

*SELF ADHEZİV AKIŞKAN KOMPOZİTLERİN SU EMİLİMİNİN VE SUDA ÇÖZÜNÜRLÜĞÜNÜN DEĞERLENDİRİLMESİ

THE EVALUATION OF WATER SORPTION AND SOLUBILITY OF SELF ADHERING FLOWABLE COMPOSITE RESINS

^{1**}Ela ÖNER, ²Murat Selim BOTSALI, ³Ebru KÜÇÜKYILMAZ, ²Firdevs KAHVECİOĞLU

¹Arş. Gör. Dt. Selçuk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Pedodonti Anabilim Dalı, KONYA.

²Yrd. Doç. Dr. Selçuk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Pedodonti Anabilim Dalı, KONYA.

³Yrd. Doç. Dr. Katip Çelebi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Pedodonti Anabilim Dalı, İZMİR.

Özet

Çalışmanın amacı iki farklı self adheziv akışkan kompozit resinin su emiliminin ve suda çözünürlüğünün karşılaştırılmasıdır.

Çalışmada farklı içeriklere sahip iki adet self adheziv akışkan kompozit resin materyal kullanıldı: i. Vertise Flow (VF) (Kerr, Orange, CA, USA) ii. Fusio Liquid Dentin (FLD) (Pentron Clinical, Orange, CA, USA). Her bir materyalden (6 mm çapında ve 2 mm derinliğinde) 20'şer adet disk şeklinde örnek üretici firmaların talimatları doğrultusunda LED ışık kaynağı (Valo, Ultradent) kullanılarak hazırlandı. Örnekler 37°C'de 24 saat desikatörde bekletildi ve hassas terazi ile ağırlıkları ölçüldü (M1). Bunu takiben örnekler distile su içerisine yerleştirilip 37°C'de 24 saat süre ile ikinci kez etüvde bekletildi. Daha sonra örnekler kurutma kağıdı ile kurutulup ağırlıkları tekrar ölçüldü (M2). Son olarak örnekler sabit kütle ağırlıklarını elde edebilmek için tekrar 37°C'de 24 saat süre ile desikatörde bekletildi. Aynı süreç, örnekler suda 7 gün bekletildikten sonra tekrarlandı. Sonuçlar Independent Sample t-Test ile değerlendirildi ($\alpha=0.05$).

Vertise Flow' un ortalama su emilimi ve çözünürlük değerleri Fusio Liquid Dentin' den daha yüksek olmasına rağmen test edilen materyaller arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark görülmedi ($p > 0.05$).

Bu çalışmanın sınırlamaları dahilinde su emilimi ve çözünürlük açısından Vertise Flow ve Fusio Liquid Dentin materyalleri arasında anlamlı fark tespit edilmemiştir.

Anahtar Kelimeler: Su emilimi, çözünürlük, self adheziv, akışkan kompozit.

Abstract

The aim of this study was to compare the water sorption and solubility of two different self adhering flowable composite resin materials.

Methods: ii. Fusio Liquid Dentin (FLD) (Pentron Clinical, Orange, CA, USA). Twenty disc specimens (6 mm in diameter and 2 mm in depth) were prepared of each material, following the manufacturer's instructions using an LED light-curing unit at 1200 mW/cm² (Valo, Ultradent). The samples were stored in a desiccator for 24 hours at 37°C and then the weight of each sample was measured by sensitive balance (M1). Following the procedure these specimens were placed in distilled water in an incubator for 24 hours at 37°C. Then the samples were dried with blotting paper. The dry samples were weighed again (M2). As finally, the samples were stored in a desiccator 24 hours at 37°C and weighed (M3). The same process was applied to the samples which had been stored in water for 7 days. Results were analyzed using the Independent Sample t-Test ($\alpha=0.05$).

Although Vertise Flow water sorption and solubility mean values was higher than Fusio Liquid Dentin, there was no statistically significant difference determined between the tested materials ($p > 0.05$).

Within the limitations of this study no differences were found between Vertise Flow and Fusio Liquid Dentin materials with regards to water sorption and solubility.

Key words: Water sorption, solubility, self adhering, flowable composite.

Giriş

Tüm restoratif materyallerin fiziksel, kimyasal ve mekanik özelliklerini etkileyen su

emilimi, tamamen kontrol altına alınamayan ve restoratif materyallerin klinik başarısını etkileyen faktörlerden biridir (1). Materyalin su emmesi sonucu kimyasal yapısında bozulmaların meydana gelebileceği bildirilmiştir. Materyalin kimyasal yapısının bozulması, mekanik özelliklerinin zayıflamasına, yüzey pürüzlülüğünün artmasına ve yüzeysel bozulmaya bağlı olarak renk değişikliklerine neden olabilmektedir (2).

Resin materyallerin su içerisinde bekletildiğinde reaksiyona girmeyen monomer

*8th International Congress of Mediterranean Societies of Pediatric Dentistry, Kasım, İSTANBUL'da poster olarak sunulmuştur.

**İletişim Adresi

Dr. Ela ÖNER
Selçuk Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi,
Pedodonti Anabilim Dalı, Konya.

Tel: + 90 332 2515280

E-mail: elaoner89@gmail.com

veya doldurucu gibi bazı bileşenleri çözünmemekte ve kütle kaybı ile sonuçlanan bu durum çözünürlük olarak adlandırılmaktadır (3). Bu komponentlerin kaybı başlangıç boyutlarında değişikliklere neden olabilmekte (4), aynı zamanda materyalin uzun dönem klinik performansını (5), restorasyonun estetik özelliklerini (6) ve materyalin biyouyumluluğunu (7) etkilemektedir. Bu nedenle son yıllarda ağız ortamında bozulmadan kalan materyallerin geliştirilmesi yönünde çalışmalar yapılmaya başlanmıştır.

Akışkan kompozit resinler, geleneksel kompozit resinlere göre daha düşük doldurucu içerirler, elastisite modülleri daha düşüktür ve hibrit kompozitlerin altına kaide olarak kullanıldığında stres absorbe etme görevi görmektedirler (8). Adheziv diş hekimliğindeki en son yeniliklerden biri de akışkan kompozit materyal içerisine tek aşamalı self etch adheziv resin ilave edilmesiyle oluşan ve kaviteye direk uygulanan self adheziv akışkan kompozitlerin geliştirilmesidir. İlave adheziv uygulama ihtiyacını ortadan kaldıran yeni self adheziv akışkan kompozit resin materyalleri hem tedavi süresini kısaltması (özellikle uyum sorunu yaşayan hastalarda) hem de bonding uygulama aşamasından kaynaklanan hataların en aza indirgenmesi açısından önemlidir (9). Self adheziv akışkan kompozitleri küçük sınıf I ve sınıf V kaviteelerde, çürüksüz servikal lezyonlarda, pit fissür örtücü olarak, porselen tamirinde ve sınıf I ve sınıf II restorasyonlarda kaide (astar) materyali olarak kullanımı önerilmektedir (10). Self adheziv akışkan kompozitler piyasaya girdiğinden beri fiziksel özellikleri ile ilgili bağlanma dayanımı, mikrosızıntı gibi çeşitli özelliklerini değerlendiren çalışmalar yapılmıştır (11-17). Ancak şimdiye kadar bu iki materyalin su emilimi ve suda çözünürlüğünü karşılaştıran literatürde herhangi bir çalışmaya rastlanmadı.

Bu çalışmanın amacı, son yıllarda klinik uygulamalarda kullanılan, uygulama süresinin kısalmasından dolayı önem kazanan iki farklı self adheziv akışkan kompozit resinin su emilimi ve suda çözünürlük değerlerinin 24 saat ve 7 gün sonunda incelenmesidir. Sıfır hipotezimiz, bu iki self adheziv akışkan kompozit resinin su emilimi ve suda çözünürlük açısından anlamlı fark göstermemesidir.

Gereç ve Yöntem

Çalışmadan önce power analizi G*Power (version 3.0.10; Franz Faul, Christian-Albrechts-University at, Kiel, Germany) yapılarak toplamda 40 örnek (n=20) % 84 güven aralığında hesaplandı.

Bu çalışmada iki farklı self adheziv akışkan kompozit resin (Vertise Flow Dental Restorative Materials, Kerr Corporation, Orange, CA, USA ve Fusio Liquid Dentin, Pentron Clinical Technologies, Wallingford, CT, USA) kullanıldı. Materyallere ait bilgiler Tablo 1'de verilmektedir.

| Materyal | Ürün kodu/reng tonu | Üretici firma | Organik matris | Doldurucular | Doldurucu oranı (%) |
|---------------------|---------------------|-----------------------------------|---|---|---------------------|
| Vertise Flow | 4732415/A2 | Kerr, Orange, CA, USA | GPDM, Bis-GMA, HEMA, metakrilat komonomerleri | Prepolimerize doldurucular, 1 µm baryum glas, nanoboyutlu koloidal silika, nanoboyutlu ytterbium florid | 70 |
| Fusio Liquid Dentin | 4447169/A3 | Pentron Clinical, Orange, CA, USA | UDMA, TEGDMA, HEMA, 4-MET | Nanoboyutlu amorföz silika, Silan kaplı baryum glas, | 65 |

(GPDM: gliserol fosfat dimetakrilat, Bis-GMA: bisfenol-A-dimetakrilat, HEMA: hidroksietilmetakrilat, TEGDMA: trietilen glikol dimetakrilat, UDMA: ürethan dimetakrilat, 4-MET: methacryloxyethyltrimetellitic asit)

Tablo 1. Kullanılan materyallerin özellikleri

Her bir materyalden üretici firmaların talimatları doğrultusunda 6 mm çapında 2 mm derinliğinde teflon kalıplar kullanılarak 20'şer örnek hazırlandı. Örnekler 5 mm kalınlığında siman camı ve selüloz asetat strip bant (DML Nr:3820,100 Universal strips) üzerine yerleştirilen kalıpların içerisine doldurulduktan sonra üzerlerine ikinci bir strip bant ve siman camı yerleştirilerek 500 gramlık kuvvet uygulandı. Işıkla sertleşen materyaller ışık cihazının ucu cama temas ettirilerek üreticilerin önerdiği sürelerde LED ışık cihazı (Valo, Ultradent) ile 20 sn ışık uygulanarak polimerize edildi. Polimerizasyon sonrası kalıplardan uzaklaştırılan örneklerin fazlalıkları temizlendi ve örnekler içerdikleri suyun buharlaşarak uzaklaştırılması için 37°C'de içerisinde silika jel (Silicagel with Moisture Indicator Blue Gel Desiccant) bulunan desikatör içinde 24 saat bekletildi. 24 saatin sonunda elektronik ölçüm yapan hassas terazide (Shimadzu AY220) sabit kütle ağırlıkları mg cinsinden ölçüldü. Elde edilen değerler M1 değeri olarak kaydedildi. Daha sonra örnekler 37°C'de 24 saat boyunca her biri ayrı şişelerde 10 ml distile su içerisine

yerleştirilip etüv (Nüve EN – 120, Ankara, Türkiye) içerisinde bekletildi. Ardından örnekler sudan çıkarılıp kurutma kâğıdı ile nemleri alındıktan sonra ağırlıkları tekrar ölçülerek M2 değeri olarak kaydedildi. Ölçme işleminin ardından örnekler sabit kütle ağırlıklarını tekrar kazanmaları için 37°C'de 24 saat desikatörde bekletildi ve ağırlıkları ölçülerek M3 değeri olarak kaydedildi. Aynı işlemler 7. günün sonunda tekrarlandı. Örneklerin hacimleri, yüzey alanları ve kalınlıkları hesaplanarak mm³ cinsinden bulundu. Materyallerin su emilimi ve suda çözünme miktarları aşağıdaki formüller kullanılarak mg/mm³olarak hesaplandı.

$$\text{Su emilimi} = \frac{M2a-M3}{V} - \frac{M2b-M3}{V} \frac{\text{mg}}{\text{mm}^3}$$

$$\text{Çözünürlük} = \frac{M1-M3}{V} \frac{\text{mg}}{\text{mm}^3}$$

M1: Örneklerin ilk kurutulmalarından sonraki ağırlıkları (suda bekletilmeden önce) (mg olarak)

M2: Örneklerin kurutulmalarını takiben suda 24 saat (M2a) ve 7 gün (M2b) bekletildikten sonraki ağırlıkları

M3: Örneklerin ikinci kez kurutulmalarından sonraki ağırlıkları (mg olarak)

Örnek hacmi: Yüzey alanları ve kalınlıklarına göre hacimleri (mm³ olarak)

Bulgular

Çalışmanın sonucunda materyallerden elde edilen su emilimi değerleri Tablo 2'de çözünürlük değerleri Tablo 3'de gösterilmektedir. 24 saat ve 7 gün suda bekletilen örnekler arasında su emilimi ve çözünürlük açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamasına rağmen (p>0,05) ortalama değerler açısından özellikle su emiliminde VF'un değerleri daha yüksek bulunmuştur.

| Materyal | N | Ort. değ±SS (mg/mm ³) | | Anlamlılık (p<0,05) |
|---------------------|----|-----------------------------------|-----------|------------------------|
| | | 24 saat | 7 gün | |
| Vertise Flow | 20 | ,035±,014 | ,057±,014 | A |
| Fusio Liquid Dentin | 20 | ,027±,011 | ,036±,024 | A |

Tablo 2. Materyallerin su emilimi değerleri

| Materyal | N | Ort. değ±SS (mg/mm ³) | | Anlamlılık (p<0,05) |
|---------------------|----|-----------------------------------|------------|------------------------|
| | | 24 saat | 7 gün | |
| Vertise Flow | 20 | ,005±,011 | -,018±,005 | A |
| Fusio Liquid Dentin | 20 | -,004±,007 | ,0001±,007 | A |

Tablo 3. Materyallerin suda çözünürlük değerleri

Tartışma

Çalışmamızda self adheziv akışkan kompozitlerin seçilmesinin nedeni, yeni materyal olan bu kompozitlerin ilave bonding uygulamasını elimine etmesi ve özellikle pedodontide işlem süresini kısaltması ile uyumsuz çocuklarda kolaylık sağlamasıdır. Aynı zamanda işlemin karmaşıklığını, bu sayede uygulama hatalarını ve tedavi sonrası hassasiyeti azaltması açısından önemlidir (9).

Bu çalışmada su emilimi ve suda çözünürlük açısından materyaller arasında istatistiksel fark gözlenmemiştir. Bu durum sıfır hipotezimizi desteklemektedir. Ancak bu materyallerin su emilimi ve suda çözünürlüğü ile ilgili fazla çalışma olmaması karşılaştırmamızı güçleştirmektedir. Bir materyalin su emerek hidroskobik genişleme göstermesi ve bu şekilde başlangıç polimerizasyon büzülmesini kompanse etmesi sonucunda materyaldeki iç stresler ve bozulma engellenebilmektedir (18). Bazı araştırmacılar, materyalin su emilimi sonucunda hidroskobik genişleme ile daha iyi marjinal adaptasyon sağladıklarını bildirmektedir. Buna karşın başka araştırmacılar ise su emiliminin doldurucu ile matriks arasındaki bağlantıyı bozacağını, resin matrikste kopmaların oluşacağını ve restorasyonun kırılabilirliğini bildirmişlerdir (19). VF'daki adheziv

monomerde (gliserol fosfat dimetakrilat), polimerize olabilen ve fonksiyonel gruplar ara grup ile birbirine bağlanmışlardır ve bu ara grubun dizaynı hidroskobik ekspansiyonu etkilemektedir. Polimer olmaktan sorumlu bu ara grup aynı zamanda hidrofiliteden de sorumludur. GPDM'de (gliserol fosfat dimetakrilat) bulunan kısa ara grup ve asidik hidrofilik fosfat grup VF'un su emiliminde rol oynayan en önemli faktördür (12). Wei ve ark (12,13) self adheziv olmayan çeşitli kompozit tipleri ile yaptıkları çalışmada VF'un su emilimi ve çözünürlük sırasında daha fazla hidroskobik

ekspansiyon ve büzülme gösterdiğini söylemişlerdir. Aynı zamanda self adhezivlerdeki yüksek matriks içeriğinin su emiliminin artmasına neden olduğunu belirtmişlerdir (20).

VF'un bağlanma mekanizması içerdiği adheziv monomer olan GPDM'ye dayanmaktadır. Fosfat grubu asitle pürüzlendirmeden sorumludur ve diş yapısındaki Ca iyonları ile bağlanarak kimyasal bağlanmayı sağlamaktadır. Mekanik dayanıklılık, metakrilat fonksiyonel grupların diğer metakrilat monomerleri ile yaptığı çapraz bağlarla sağlanmaktadır. Fusio Liquid Dentin ise fonksiyonel monomer olarak diş yapısındaki hidroksiapatit ile birleşerek kimyasal bağlanmayı sağlayan 4-MET (4-methacryloxyethyltrimellitic asit) içermektedir (9). FLD, hem asidik ve hidrofilik özelliktedir. Dişin yapısındaki mineral iyonları ile bağlanan metakrilat monomerin karboksilik asit grubu diş yüzeyi ile temasta iken negatif yüklenir ve karboksilik asit grubu nötralize olduğunda ve monomer polimerize olduğunda dentin yüzeyine bağlanarak, hem bağlanma hem de sızdırmazlık özelliğini artırır (21).

Asidik resin içeren materyaller, nötral resin içerenlere göre daha fazla su emilimi göstermektedir. Her iki materyalin de asidik monomer içermesinin, su emilimi ve çözünürlük özellikleri açısından farklılık göstermemesinin nedeni olabileceğini düşünmekteyiz. Su emilimini etkileyen çeşitli faktörler arasında matriks monomerin kimyasal yapısı ve matriks-doldurucu içeriği de gösterilmiştir (2). Zaimoğlu ve Sonat (22), kompozitin doldurucu tipi ve oranının su emilimi ve çözünürlük değerleri üzerinde etkili olduğunu ifade etmişlerdir. Yine yapılan başka çalışmalarda restoratif materyaldeki doldurucu tipi ve hacminin, su emilimi ve çözünürlüğü etkileyen faktörler olduğu belirtilmiştir (23,29).

Yapılan çalışmalarda FLD, VF'dan daha akışkan bulunmuş bunun nedeni olarak da FLD'nin %65 doldurucu oranı içerirken VF'un % 70 doldurucu oranına sahip olması neden gösterilmiştir (17).

Qysaed ve Ruyter (24) yaptıkları çalışmada ışık ile polimerize olan sekiz posterior kompozit materyalin su emilimi ve çözünürlük özelliklerini değerlendirmiş ve doldurucu oranı arttıkça su emilimi ve çözünürlük değerlerinin azaldığını, doldurucu yüzey alanının geniş olması ve materyalde

hava boşluklarının bulunmasının ise su emilimini arttırdığını bildirmişlerdir. Yine Wei ve ark (12) yaptıkları çalışmada hidroskobik ekspansiyonun, kullandıkları tek akışkan kompozit olan VF'da diğer kompozit tiplerinden daha fazla olmasının bir sebebini de daha düşük doldurucu içermesine bağlamaktadırlar.

Doldurucu partikülün ve bağlayıcı ajanın yapısı, doldurucu-matriks farklılıkları, materyallerin değişik su emilim değerleri göstermesine neden olabilir. Organik matriksin; dayanıklılık, sertlik ve abrazyona direnç, doldurucu ve matriksin ise; polimerizasyon büzülmesi ve su emilimi üzerinde etkisi bulunmaktadır. Resin ve doldurucu arasında meydana gelen etkili bağlanma, materyalin su emilim değerini azaltabilmektedir (25, 26, 27).

Çalışmamızda çözünürlük testi sonucunun değerlerinin bazılarının negatif ve sıfıra yakın olduğu gözlenmektedir. Bu durumu Janda ve ark (2002) materyallerin su emiliminin desikatörde kaybedilen sudan daha fazla olduğu şeklinde açıklamaktadırlar (28). Fabre ve ark (2007) ise negatif değerlerin su emiliminin olmadığı anlamına gelmediğini, su emiliminin çözünürlükten daha fazla olduğunu söylemektedirler (29).

Pearson ve Longman (30) ve Helvatjoglou ve ark (31) ürethan dimetakrilat esaslı kompozit resinlerin su emilimlerinin, Bis-GMA esaslı kompozit resinlerden daha az olduğunu bildirmişlerdir. Bu da bizim çalışmamızda bulduğumuz sonuçları destekler niteliktedir. Bis-GMA içeren VF'un su emilim ve çözünürlük değerleri UDMA içeren FLD'den daha yüksek bulunmuştur. Ancak istatistiksel olarak anlamlı bir fark oluşturacak düzeyde değildir.

Sonuç

Restoratif amaçla kullanılan materyaller ağız ortamında stres, ısı değişimleri, kimyasal ajanlar ve tükürük gibi çeşitli faktörlere maruz kalmaktadırlar. Bu durum materyallerin fiziksel ve mekanik özelliklerini etkilemektedir. Restorasyonun başarısında etkili olan faktörlerden, su emilimi ve çözünürlük özelliklerinin materyal seçiminde göz önünde bulundurulması gerekmektedir. Bu çalışmanın sonuçlarına göre Vertise Flow ve Fusio Liquid Dentin'in su emilimi ve suda çözünürlük açısından klinik uygulamada birbirinin yerine kullanılabilmesi önerilebilir. Ancak son yıllarda

giderek önemi artan self adheziv akışkan kompozit resinlerin rutin klinik uygulamalarda kullanılabilmesi için daha çok in vitro ve in vivo çalışmaya ihtiyaç vardır.

Kaynaklar

1. Hinoura K, Onose H, Masutani S, Matsuzaki T, Moore BK. Volumetric change of light cured glass ionomer in water. *J Dent Res* 1993; 72:222, Abstr. No:947.
2. Ferracane JL. Hygroscopic and hydrolytic effects in dental polymer. *Networks. Dent Mater* 2006; 23: 211-222.
3. Fan PL, Edahl A, Leung RL, Standford JW. Alternative interpretations of water sorption values of composite resins. *Journal of Dental Research* 1985; 64: 78-80.
4. Prati C, Mongiorgi R, Bertocchi G, Baldisserotto G. Dental composite resin porosity and effect on water absorption. *Bolletino Societa Italiana Biologia Sperimentale* 1991; 4: 409-14.
5. Peutzfeldt A, Asmussen E. Influence of ketones on selected mechanical properties of resin composites. *Journal of Dental Research* 1992; 71: 1847-50.
6. Söderholm KJ. Leaking of fillers in dental composites. *Journal of Dental Research* 1983; 62: 126-30.
7. Ferracane JL. Elution of leachable components from composites. *Journal of Oral Rehabilitation* 1994; 21: 441-52.
8. Bayne SC, Thompson JY, Swift EJ Jr, Stamatiades P, Wilkerson M. A characterization of first-generation flowable composites. *J Am Dent Assoc* 1998; 129: 5: 567-577.
9. Poss SD. Utilization of a new self-adhering flowable composite resin. *Dent Today* 2010; 29:4:104-5.
10. Goracci C, Margvelashvili M, Giovannetti A, Vichi A, Ferrari M. Shear bond strength of orthodontic brackets bonded with a new self-adhering flowable resin composite. *Clin Oral Investig* 2013; 17: 2: 609-17.
11. Salerno M, Derchi G, Thorat S, Ceseracciu L, Ruffilli R, Barone AC. Surface morphology and mechanical properties of new generation flowable resin composites for dental restoration. *Dent Mater* 2011; 27: 12: 1221-8.
12. Wei YJ, Silikas N, Zhang ZT, Watts DC. Hygroscopic dimensional changes of self-adhering and new resin-matrix composites during water sorption/desorption cycles. *Dent Mater* 2011; 27: 3: 259-266.
13. Wei YJ, Silikas N, Zhang ZT, Watts DC. Diffusion and concurrent solubility of self-adhering and new resin-matrix composites during water sorption/desorption cycles. *Dent Mater* 2011; 27: 2: 197-205.
14. Bektas OO, Eren D, Akin EG, Akin H. Evaluation of a selfadhering flowable composite in terms of micro-shear bond strength and microleakage. *Acta Odontol Scand* 2013; 71: 3-4: 541-546.
15. Rengo C, Goracci C, Juloski J, Chieffi N, Giovannetti A, Vichi A, Ferrari M. Influence of phosphoric acid etching on microleakage of a self-etch adhesive and a self-adhering composite. *Aust Dent J* 2012; 57: 2: 220-6.
16. Yazici AR, Agarwal I, Campillo-Funollet M, Munoz-Viveros C, Antonson SA, Antonson DE, Mang T. Effect of laser preparation on bond strength of a self-adhesive flowable resin. *Lasers Med Sci* 2013; 28: 1: 343-7.
17. Poitevin A, De Munck J, Van Ende A, Suyama Y, Mine A, Peumans M, Van Meerbeek B. Bonding effectiveness of self-adhesive composites to dentin and enamel. *Dent Mater* 2013; 29: 2: 221-30.
18. Bowen RL, Rapson JE, Dickson G. Hardening shrinkage and hygroscopic expansion of composite resins. *J Dent Res* 1982; 61: 654-8.
19. Kalachandra S. Influence of fillers on the water sorption of composites. *Dent Mater* 1989; 5: 283-8.
20. De Munck J, Mine A, Poitevin A, Van Ende A, Vivan Cardoso M, Van Landuyt K, et al. Meta-analytical review of parameters involved in dentin bonding. *Journal of Dental Research* 2012; 91: 351-7.
21. Yoshida Y, Nagakane K, Fukuda R, Nakayama Y, Okazaki M, Shintani H, Inoue S, Tagawa Y, Suzuki K, De Munck J, Van Meerbeek B. Comparative study on adhesive performance of functional monomers. *J Dent Res* 2004; 83: 6: 454-8.
22. Zaimoglu L, Sonat B. Görünür ısıyla sertlesen kompozit reçinelerin su emilimi ve suda çözünürlük degerleri. *A. Ü. Dis Hek Fak Derg* 1991; 18: 13-7.
23. Kanchanasita W, Anstice HM, Pearson GJ. Water sorption characteristics of resin-modified glass-ionomer cements. *Biomater* 1997; 18: 343-9.
24. Qysaed H, Ruyter IE. Water sorption and filler characteristics of composites for use in posterior teeth. *J Dent Res* 1986; 65: 11: 1315-8.
25. Lopes LG, Jardim Filho Ada V, de Souza JB, Rabelo D, Franco EB, de Freitas GC. Influence of pulsedelay curing on sorption and solubility of a composite resin. *J Appl Oral Sci* 2009; 17: 1: 27-31.
26. Kalachandra S, Wilson TW. Water sorption and mechanical properties of light-cured proprietary composite tooth restorative materials. *Biomaterials* 1992; 13: 105-9.
27. Peutzfeldt A. Resin composites in dentistry: the monomer systems. *Eur J Oral Sci* 1997; 105: 97-116.
28. Janda R, Roulet JF, Latta M, Rüttermann S. Water sorption and solubility of contemporary resin-based filling materials. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater* 2007; 82: 545-51.
29. Fabre HS, Fabre S, Cefaly DF, de Oliveira Carrilho MR, Garcia FC, Wang L. Water sorption and solubility of dentin bonding agents light-cured with different light sources. *J Dent* 2007; 35: 253-8.
30. Pearson GJ, Longman CM. Water sorption and solubility of resinbased materials following inadequate polymerization by visiblelight curing system. *J Oral Rehabil* 1989; 16: 57-61.
31. Helvatjoglou MA, Papadogianis Y, Koliniotou E, Kubias S. Surface hardness of light-cured and self-cured composite resins. *J Prosthet Dent* 1991; 65: 215-20.