. GLADYS S., MEERBEEK B.V., BRAEM M., LAMBRECHTS P., VANHERLE G. Comparative Physico-Mechanical Characterization of New Hybrid Restorative Materials with Conventional Glass Ionomer and Resin Composite Restorative Materials. *J. Dent. Res.*1997; 76: 883-894.
28. REYTO R. Laser Tooth Whitening. *Esthet. Dent.*1998; 42: 755.
29. GEE A.J., LELOUP G., WERNER A., VREVER J., DAVIDSON C.L. Structural Integrity of Resin Modified Glass Ionomers as Affected by the Delay or Omission of Light Activation. *J. Esthet. Dent.*1998; 77: 1658-1663.
30. MITCHELL C.A., DOUGLAS W.H., CHENG Y.S. Fracture Toughness of Conventional, Resin Modified Glass Ionomer and Composite Luting Cements. *Dent. Mater.*1999; 15:7-13.
31. BELL R.B., BARKMEIER W.W. Glass Ionomer Restoratives and Liners. *J. Esthet. Dent.*1994; 6: 129-134.
32. CROLL T.P., KILLIAN C.M., HELPIN M.L. A Restorative Dentistry Renaissance for Children. Light-Hardened Glass Ionomer/Resin Cement. *J. Dent. Child.*1993; March-April: 89-94.
33. LEEVAILOJ C., PLATT J.A., COCHRAN M.A. In Vitro Study of Fracture Incidence and Compressive Fracture Load-off all Ceramic Crowns Cemented with Resin Modified Glass Ionomer and other Luting Agents. *J. Prosthet Dent.*1998; 80: 699-707.
34. KERBY R.E., KNOBLOCH L., THAKUR A. Strength Properties of Visible-Light-Cured Resin Modified Glass Ionomer Cements. *Oper. Dent.*1997; 22: 79-83.
35. ATTIN T., VATASCHKI M., HELLWIG E. Properties of Resin Modified Glass Ionomer Restorative Materials and Two Polyacid Modified Resin Composite Materials, *Quintessence Int.*1996; 27: 203-209.
36. SMALES R.J., KOUSTIKAS T. Occlusal Wear of Resin Ionomer Restorative Materials. *Aust Dent. J.*1995; 40: 171-172.

37. CHO E., KOPEL H., WHITE S.N. Moisture Susceptibility of Resin Modified Glass Ionomer Materials. *Quintessence Int.*1995; 26:351-358.
38. LIM C.C., NEO J., YAPA. The Influence of Finishing Time on the Marginal Seal of a Resin Modified Glass Ionomer and Polyacid Modified Resin Composite. *J. Oral Rehabil.*1999; 26: 48-52.
39. FRIELD K.H., POWERS P.M., HILLER K.A. Influence of Different Factors on Bond Strength of Hybrid Ionomers. *Oper. Dent.*1995; 20: 74-80.
40. VAIKUNTAM J. Resin Modified Glass Ionomer Cements : Implications for Use in Pediatric Dentistry. *J. Dent. Child.*1997; March-April: 131-134.
41. FRANKEL N., PEARSON G.J., LABELLA R. Long-term Strength of Aesthetics Restoratives. *J. Oral Rehabil.*1998; 25: 89-93.
42. KNOBLOCH L.A., KERBY E.R., SEGHI R., BERLIN J.S., LEE J.S. Fracture Toughness of Resin-Based Luting Cements. *J. Prosthet. Dent.* 2000; 83: 204-209.
43. FOLKESSON U.H., ANDERSSON I.E., VAN-DUKEN J.W.V. Resin Modified Glass Ionomer Cement Restorations in Primary Molars. *Swed. Dent.*1999;1-9.
44. BURGESS J., NORLING B., SUBMITT J. Resin Ionomer Restorative Materials: The New Generation. *J.Esthet. Dent.*1994; 6: 207-215.
45. BOUISCHLICHER M.R., VARGAS M.A., DENEHY G.E. Effect of Desiccation on Microleakage of Five Class 5 Restorative Materials. *Oper. Dent.*1996; 21: 90-95
46. KANCHANAVASITA W., PEARSON G.J., ANSTICE H.M. Factors Contributing to the Temperature Rise During Polymerization of Resin Modified Glass Ionomer Cements. *Biomaterials.*1996; 17: 2305-2312.
47. FRICKER J.P. A New Self-Curing Resin Modified Glass Ionomer Cement for the Direct Bonding of Orthodontics Brackets in Vivo. *Am. J. Orthot. Dentofacial Orthop.*1998; 113: 384-386.
48. CATTANI-LORENTE M.A., DUPUIS V., MOYA F., PAYAN J., MEYER J.M. Comparative Study of the Physical Properties of the Polyacid Modified Glass Ionomer Cement. *Dent. Mater.*1999; 15: 21-32.
49. YAP A.U.J., QUEK C.E.Y., KAU C.H. Repair of New-Generation Tooth-Colored Restoratives: Methods of Surface Conditioning to Achieve Bonding. *Oper.Dent.*1998; 23: 173-178.
50. BOILLAGUET S., ASSAF Y., VIRGILLITO M., JACQUEZ H., MEYER J.M. In Vitro Cytotoxicity of Resin-Reinforced Glass Ionomer Cement. *Acta Med. Dent.* 1998; 4:14-19.
51. UNO S., FINGER W.J., FRITZ U. Long Term Characteristics of Resin Modified Glass Ionomer Restorative Materials. *Dent. Mater.* 1996; 12: 64-69.
52. ATTIN T., BUCHALLA W., HELFWIG E. Influence of Enamel Conditioning on Bond Strength of Resin Modified Glass Ionomer Restorative Materials and Polyacid Modified Composites. *J. Prosthet. Dent.*1996; 76: 29-33.
53. MIYAZAKI M., MOORE B.K., ONOSE H. Effect of Surface Coatings on Flexural Properties of Glass Ionomers. *Eur. J. Oral Sci.*1996; 104: 600-604.
54. DUNCAN J.P., PAMELIER C.H. Retention of Parallel-Sided Titanium Posts Cemented with Six Luting Agents: An in Vitro Study. *J. Prosthet Dent.*1998; 80: 423-428.
55. MIYAZAKI M., IWASAKI K., SOYAMURA T., ONOSE H., MOORE B.K. Resin Modified Glass Ionomers: Dentin Bond Strength Versus Time. *Oper. Dent.*1998; 23: 144-149.
56. PEREIRA P.N.R., YAMADA T., INOKOSHI S., BURROW M.F., SANO H., TAGAMI J. Adhesion of Resin Modified Glass Ionomer Cements Using Resin Bonding Systems. *J. Dent.*1998; 26: 479-485.
57. RUSZ J.E., ANTONUCCI J.M., EICHMILLER F., ANDERSON M.H. Adhesive Properties of Modified Glass Ionomer Cements. *Dent. Mater.*1992; 8: 31-36.
58. MORAND J.M., JONAS P. Resin Modified Glass Ionomer Cement Restoration of Posterior Teeth With Proximal Carious Lesions. *Oper. Dent.*1995; 26: 389-394.

59. CHRISTENSE G.J. Glass Ionomer Resin: A Maturing Concept. *J. Am. Dent. Assoc.*1993; 124: 248-249.
60. SAYGILI G. Resin-Modifiye Cam-İyonomer ve Poliasit-Modifiye Kompozit Simanların Klinik Kullanımları. *H. Ü. Dişhek. Der.*1998; 1: 26-31.
61. LI Z.C., WHITE S.N. Mechanical Properties of Dental Luting Cements. *J. Prosthet. Dent.*1999; 81: 597-609.
62. LI J., LIU Y., SOREMARK R.: Flexure Strength of Resin Modified Glass Ionomer Cements and their Bond Strength to Dental Composites. *Acta Odontol. Scand.*1996; 54: 55-58. 63. INOKOSHI S., BURROW M.F., KATAUMI M., YAMADA T., TAKATSU T. Opacity and Color Changes of Tooth-Colored Restorative Materials. *Oper. Dent.*1996; 21: 73-80.
64. BURGESS J.O., NORLING B.K. Improvements in Adhesive Luting Cements. *Compend. Contin. Edu. Dent.*1996; 42: 67.
65. BERTACCHINIS M., ABATE P.F., BLANCK A., BAGLIETO M.F., MACCHI R.L. Solubility and Fluoride Release in Ionomers and Compomers. *Quintessence Int.*1999; 30: 193-197.
66. KAN K.C., MESSER L.B., MESSER H.B. Variability in Cytotoxicity and Fluoride Release of Resin Modified Glass Ionomer Cements. *J. Dent.Res.*1997; 76: 1502-1507.
67. CHUNG C.K., MILLETT D.T., CREANOR S.L., GILMOUR W.H., FOYE R.H. Fluoride Release and Cariostatic Ability of a Compomer and a Resin Modified Glass Ionomer Cement Used for Orthodontic Bonding. *J. Dent.*1998; 26: 533-538.
68. KELTIJENS H.M.A.M., CREUGERS T.J., HOF M.A., CREUGERS N.H.J. A 4-Year Clinical Study on Amalgam, Resin Composite and Resin Modified Glass Ionomer Cement Restorations in Overdenture Abutments. *J.Dent.*1999; 27: 551-555.
69. TANTBIROJIN D., DOUGLAS W.H., VERSLUIS A. Inhibitive Effect of a Resin- Modified Glass Ionomer Cement on Remote Enamel Artificial Caries. *Caries Res.*1997; 31: 275-280.
70. DIJKEN J.W.V., KALFAS S., LITRA V., OLIVEBY A. Fluoride and Mutans Streptococci Levels in Plaque On Aged Restorations of Resin Modified Glass Ionomer Cement, Compomer and Resin Composite. *Caries Res.*1996; 31: 379-383.
71. MUSA A., PEARSON G.J., GELBIER M. In Vitro Investigation of Fluoride Ion Release from Four Resin Modified Glass Polyalkenoate Cements. *Biomaterials.*1996; 17: 1019-1023. 72. FRIELD K-H., SCHMALZ G., HILLER K-A., SHAMS M. Resin Modified Glass Ionomer Cements: Fluoride Release and Influence on Streptococcus Mutans Growth. *Eur. J. Oral Sci.*1997; 105: 81-85.
73. PEREIRA P.N.R., INOKOSHI S., TAGAMI J. In Vitro Secondary Caries Inhibition Around Fluoride Releasing Materials. *J. Dent.*1998; 26: 505-510.
74. BADRAWL W.A., McCOMB D. Effect of Home-Use Fluoride Gels on Resin Modified Glass Ionomer Cements. *Oper. Dent.*1998; 23:2-9.
75. TATE W.H., POWERS J.M. Surface Roughness of Composites and Hybrid Ionomers. *Oper. Dent.*1996; 21: 53-58.
76. KANCHANAVASITA W., PEARSON G.J. Long Term Flexural Strength of Resin Modified Glass Ionomer Cements. *J. Dent. Res.*1996; 75:117.
77. FERRARI M., DAVIDSON C.J. Sealing Capacity of a Resin Modified Glass Ionomer and Resin Composite Placed in Vivo in Class 5 Restorations. *Oper. Dent.*1996; 21:69-72.
78. ELLEDGE D.A. Multifunctional Bases and Liners. *Esthet. Dent.*1998; 42: 739-741.
79. CREANOR S.L., AWAWDEH L.A., SAUNDERS W.P., FOYE R.H., GILMOUR W.H.: The Effect of a Resin Modified Glass Ionomer Restorative Material on Artificially Demineralised Dentine Caries in Vitro. *J. Dent.*1998; 26: 527-531.
80. TAM L.E., CHAN G.P.L., YIM D. In Vitro Caries Inhibition Effects by Conventional and Resin Modified Glass Ionomer Restorations. *Oper. Dent.*1997; 22: 4-14.

81. MEIERS J.C., MILLER G.A. Antibacterial Activity of Dentin Bonding Systems, Resin Modified Glass Ionomers, and Polyacid Modified Composite Resins. *Oper. Dent.*1996; 21: 257-264.
82. DUNNE S.M., GOOLNIK J.S., MILLAR B.J., SEDDON R.P. Caries Inhibition by a Resin Modified and a Conventional Glass Ionomer Cement. *in Vitro. J. Dent.*1996; 24: 90-94.
83. ALLEN E.P., STEPHEN C.B., BECKER I.B., DONOVAN T.E. Annual Review of Selected Dental Literature: Report of the Committee on Scientific Investigation of the American Academy of Restorative Dentistry. *J. Prosthet. Dent.* 2000; 82: 27-66.
84. PALMER G., PEARSON G.J. The Effect of Curing Resin Modified Glass Ionomer Cements. *J.Dent.*1998; 27: 303-311.
85. DONOVAN D.E., CHO G.C. Contemporary Evaluation of Dental Cements. *Compendium.*1999; 20: 197-219.
86. GERZINA T.M., HUME R.W. Diffusion of Monomers from Bonding Resin-Resin Composite Combinations Through Dentine *in vitro.* *J. Dent.*1996; 24: 125-128.
87. HAMID A., OKAMOTO A., IWAKU M., HUME R.W. Component Release from Light-Activated Glass Ionomer and Compomer Cements. *J.Oral Rehabil.*1998; 25: 94-99.
88. MAROUF N., SIDHU S.K. A Study on the Radiopacity of Different Shades of Resin Modified Glass Ionomer Restorative Materials. *Oper.Dent.* 1998; 23: 10-14.
89. SHAH P.M.M., SIDHU S.K., CHONG B.S. FORD T.R. Radiopacity of Resin Modified Glass Ionomer Liners and Bases. *J. Prosthet. Dent.*1997; 77: 239-242.
90. KIELBASSA A.M., WRBAS K.T., HELLWIG E. Initial Tensile Bond Strength of Resin Modified Glass Ionomers and Polyacid Modified Resins on Perfused Primary Dentin. *J. Dent Child.*1997; 2: 183-187.
91. THONEMANN B., FEDERLIN M., SCHIMALZ G., HILLER K.A. Resin Modified Glass Ionomers for Luting Posterior Ceramic Restorations, *Dent. Mater.*1995; 11: 161-168.
92. MITCHELL C.A., ORR J.F. Comparison of Conventional and Resin Modified Glass-Ionomer Luting Cements in the Retention of Post Crowns by Fatigue Loading. *J.Oral Rehabil.*1998; 25: 472-478.

Yazışma adresi:

Dr. Nilüfer Çelebi

Hacettepe Üniversitesi

Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu

Diş-Protez Bölümü

06100 Sıhhiye, Ankara

Tel: 305 15 87