

# Farklı Üç Restoratif Dolgu Materyalinin Su Emilimi ve Suda Çözünürlük Değerleri: İn Vitro Çalışma

WATER ABSORPTION AND WATER SOLUBILITY OF

THREE DIFFERENT RESTORATIVE FILLING MATERIALS IN VITRO STUDY

Birsen YILMAZ\*, Osman GÖKAY\*\*

\* Dr.Dt..Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Konservatif Diş Tedavisi BD, Araş.Gör.,

\*\* Doç.Dr.,Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Konservatif Diş Tedavisi BD, Öğr.Üy.. ANKARA

## Özet

**Amaç:** Bir cam ionomer siman restoratif tip (Logofil U), bir ışık ile polimerize olan kibrit kompozit rezin (Valux Plus) ve bir kompozit materyalinin (Dyract) su emilimi değerleri ve suda çözünme değerlerinin incelenmesi ve bu restoratif materyaller arasındaki farkın değerlendirilmesidir.

**Materyal ve Metod:** Her bir restoratif materyalden 7 adet olmak üzere 6 mm çapında ve 2mm yüksekliğindeki teflon kalıplar yardımı ile 21 adet deney grubu örnekleri oluşturuldu. Örnekler desikatör içerisine yerleştirilerek 22 saat  $37 \pm 1$  °C'de, daha sonra 2 saat  $23 \pm 1$  °C'de bekletildiler, süre sonunda her örneğin ağırlığı hassas terazi ile ölçüldü. Aynı örnekler daha sonra distile suda  $37 \pm 1$  °C'de 1 gün bekletildikten sonra kurutma kağıdı ile nemleri alınarak tartıldı, tekrar 6 gün distile suda bekletilerek sudan çıkarıldı, nemleri alınarak tekrar tartıldılar. Örnekler daha sonra tekrar 24 saat desikatörde bekletildikten sonra tartıldılar. Su emilimi ve suda çözünürlük değerleri ADA spe. No 27'ye göre hesaplandı.

Sonuçlar istatistiksel olarak Varyans analizi ve Duncan testi ile değerlendirildi.

**Bulgular:** En fazla su emilimi ve suda çözünme değerleri cam ionomer simanda bulundu. Kompozit rezin ve kompozit materyalinin su emilimi ve suda çözünme değerleri arasında ise istatistiksel olarak fark gözlenmedi ( $p > 0.05$ ).

**Sonuç:** Su emilimi ve suda çözünme restoratif materyallerin fiziksel ve mekanik güçlerini etkiler. Cam ionomer simanda su emilimi ve suda çözünme değerleri kompozit rezin ve kompozit materyalinden daha fazla olarak saptandı.

**Anahtar Kelimeler:** Cam ionomer siman, Kompozit rezin, Kompozit, Su emilimi, Suda çözünme

T Klin Diş Hek Bil 1999, 5:60-65

Geliş Tarihi: 15.08.1996

Yazışma Adresi: Dr.Dt.Birsen YILMAZ  
Ankara Üniversitesi  
Diş Hekimliği Fakültesi  
Diş Hastalıkları ve Tedavisi AD  
Konservatif Diş Tedavisi BD  
06500 Beşevler, ANKARA

## Summary

**Purpose:** Investigation of water absorption and water solubility of a glass ionomer cement (Logofil U), a hybrid composite resin (Valux Plus) and a compomer material (Dyract), and comparison of these results with each other.

**Materials and Methods:** Study group samples were prepared in 21 disc shaped with dimension of six mm diameter and two mm height teflon molds as 7 samples in each group. These samples were stored in a desiccator for 24 hours at  $37 \pm 1$  °C, and the weight of each sample is measured by sensitive calculator. Then the same samples were weighed after absorption of wetness by tissue after stored in an incubator which contains distilled water at  $37 \pm 1$  °C for one day and then six day. Samples were stored in a desiccator at  $37 \pm 1$  °C for 24 hours and weighed again. Values of water absorption and water solubility were calculated according to ADA specification number 27. Results were evaluated statistically by Analysis of Variance and Duncan Test.

**Results:** While the most water absorption and water solubility was seen in glass ionomer cement group, composite resin and compomer groups showed less and statistically insignificant differences values ( $p > 0.05$ ).

**Conclusion:** Physically and mechanical strengths of restorative materials is affected than their water absorption and water solubility properties.

In our study result was revealed that conventional glass ionomer cement has higher water solubility and water absorption values than composite resin and compomer material which used in this study.

**Key Words:** Glass ionomer cement, Composite resin, Compomer, Water absorption and water solubility

T Klin J Dental Sci 1999, 5:60-65

Restoratif tedavide başarı, uygulama teknikleri yanında kullanılan materyallerin fizikokimyasal nitelikleri ile yakından ilgilidir. Dolgu materyallerinin basıncı-çekme dirençleri, sertlik, aşınma direnci, su emilimi ve suda çözünme gibi mekanik ve fizik özellikleri son derece önemlidir (1,2).

**Tablo 1.** Çalışmada kullanılan materyaller

Grup	Materyal	İçerik
I	Restoratif cam ionomer siman (Logofil-U, PD Dental Altenwalde, GERMANY)	toz: Na, Ca, Al, P, E, silikat.PAA likit: poliakrilik asit
II	Işık ile sertleşen hibrit <a href="http://kompoz.it">kompoz.it</a> (Valux Plus. 3M Dental Products, St Paul. USA)	BISGMA, TEGDMA %71 Zirkonia/silika (3.5-O.Olu.m)
III	Kompomer (Dyract, Dentsply Milford, USA)	Radyopak fluoro-sillkat cam, kristalize F Asidik polimerize edilebilen monomer

Kompozit rezinler uzun yıllardan beri anterior dişlerin rutin dolgu materyali olarak kullanılmaktadır, günümüzde posterior bölgede de endike olduğu durumlarda kullanılması artan bir eğilimle önerilmektedir (3).

Restoratif materyallerin fiziksel özellikleri ve yapıları oral çevredeki kimyasal ve mekanik etkilerden etkilenmektedir (4), ve genellikle ağız sıvılarında çözünürlük ve emilim gibi özellikler göstermektedirler (5-7).

Su emilimi aşınmaya olan direnci ve mekanik özellikleri azaltarak kompozit rezinleri etkilemektedir. Su emilimi yüzey bölgesindeki her bir parçanın kazandığı ağırlıkça artış değeri ( $\text{mg/cm}^3$ ) veya ağırlık yüzdesi (%) olarak açıklanmaktadır (8,9).

Kompozit rezinlerde polimer matriks yolu ile emilen su, doldurucu ile matriksin ayrılmasına ve doldurucuların hidrolitik yıkımına sebep olmaktadır (6). Su emilimi rezin matrikste ortaya çıkmasına rağmen kullanılan kompozit örneklerindeki rezin miktarı, su emilimini ifade eden bu metodlarda genellikle dikkate alınmamaktadır (5).

Suda çözünürlük ise rezinlerin ağız sıvıları karşısındaki ayrışma özelliği olarak tanımlanmaktadır (2,10).

Yapılarından dolayı hava kabarcığı içeren kompozitlerdeki hava boşlukları polimerize olmamış materyallerle etkileşerek inhibisyon bölgelerinin oluşumuna yol açmakta ve materyalin suda çözünürlüğünü arttırmaktadır (3).

Restoratif amaçla kullanılan cam ionomer simanların suda çözünme ve suda emilim değerleri de araştırmalarda değerlendirilmiştir (10,11).

Son yıllarda üretilen ve kompozit rezinlerle cam ionomer simanların olumlu özelliklerinin birleştirilmesi amaçlanan yeni dolgu materyalleri cam

ionomer siman ve rezin elemanlarını içermektedir (12,13).

Literatürlerde çok çeşitli isimlerle anılan bu materyallerin su emilimleri ve çözünmeleri ile ilgili çalışmalar oldukça sınırlıdır.

Bu nedenle çalışmamızda bir kompozit rezin, bir cam ionomer siman ve bir kompomer materyalinin su emilimi ve suda çözünme değerlerini karşılaştırmayı amaçladık.

### Materyal ve Metod

Su emilimi ve suda çözünürlük özelliklerini incelediğimiz materyaller Tablo 1 'de görülmektedir.

Restoratif materyallere ait deney örneklerinin hazırlanmasında 6 mm çapında ve 2 mm yüksekliğindeki teflon kalıp kullanıldı. Cam ionomer siman imalatçı önerisine göre toz ve likit karıştırıldıktan sonra kalıba yerleştirildi, üzerine sellüloid band uygulanarak parmak baskısı altında sertleşmesi sağlandı. Kompozit ve kompomer materyalleri ise tek patlı sistemler olması nedeniyle direkt olarak kalıba yerleştirildiler, sellüloid band karşısında bir ışık cihazı\* ile 40 sn ışık uygulanarak polimerize edildiler ve daha sonra teflon kalıptan çıkarıldılar. Cam ionomer siman örnekleri ise kalıptan 20 dakika sonra çıkarıldılar. Bu şekilde her bir restoratif materyale ait 7'şer adet olmak üzere 21 adet disk şeklinde örnek elde edildi.

Herbir örneğin üzerindeki fazlalıklar alınarak Soflex\*\* diskler ile yüzey bitirme işlemleri uygulandı. Daha sonra her örnek ayrı ayrı anhidroz kalsiyum klorür bulunan desikatör içerisine konuldu ve  $37 \pm 1^\circ\text{C}$ 'de 22 saat süreyle daha sonra ise  $23 \pm 1^\circ\text{C}$ 'de 2 saat süreyle bekletildi, ve her örneğin

\* Translux EC: Kulzer, GERMANY

\*\*Soflex:3M Dental Products USA

ağırlığı hassas elektrikli terazi (Bosch, Jungingen, Hohenzollern, GERMANY) ile ölçüldü, değerler kaydedildi.

Örnekler ölçüm sonrasında etüv içerisinde distile suda  $37 \pm 1^\circ\text{C}$ 'de 24 saat bekletildikten sonra sudan çıkarıldılar, kurutma kağıdı ile yüzeylerindeki fazla nem alınarak tartıldılar. Tekrar distile su içerisine konularak  $37 \pm 1^\circ\text{C}$ 'de 6 gün daha etüvde bekletildiler. Süre sonunda sudan çıkarıldılar, kurutma kağıdı ile yüzeylerindeki nem alınarak tartıldılar, örnekler daha sonra 24 saat desikatöre yerleştirildiler, desikatörden çıkarıldıktan sonra tekrar tartıldılar.

Su emilimi ve suda çözünürlük değerleri için aşağıdaki formül kullanıldı (14).

$$SE = \frac{B-A}{D}$$

SE= Su emilimi

B= Desikatöre konulduktan sonra örneğin ağırlığı

A= Distile suda bekletilmiş örneğin ağırlığı

D= Örneğin yüzey alanı

$$SÇ = \frac{A-C}{D}$$

SÇ= Suda çözünürlük

A= Su emiliminden önce desikatöre konulan örneğin ağırlığı

C= Su emiliminden sonra desikatöre konulan örneğin ağırlığı

D= Örneğin yüzey alanı

Deney basamakları arasında alınan tartım değerleri istatistiksel olarak tek yönlü varyans analizi ve Duncan testi ile değerlendirildi.

## Bulgular

Çalışmada kullandığımız restoratif materyallerin 1 gün ve 1 hafta sonunda göstermiş oldukları su emilim ve 1 hafta sonundaki suda çözünme değer ortalamaları Tablo 2'de görülmektedir ( $\text{mg}/\text{cm}^2$ ).

Restoratif materyallerin kendi içerisinde değerlendirme sonuçlarına göre hepsinde 1. ve 7. gündeki su emilim değerlerinin istatistiki olarak farklı olmadığı ( $p>0.05$ ), 1 hafta sonundaki suda çözünme değerlerinin ise 1. gün ve 1 hafta sonundaki su emilim değerlerinden farklı olduğu saptandı ( $p<0.05$ ).

Restoratif materyallerin birbirleri ile karşılaştırılmasında ise cam iyonmer simanın 1. gün ve 7. gün su emilimi ve 7. gün sonundaki suda çözünme değerlerinin kompozit rezili ve kompomer materyalinden istatistiki olarak farklı olduğu ( $p<0.05$ ), kompozit rezin ve kompomer materyalinin 1. gün, 7. gün su emilimleri ve 7. gün sonundaki suda çözünme değerleri arasında ise istatistiki olarak fark olmadığı ( $p>0.05$ ) gözlemlendi.

## Tartışma

Su emilimi boyutsal değişikliklere yol açarak boyanma ve marjin konturlarında kırılmalara yol açar. Hem su emilimi, hem de suda çözünme marginal bütünlüğün kaybına, yüzey porözitelere ve estetiğin bozulmasına, sonuçta ise restorasyonun başarısızlığına neden olur (15).

Yapılan çalışmalarda kompozit rezinlerdeki doldurucu miktarının ve partikül boyutlarının materyalin birçok fiziksel ve mekanik özelliğini etkilediği görülmüştür (1-3,6,9,16).

Kompozit rezinlerdeki doldurucu içeriğinde azalma ve rezin içeriğindeki artış daha fazla su emilimine neden olmaktadır (1-3,16,17).

Oysaed ve Ruyter (3) 1986 yılında yaptıkları çalışmalarında görünür ışık ile sertleşen 8 posterior kompozit materyalinin su emilim ve çözünürlük özelliklerini incelemişler ve doldurucu içeriği arttıkça su emilimi ve çözünürlüğün azaldığını, doldurucu yüzey alanının geniş olması ve materyalde hava boşluklarının bulunmasının ise su emilimi olayını arttırdığını bildirmişlerdir.

**Tablo 2.** Restoratif materyallerin su emilim ve suda çözünme değerleri ortalamaları ( $\text{mg}/\text{cm}^2$ ).

Restoratif materyal	I	II	III
	1 gün sonunda su emilimi $\bar{x} \pm SD$	7gün sonunda su emilimi $\bar{x} \pm SD$	7 gün sonunda suda çözünme $\bar{x} \pm SD$
Cam iyonmer siman	$0.1398 \pm 0.0310$	$0.1441 \pm 0.0330$	$-0.0268 \pm 0.0103$
Kompozit rezin	$0.0302 \pm 0.0061$	$0.0442 \pm 0.0098$	$-0.0190 \pm 0.0046$
Kompomer	$0.0452 \pm 0.0110$	$0.0622 \pm 0.0108$	$+0.0013 \pm 0.0009$

Materyal içerisinde hava boşlukları daha çok materyalin hazırlanması ve kaviteye adaptasyonu esnasında meydana gelmektedir. Çalışmada kullandığımız materyallerden sadece cam ionomer siman toz ve likit şeklinde olup, karıştırılması ve tüm materyallerin kalıplara yerleştirilmesi esnasında hava boşlukları olmamasına özen gösterildi.

Araştırmamızda doldurucu içeriği yüksek olan bir hibrid kompozit rezin kullanıldı ve bu grupta diğer gruplara nazaran daha az su emilim ve çözünme değerleri saptandı.

Svartz ve ark (9) ile Fan ve ark (16) kompozit rezinlerde suda bekletme süresinin uzaması ile daha yüksek oranda su emilimi gözlemişlerdir.

Çalışmamızda da bekletme süresi 7 güne çıkarıldığında tüm gruplarda daha fazla su emilim değerleri elde edildi. Ancak 2 zaman zarfında da kompozit rezin grubunda ve Dyract grubunda konvansiyonel Cam ionomer grubundan daha fazla su emilim değerleri elde edildi.

Rezin örnekler suda bekletildiklerinde reaksiyona girmeyen monomerler çözünerek uzaklaşmaktadırlar, bu durum ağırlık kaybı ile sonuçlanmakta ve çözünürlük ya da ayrışma olarak ölçülebilmektedir (16).

Mısra ve Bovven (18) çalışmalarının sonuçlarında kompozit rezinlerdeki başlangıç maksimum su emiliminin rezin özelliği ve hava boşlukları nedeni ile olduğunu, takip eden su emilimi hızındaki düşmenin ise polimerize olmamış rezinin ayrışmasından dolayı olduğunu bildirmişlerdir.

Araştırma gruplarımızda da materyallerin su emilim oranları başlangıçta hızlı daha sonraki sürede ise daha yavaş olarak devam etmiştir.

Konvansiyonel cam ionomer simanların sertleştikten sonra bünyesinde yaklaşık olarak %24 oranında su taşıdığı bildirilmiştir (19).

Çalışmamızda bu gruptaki örnekler karıştırma işleminden =20 dakika sonra kalıptan çıkarılarak desikatöre konuldular.

Um ve Qilo (10) cam ionomer simanları karıştırma işleminden 3,5,7 ve 10 dakika sonra suda bekletme ile madde kaybı ve örnek yüzeylerine olan etkilerini değerlendirdikleri çalışmalarında, karıştırma işleminden sonra erken suyla temasın su emilimi ve çözünürlük değerlerini arttırdığını, bekletme süresinin uzaması ile emilim ve çözünür-

lüğün azaldığını bildirmişlerdir. Araştırmacılar ışık ile sertleşen bir cam ionomer simanın ise çalışmalarında en düşük su emilimi ve çözünme değerlerini verdiğini rapor etmişlerdir.

Yapılan bir başka çalışmada ise cam ionomer simanların su emilimi derecesi ile mekanik güç arasında negatif korelasyon olduğu, suda bekletme süresi ile su emilimi değerlerinin arttığı bildirilmiştir (11).

Konvansiyonel cam ionomer sunanlar karıştırma işleminden sonra asit-baz reaksiyonu ile sertleşirler ve dayanıklılığı arttıran alüminyum tuzları oluştururlar.

Rezin modifiye cam ionomer simanlar ise genellikle dual sertleşme reaksiyonuna sahiptir, önce serbest radikaller ile fotokimyasal polimerizasyon başlar ve bunu normal asit-baz reaksiyonu takip eder. Bu olay su ile su+HEMA'nın karışımının yer değiştirmesi ile gerçekleşir. Böylece sertleşme reaksiyonu tamamlanmış bir rezin modifiye cam ionomer siman yüksek oranda hidrofilik gruplar içerir (20). Yüksek oranda rezin içeriği (HEMA) ise daha fazla oranda su emilimine neden olabilir. Su emilimi miktarının materyalin rezin içeriği hakkında bir gösterge olabileceği bildirilmiştir (21).

Ancak Mathis ve Ferracane (22) oluşan rezin ağırlığının materyal içerisine suyun difüzyonunu azalttığını öne sürmüşlerdir.

Dyract materyalinin daha farklı bir sertleşme reaksiyonuna sahip olduğu ve ışık aktivasyonu ile polimerizasyonun başladığı, materyalin özelliği dolayısı ile asit-baz tipinde bir reaksiyonun olmadığı bildirilmiştir (23).

Rezin örnekler suda bekletildiklerinde reaksiyona girmeyen monomerler çözünerek uzaklaşmaktadırlar, bu durum ağırlık kaybı ile sonuçlanmakta ve çözünürlük ya da ayrışma olarak ölçülebilmektedir (16).

Yap ve Lee (21) ise çalışmalarında kullandıkları değişik markalardaki rezin modifiye polyalkeonat simanların su emilimi ve suda çözünme değerlerinin ürünün formasyonuna bağlı olduğunu bildirmişlerdir. Çalışmalarında tüm rezin modifiye polyalkeonat simanların kontrol grubu olarak değerlendirilen kompozit rezinden daha fazla su emilim değerleri verdiğini gözlemişlerdir.

Araştırmacılar göre yapıdaki HEMA, BisGMA ya da UDMA su emilimi değerlerindeki farklılıkta önemli rol oynamaktadır. Suda çözünme değerlerinin ise materyallerdeki rezili dönüşüm derecesi ile alakalı olabileceğini bazı materyallerde suda çözünme değerlerinin pozitif olmasını ise çözünme dolayısı ile oluşan madde kaybının su emilimi ile kompanse edilmesi şeklinde açıklamışlardır.

Çalışma sonuçlarımızda da Dyract kompozit rezine oranla daha fazla su emilimi değerleri göstermiştir ve yine suda çözünme değerleri ise pozitif olarak bulunmuş yani bünyesine aldığı suyu kaybetmediği görülmüştür.

Dırpais ve ark (24) iki rezin modifiye cam ionomer siman ve bir kompomerin su emilimi özelliklerini inceledikleri çalışmalarında Dyract'm diğer iki rezin modifiye cam ionomer simandan daha az su emilimi gösterdiğini bildirmişlerdir.

Çalışmamızda Dyract konvansiyonel cam ionomer siman grubuna oranla daha az su emilimi ve suda çözünürlük değerleri verdi. Bu sonuç Mathis ve Ferracane'nin ileri sürdüğü gibi oluşan rezin ağının suyun difüzyonunu ve çözünürlüğünü azaltacağı fikri ile açıklanabilir (22). Çünkü cam ionomer simanlar hidrofilik materyallerdir, dehidratasyon veya su emilimi oluşabilir. Su içerisinde materyallerin emilim ve çözünme değerleri aynı anda meydana gelir. Genel olarak cam ionomer simanların su emilim ve çözünme değerleri kompozit rezinlerden de daha fazladır.

Ivvami ve arkadaşları da (25) çeşitli ışık ile sertleşen restoratif materyallerin su içerisinde bırakılmasını takiben gösterdikleri ağırlık kayıplarını değerlendirmişler ve ışık ile sertleşen cam ionomer simanların emilim değerlerinin poliasit modifiye kompozit rezinden daha fazla olduğunu bildirmişlerdir. En az etkilenmeyi ise kompozit rezinde bulduklarını rapor etmişlerdir.

İşık ile sertleşen cam ionomer simanların mekanik özelliklerine suyun etkisinin değerlendirildiği bir başka çalışmada ise materyalin suda bekletme süresinin artması ile (24 saatten 3 aya) suda çözünme değerleri ve mekanik özelliklerin belirli bir zaman sonra fazla etkilenmediği bildirilmiştir (26).

Çalışma sonuçlarımız çalışmada kullandığımız tüm materyallerin su emilimi özelliği gösterdiğini

ortaya koymaktadır, intraoral çevrede bu özellikler polimerizasyon büzülmesi ile oluşan streslere karşı kısmen bir koruma sağlasa da materyalin ömrünü etkileyebilecek mekanik ve fiziksel özellik değişimine yol açabilir.

Suda çözünürlük değerlerinin ise in vitro test şartlarında diğer mekanik ve kimyasal etkiler dolayısı ile daha yüksek boyutlara ulaşabileceği kanısındayız.

## KAYNAKLAR

1. Craig RG, Peyton FA: Restorative Dental Materials. 5 th ed. St. Louis: The CV Mosby Co. 1975
2. Craig RG, O'Brein WI, Powers JM: Dental Materials, Properties and manipulation. 5 th ed. St Louis:The CV Mosby Co, 1975
3. Oysaed H, Ruyter IE: Water sorption and filler characteristics of composites for use in posterior teeth. J Dent Res 65:1315. 1986
4. Wu W, Me Kinney JE: Influence of chemicals on wear of dental composites. J Dent Res 61:1180, 1982
5. Braden M, Causton EE, Clarke RL: Diffusion of water in composite filling materials. J Dent Res 55:730. 1976
6. Söderholm KJ, Zigan M, Ragan M, Fischlschweiger W, Bergman M: Hydrolytic degradation of dental composites. J Dent Res 63:1248. 1984
7. Söderholm KJ: Degradation of glass filler in experimental composites. J Dent Res 60: 1867, 1981
8. Farah JM, Dougherty EW: Unfilled, filled and microfilled composite resins. Oper Dent 6:95, 1981
9. Swartz ML, Moore BK, Phillips RW, Rhodes BF: Direct restorative resins-A comparative study J Prosthet Deni 47:163, 1982
10. Um MC, Qilo G: The effect of early water contact on glass-ionomer cements. Quint Int 23:209. 1992
11. Grimaudo NJ, Shen C: Effect of hydration on the strength of glass-ionomer cement. J Dent Res 70: 479, 1991 (Abstr. No: 1705)
12. Wilson AD: Resin modified glass-ionomer cements. Int J Prosthodont 3:425, 1990.
13. Friedl KH, Powers JM, Fiiller KA: Inllunce of different factors on bond strength of hybrid ionomers. Oper Dent 20:74, 1995
14. American Dental Association Spesification No: 27 for Direct Filling Resins. JADA 94:1191, 1977
15. Braden M: Recent advanced in dental materials. Dental Update 1-369, 1977
16. Fan PL, Edahl A, Leung RL, Stanford JW: Alternative interpretations of water sorption values of composite resins. J Dent Res 64:78, 1985
17. Jedynaktewicz NM, Martin N, Fletcher JM: A clinical evaluation of a new ionic composite and a adhesive. J Dent Res 73:854,1994 (Abstr. No:540)

18. Mısra DN, Bowen RL: Sorption of water by filled resin composites. J. Dent. Res., 56:603, 1977
19. Wilson AP, Me Lean JW: Glass ionomer cement. Quint Pub Co. Chicago, 1988
20. Anstice HM, Nicholson JW: Studies on the structure of light cured glass ionomer cement. J Mat Science 3: 447, 1992
21. Yap A, Lee CM: Water sorption and solubility of resin modified polyalkonate cements. J Oral Rehabil 24:310, 1997
22. Mathis RS, Ferracane JL: Properties of glass ionomer/resin composite hybrid material. Dent. Mater 5:355, 1989
23. Abate PF, Polack MA, Macchi RL; Barcoll hardness of resin modified glass ionomer cements and a compomer. Quint Int 28:345, 1997
24. Dupuis V, Moya F, Cattani MA, Meyer JM: Comparision of water uptake on two resin modified glass ionomer cement and compomer. J Dent Res 76 (5): 1977 (Abstr.No:540)
25. Iwami Y, Yamamoto H, Sato W, Kawai K, Torn M, Ebusi S: Weight change of various light-cured restorative materials after water immersion. Oper Dent 23:132. 1998
26. Dupuis V, Cattani MA, Meyer JM: Effect of water on mechanical properties of photocurable glass-ionomer cements. J Dent Res 74: 913, 1995 (Abstr. No: 16)