

# Kütlesel olarak yerleştirilebilen restoratif materyallerin su emilimi ve suda çözünürlük özelliklerinin değerlendirilmesi

Hayri Akman(0000-0002-6383-3371)<sup>α</sup>, Gül Tosun(0000-0003-4844-8157)<sup>β</sup>, Firdevs Kahvecioğlu(0000-0003-4216-0849)<sup>β</sup>

Selcuk Dent J, 2018; 5: 13-21 (Doi: 10.15311/selcukdentj. 332982)

Başvuru Tarihi: 06 Ağustos 2017  
Yayına Kabul Tarihi: 27 Aralık 2017

### ÖZ

#### Kütlesel olarak yerleştirilebilen restoratif materyallerin su emilimi ve suda çözünürlük özelliklerinin değerlendirilmesi

**Amaç:** Kompozit rezinler ve cam iyonomer simanlar, günümüzde restoratif diş hekimliğinde en sık kullanılan dental materyaller arasındadır. Su emilimi ve çözünürlük tüm restoratif materyallerin fiziksel, kimyasal ve mekanik özelliklerini etkileyen, bütünüyle kontrol altına alınamayan faktörlerdir. Bu çalışmanın amacı, kütlesel olarak yerleştirilebilen restoratif materyallerin su emilim ve çözünürlük değerlerini karşılaştırmaktır.

**Gereç ve Yöntemler:** Çalışmada, kütlesel yerleştirilen restoratif materyal olarak; SonicFill, x-tra fil, Tetric N-Ceram Bulk Fill ve Equia Fil, konvansiyonel kompozit olarak da Filtek Z550 materyali kullanıldı. Her bir materyalden, 10'ar adet olmak üzere (15 mm çapında ve 1 mm kalınlığında) 50 örnek üreticinin talimatları doğrultusunda LED ışık cihazı (Valo, Ultradent 1200 mW/cm<sup>2</sup>) ile polimerize edilerek hazırlandı. Örneklerin suda bekleme sonrası (1, 7, 30 gün) sabit kütle ağırlıklarındaki değişiklikler, "mikrogram (µg)" olarak ölçüldü, su emilimi ve çözünürlük değerleri "µg/mm<sup>3</sup>" olarak hesaplandı. Kruskal-Wallis ve Mann-Whitney U çoklu karşılaştırma testleri kullanılarak istatistiksel değerlendirme yapıldı (α=0.05).

**Bulgular:** Kütlesel yerleştirilebilen kompozit rezinler ile geleneksel kompozit rezin materyali arasında su emilim ve çözünürlük değerleri açısından istatistiksel olarak fark gözlenmedi (p>0.05). Test edilen materyaller arasında yüksek viskoziteli cam iyonomer simanın su emilim ve çözünürlük değerleri kompozit gruplarına göre daha yüksek bulundu (p<0.001). Zamana bağlı olarak su emilim değerleri kompozit gruplarında farklı olmamakla birlikte (p>0.05), cam iyonomer simanın su emiliminde zamanla artış gözlemlendi (p<0.001).

**Sonuç:** Kütlesel yerleştirilebilen kompozitler konvansiyonel kompozit rezinlere benzer su emilim ve çözünürlük özellikleri sergilemişlerdir.

### ANAHTAR KELİMELER

Kütlesel yerleştirilebilen kompozit rezinler, su emilimi, yüksek viskoziteli cam iyonomer siman

### ABSTRACT

#### Evaluation of water absorption and water solubility properties of bulk-fill restorative materials

**Background:** Nowadays, composite resins and glass ionomer cements are among the most commonly used dental materials in restorative dentistry. Water absorption and solubility are factors that which influencing the chemical, physical and mechanical properties of all restorative materials and can not be completely controlled. The aim of this study is compare the water absorption and solubility of restorative materials which can be placed by bulk.

**Methods:** In the study, as bulk fill restorative material; SonicFill, x-tra fil, Tetric N-Ceram Bulk Fill and Equia Fil, and Filtek Z550 material as conventional composite were used. Ten disc specimens (15 mm in diameter and 1 mm in depth) were prepared of each material, following the manufacturer's instructions using an LED light-curing unit at 1200 mW/cm<sup>2</sup> (Valo, Ultradent). The changes in fixed mass weights of the samples after standing in water (1, 7, 30 days) were measured as "micrograms (µg)" and the water absorption and solubility values were calculated as "µg / mm<sup>3</sup>". Statistical evaluation was performed using the Kruskal-Wallis and Mann-Whitney U multiple comparisons tests (α=0.05).

**Results:** There was no statistically significant difference between the bulk-fill composite resins and conventional composite resin materials in terms of water absorption and solubility values (p>0.05). The water absorption and solubility values of the high viscous glass ionomer cements were higher than the composite groups among the materials tested (p<0.001). While the water absorption values of the composite groups were not different depending on the time (p >0.05), the water absorption values of the glass ionomer cement increased with time (p < 0.001).

**Conclusion:** The bulk fill composites exhibit similar water absorption and solubility characteristics with conventional composite resins.

### KEYWORDS

Bulk-fill composite resins, water absorption, high viscosity glass ionomer cement

Görünür ışıkla sertleşerek polimerize olabilen kompozit rezin günümüzde dental restoratif tedavilerde rutin olarak kullanılan dolgu materyalidir. Bu materyal polimetakrilat matriks rezin ile birlikte silanla kaplanmış inorganik partiküllerden oluşmaktadır. Kompozitlerin dental amalgam ve

dental seramiklerle karşılaştırılabilir mekanik özellikleri, mükemmel estetik kalitesi ve mine yüzeyine bağlanabilme gibi pek çok avantajı vardır.<sup>1</sup> Kompozit rezinlerin su emilimi difüzyon kontrollü bir işlem olup, su alımı büyük oranda rezin matriks içerisinde gerçekleşmektedir.<sup>2</sup> Oral kaviteden dental

<sup>α</sup> Alaaddin Keykubat Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Pedodonti Anabilim Dalı, Alanya, Antalya

<sup>β</sup> Selçuk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Pedodonti Anabilim Dalı, Konya

restorasyonların içine su girişi sebebiyle; silan ile doldurucu partiküller arasındaki bağın ve doldurucu partiküllerin yapısının hidrolitik bozulması ile matriks-doldurucu bağındaki kopmalar sonucunda, materyalin fiziksel/mekanik özelliklerinde bozulmalar görülebilmektedir.<sup>3</sup>

Rezin içeren materyaller sulu bir ortam içerisine yerleştirildiği zaman, materyalin yapısındaki reaksiyona girmemiş monomerler ile doldurucu partiküller çözünür ve örnekten ayrılırlar. Kompozit rezinlerin ağırlığında oluşan kayıp ise çözünürlük veya çözülme olarak ölçülebilir.<sup>4</sup> Kompozit rezinlerden açığa çıkan reaksiyona girmemiş serbest monomerler, restorasyon etrafında bakteri gelişmesine ve bazı hastalarda alerjik reaksiyonların görülmesine neden olabilirler.<sup>5,6</sup> Çeşitli faktörler dental kompozitlerin suda çözünme işlemine katkıda bulunurlar; reaksiyona girmemiş monomerler, çözücünün kimyası, ayrıştırılan örneğin kimyasal yapısı ve boyutu.<sup>7</sup> Bu bileşenlerin salınması kompozit rezinlerin başlangıçtaki boyutsal değişikliğini, klinik performansını, biyouyumluluğunu ve restorasyonların estetik yönünü etkileyebilmektedir.<sup>8,9,10</sup>

Yüksek viskoziteli cam iyonomer siman (CİS) 1995 yılında piyasaya tanıtılmıştır.<sup>11</sup> Yüksek viskoziteli CİS, geleneksel cam iyonomer simanların yetersiz mekanik özelliklerini ve yüksek okluzal kuvvetlere karşı aşınma direncini arttırmak, restoratif materyal olarak Sınıf I ve Sınıf V kavitetlerle sınırlandırılmış olan kullanım alanlarını genişletmek üzere geliştirilmiştir.<sup>12</sup> Geleneksel CİS'larla benzer sertleşme mekanizmasına sahip olan bu simanların aşınma direnci, yüzey sertliği, eğilme ve baskı kuvvetlerine dayanıklılıkları artırılmış ve çözünürlükleri azaltılmıştır. Bunlara ilaveten flor salınımları ve diş dokularına biyouyumlulukları geleneksel CİS'larla aynı orandadır.<sup>13</sup>

Bütün dental restoratif materyallerin fiziksel, kimyasal ve mekanik özellikleri üzerinde etkili olan su emilimi ve suda çözünürlük olayları, cam iyonomer esaslı restoratif materyallerin özelliklerini de etkileyen önemli bir sorun olarak karşımıza çıkmaktadır.<sup>14,15</sup> Geleneksel CİS'larda su emilimi öncelikle matriks içinde gerçekleşmekte ve matriks içindeki su konsantrasyonunun değişim periyoduna göre kontrollü olarak difüzyon katsayısı azalmaktadır. Su emilimine bağlı olarak siman matriksinin hidrolizi sonucunda zaman içinde siman kütleleri bozulmakta ve yüzey özelliklerinin, kenar bütünlüğünün, estetik görünümün kaybı ve dolayısıyla restorasyonlardaki bozulmaların artması gerçekleşmektedir. Materyalin suda çözünmesi sonucunda restorasyonların biyolojik yapılarla olan uyumları olumsuz yönde etkilenmekte ve bozulma oranları artmaktadır.<sup>15,16</sup> Literatürde yüksek viskoziteli cam iyonomer

simanların fiziksel özelliklerini değerlendiren pek çok çalışma mevcutken suda emilim ve çözünürlük olgularını değerlendiren çalışma sayısı kısıtlıdır.

Kompozit rezinlerin polimerizasyon büzülme streslerini düşürmek amacıyla kavitelere tabakalar hâlinde uygulanması, bu kompozitlerin derin ve büyük kavitelere ışık tutma sayısını arttırmakta ve buna bağlı olarak uygulama süresi uzamaktadır. Bu sorunun üstesinden gelebilmek amacıyla son yıllarda kompozitlerin kaviteye daha büyük kütlelerde ve daha fazla kalınlıkta uygulanabilmesini sağlamak amacıyla "kütlesel olarak yerleştirilebilen" kompozitler geliştirilmiştir.<sup>17,18</sup> Geleneksel kompozitlere göre daha düşük viskoziteye sahip olması, akışkan kompozitlerden ise daha düşük polimerizasyon büzülmesi göstermeleri sebebiyle bu yeni kompozit grubu avantajlı olarak değerlendirilmektedir.<sup>19</sup> Kütlesel olarak yerleştirilebilen kompozit rezinler polimerizasyon büzülme stresini düşürebilen polimerizasyon modülasyonuna sahip kimyasal grupları rezin matrikslerinde bulundurlar.<sup>20,21</sup> Bu materyallerin polimerizasyon reaksiyonunu, sertleşme derecesini ve kısa dönem fizikomekaniksel performansını değerlendirmek için üzerinde yapılmış pek çok çalışma mevcutken,<sup>22-25</sup> sulu ortamda güvenilirliğinin geleneksel kompozitlerle karşılaştırılmasıyla ilgili literatürde az sayıda çalışmaya rastlanmaktadır.

Bu çalışmanın amacı son yıllarda klinik uygulamalarda kullanılan, restoratif kavitelere kütlesel olarak yerleştirilebilen üç farklı kompozit rezin ve bir tane yüksek viskoziteli geleneksel cam iyonomer siman ile bir tane geleneksel kompozit rezinin su emilim ve suda çözünürlük değerlerinin 24 saat, 7 gün ve bir ay boyunca incelenmesidir. Sıfır hipotezimizin ilki, kütlesel yerleştirilebilen kompozit rezinler ile geleneksel kompozitler arasında su emilim ve çözünürlük açısından anlamlı fark görülmesi ve ikincisi ise yüksek viskoziteli cam iyonomer simanın su emilim ve çözünürlük açısından kompozit materyallerinden farklı özellikler sergilemesidir.

## GEREÇ VE YÖNTEM

Bu çalışmada dört tane kompozit rezin (Filtek Z550, SonicFill, x-tra fil, Tetric N-Ceram Bulk Fill ) ve 1 tane de yüksek viskoziteli geleneksel CİS (Equia Fil) kullanıldı (Tablo 1).

Çalışmada test edilecek her bir materyalden, 15 mm çapında 1 mm derinliğinde ISO standartlarına göre plastik kalıplar kullanılarak 10'ar adet örnek hazırlandı. Örnekler 5 mm kalınlığında siman camı ve selüloz asetat şeffaf bant (DML Nr:3820,100 Universal strips) üzerine yerleştirilen kalıpların içerisine doldurulduktan sonra üzerlerine ikinci bir şeffaf bant ve siman camı yerleştirilerek 500 gramlık kuvvet uygulandı. Işıkla sertleşen materyaller ışık cihazının ucu cama temas

**Tablo 1.****Çalışmada kullanılan materyaller ve özellikleri**

Marka	Materyal	Lot no:	Üretici firma	Polimerizasyon süresi	Doldurucu oranı
Filtek Z550	Nanohibrit geleneksel kompozit	N286648	3M ESPE, Seefeld, Germany	20	%82
SonicFill	Bulkfill kompozit	4252491	Kerr, Orange, CA, USA	20	%83.5
x-tra fil	Bulkfill kompozit	1308446	VOCO, Cuxhaven, Germany	10	%86
Tetric N-Ceram Bulk Fill	Bulkfill kompozit	R04686	Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein	20	%80
Equia Fil	Yüksek viskoziteli geleneksel cam iyonomer siman	1005281	GC Europe, Leuven, BE		

ettirilecek şekilde üst yüzeyden ve üreticilerin önerdiği sürelerde LED ışık cihazı (Valo, Ultradent, 12000 watt) ile polimerize edildi. Örneklerin ışıkla polimerize edilmesi sırasında ışık şiddeti Curing Radiometer (Demetron/Kerr Co.USA) ile düzenli aralıklarla kontrol edildi. Polimerize edilmiş örnekler yuvalardan çıkarıldı. Farklı tipteki materyallerin standardizasyonunu sağlamak için çalışmada kullanılan tüm materyaller için A2 renk tonu kullanıldı. Polimerizasyon sonrası kalıplardan uzaklaştırılan örneklerin fazlalıkları temizlendi ve örnekler içerdikleri suyun buharlaşarak uzaklaştırılması için 37°C'de, 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 mikrogram ( $\mu\text{g}$ ) 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. ve 30. günün sonunda tekrarlandı. Örneklerin hacimleri, yüzey alanları ve kalınlıkları hesaplanarak  $\text{mm}^3$  cinsinden bulundu. Materyallerin su emilimi ve suda çözünme miktarları ISO standartlarında (ISO 4049) belirttiği şekilde aşağıdaki formüller kullanılarak  $\mu\text{g}/\text{mm}^3$  olarak hesaplandı.<sup>26</sup>

$$\text{Su emilimi} = \frac{M2a-M3}{V} \quad \frac{M2b-M3}{V} \quad \frac{M2c-M3}{V} \quad \frac{\mu\text{m}}{\text{mm}^3}$$

$$\text{Çözünürlük} = \frac{M1}{M3} \quad \frac{\mu\text{m}}{\text{mm}^3}$$

**M1:** Örneklerin ilk kurutulmalarından sonraki ağırlıkları (suda bekletilmeden önce) ( $\mu\text{g}$  olarak)

**M2:** Örneklerin kurutulmalarını takiben suda 24 saat (M2a), 7 gün (M2b) ve 30 gün (M2c) bekletildikten sonraki ağırlıkları

**M3:** Örneklerin ikinci kez kurutulmalarından sonraki ağırlıkları ( $\mu\text{g}$  olarak)

**Örnek hacmi:** Yüzey alanları ve kalınlıklarına göre hacimleri ( $\text{mm}^3$  olarak)

Sonuçların istatistiksel olarak değerlendirilmesinde ve gruplar arası farklılıkların araştırılmasında, Kruskal-Wallis ve Mann-Whitney U çoklu karşılaştırma testleri kullanıldı. Materyallerin kendi içinde zamana bağlı olarak emilim değerlerinin incelenmesinde Wilcoxon testi kullanıldı.

**BULGULAR**

Çalışmanın sonucunda materyallerden elde edilen su emilimine ait tanımlayıcı istatistik değerleri Tablo 2'de ve suda çözünürlüğe ait değerleri ise Tablo 3'de gösterilmektedir.

Kruskal-Wallis ve Mann-Whitney U çoklu karşılaştırma testlerinin sonuçları hem su emilimi ve hem de suda çözünürlük olguları için değerlendirildiğinde, materyaller açısından gruplar arasında istatistiksel farklılığın mevcut olduğu gözlemlendi ( $p < 0,001$ ) (Tablo 2, Tablo 3).

1. gün su emilim değerleri karşılaştırıldığında kütleli olarak uygulanabilen Equia Fil cam iyonomer siman en yüksek değere sahip olup, çalışmada yer alan diğer tüm kompozit rezin gruplarına göre istatistiksel fark oluşturdu ( $p < 0,001$ ) (Tablo 2). Equia Fil'den sonra en yüksek su emilim değerini geleneksel kompozit rezin Filtek Z550 göstermesine rağmen geleneksel ve kütleli kompozit rezinler arasında 1. gün su emilimi açısından istatistiksel fark bulunmadı ( $p > 0,05$ ) (Tablo 2). Kütleli kompozit rezinler arasında ise 1. gün su emilimi açısından benzer değerler sergilemiş olup, aralarında istatistiksel fark bulunmadı ( $p > 0,05$ ) (Tablo 2).

**Tablo 2.****Materyallerin su emilim değerleri ve zamana bağlı değişimi**

Materyal	1. gün su emilimi Ortalama±SS	7. gün su emilimi Ortalama±SS	30. gün su emilimi Ortalama±SS	
Filtek Z550	17,66±7,47 <sup>aA</sup>	18,25±5,20 <sup>aA</sup>	20,92±4,86 <sup>aA</sup>	P>0,05
Equia Fil	131,55±17,74 <sup>bA</sup>	175,76±14,54 <sup>bB</sup>	178,55±14,59 <sup>bB</sup>	P<0,001
SonicFill	8,60±3,53 <sup>aA</sup>	9,72±3,64 <sup>aA</sup>	11,56±10,87 <sup>aA</sup>	P>0,05
x-tra fil	8,65±2,75 <sup>aA</sup>	10,67±3,05 <sup>aA</sup>	12,44±8,66 <sup>aA</sup>	P>0,05
Tetric N-Ceram Bulk Fill	10,72±2,99 <sup>aA</sup>	11,56±6,06 <sup>aA</sup>	12,86±2,92 <sup>aA</sup>	P>0,05
	P<0,001	P<0,001	P<0,001	

a,b,c; Sütunlar arasındaki istatistiksel karşılaştırma, A,B,C; Satırlar arasındaki istatistiksel karşılaştırma

7. gün su emilim değerleri karşılaştırıldığında Equia Fil cam iyonomer siman en yüksek değere sahip olup, çalışmada yer alan diğer tüm kompozit rezin gruplarına göre istatistiksel fark oluşturdu ( $p<0,001$ ) (Tablo 2). Kompozit rezinler arasında geleneksel kompozit rezin Filtek Z550 daha yüksek su emilimi değeri göstermesine rağmen geleneksel ve kütleli kompozit rezinler arasında 7. gün su emilimi açısından istatistiksel fark bulunmadı ( $p>0,05$ ) (Tablo 2).

30. gün su emilim değerleri karşılaştırıldığında Equia Fil cam iyonomer siman en yüksek değere sahip olup, çalışmada yer alan diğer kompozit rezinlere göre istatistiksel fark oluşturdu ( $p<0,001$ ) (Tablo 2). Equia Fil'den sonra en yüksek su emilim değerini geleneksel kompozit rezin Filtek Z550 göstermesine rağmen geleneksel ve kütleli kompozit rezinler arasında 1. gün su emilimi açısından istatistiksel fark bulunmadı ( $p>0,05$ ) (Tablo 2). Kütleli kompozit rezinler arasında ise 1. gün su emilimi açısından benzer değerler sergilemiş olup, aralarında istatistiksel fark bulunmadı ( $p>0,05$ ) (Tablo 2).

Restoratif materyallerin su emilim değerleri zamana göre incelendiğinde, bütün test gruplarında zamana bağlı olarak su emilim değerlerinde artış görülmüş ancak istatistiksel olarak fark saptanmamıştır. Sadece Equia Fil materyalinde bu artış açısından istatistiksel olarak farklılık tespit edilmiştir ( $p<0,001$ ) (Tablo 2).

Suda çözünürlük değerleri kıyaslandığında ise Equia Fil cam iyonomer siman en yüksek çözünürlüğü sergilemiş olup, çalışmada yer alan diğer tüm test materyalleri ile arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulundu ( $p<0,001$ ). Çözünürlük değerleri açısından Equia Fil'i sırasıyla geleneksel kompozit rezin Filtek Z550, kütleli kompozit rezinler x-tra fil, SonicFill ve Tetric N-Ceram Bulk Fill takip etmiştir ( $p>0,05$ ). Çalışmada kullanılan geleneksel kompozit rezin Filtek Z550, kütleli kompozit rezinlere göre nispeten yüksek çözünme değeri göstermesine rağmen bütün kompozit rezin grupları arasında çözünürlük yönünden istatistiksel fark gözlemlenmedi ( $p>0,05$ ) (Tablo 3).

**Tablo 3.****Materyallerin suda 30 günlük çözünürlük değerleri**

Materyal	N	Ortalama±SS ( $\mu\text{g}/\text{mm}^3$ )
Filtek Z550	10	4,68±1,40 <sup>a</sup>
Equia Fil	10	16,77±9,55 <sup>b</sup>
SonicFill	10	0,53±1,13 <sup>a</sup>
x-tra fil	10	1,90±3,52 <sup>a</sup>
Tetric N-Ceram Bulk Fill	10	0,36 ±2,20 <sup>a</sup>

a,b,c; Ürünlerin istatistiksel farklılıkları

**TARTIŞMA**

Bu çalışmada kütleli olarak yerleştirilebilen restoratif materyaller ile geleneksel kompozit rezinlerin bir aylık periyotta su emilim ve suda çözünürlük verileri değerlendirilmiştir. Sonuçlar açısından bakıldığında, sıfır hipotezimizin ilki, kütleli yerleştirilebilen ve geleneksel kompozit rezinler arasında su emilimi ve çözünürlük değerlerinin istatistiksel fark göstermemesinden dolayı reddedilmiştir. Çalışmamızın sonuçları sıfır hipotezimizin ikincisi ile uyumlu olup, cam iyonomer siman materyalinin emilim ve çözünürlük açısından değerleri kompozit materyallerine göre anlamlı fark göstermiştir.

Su emilimi ve suda çözünürlük olayları, tüm restoratif materyallerin fiziksel, kimyasal ve mekanik özelliklerini etkilemektedir.<sup>27</sup> Diş hekimliğinde, estetik özellikleri sebebiyle kullanılan restoratif materyaller polimer esaslı materyallerdir. Normal şartlar altında bu materyallerin özelliklerini ağız ortamında bozulmadan devam ettirmeleri beklenir.<sup>28</sup> Ancak polimer yapısının hidrofilik özelliğe sahip olması bu materyaller için bunu her zaman mümkün kılmamaktadır ve zamanla yapılarında bir miktar su emilimi veya çözünme gözlenmektedir.<sup>29</sup> Bu durum sonucunda da restorasyonların klinik başarısının olumsuz yönde etkileceği bildirilmiştir.<sup>30,31</sup>

Bu olguların bilhassa cam iyonomer esaslı restoratif materyallerde boyutsal değişikliklere neden olduğu ve buna bağlı olarak restorasyonların uyumunda sorunların görüldüğü bilinmektedir.<sup>14,15</sup> Geleneksel cam iyonomer simanların sertleşme mekanizmalarında su oldukça önemli bir rol oynar. Su, poliasit ile reaksiyona girerek poliakrilik matriksin oluşumunda görev alan

Ca ve Al katyonlarının taşınmasında önemli rol oynar.<sup>32</sup> Geleneksel cam iyonomer simanların sertleşme reaksiyonunun başlangıç evresinde materyalin yapısına suyun girmesinin yapısal kayıplar ile birlikte mekanik ve fiziksel özelliklerinde azalmaya neden olacağı bildirilmiştir.<sup>33</sup> Bu durumun önüne geçebilmek amacıyla geleneksel cam iyonomer simanların sertleşme süresi tamamlandıktan sonra yüzeylerine koruyucu ajan uygulanması tavsiye edilmiştir.<sup>34</sup> Ancak çalışmamızın esas amacı materyalin kendisinin çözünürlüğünü incelemek olduğu için geleneksel cam iyonomer siman ile hazırlanan örneklerin yüzeyine koruyucu ajan uygulaması yapılmadı ve cam iyonomer simanların asit-baz reaksiyonları 24 saat içinde tamamlanmasından dolayı hazırlanan örnekler suda bekletilmeden önce 24 saat nemli etüvde bekletilerek sertleşme reaksiyonları esnasında doğrudan su ile temaslarının önlenmesi amaçlandı.

Iwami ve ark, restoratif materyallerin su emilimlerine bağlı olarak ağırlıklarındaki değişikliklerin incelenmesi ve bu materyallerin su emilim oranlarının karşılaştırılmasını amaçladıkları çalışmalarında; 3 adet rezin-modifiye CİS, 2 adet poliasit modifiye kompozit rezin, 1 adet geleneksel CİS ve 1 adet ışıkla sertleşen kompozit rezin materyalini karşılaştırmışlardır. Araştırmacılar, materyallerin su emilim düzeylerine bağlı olarak ağırlık değişimleri arasında belirgin farklılıklar bulunduğunu ve çalışmada geleneksel CİS materyalinin en fazla emilim değeri gösterdiğini belirtmişlerdir. Resin-modifiye CİS'in ise geleneksel CİS'dan daha az poliasit modifiye kompozit ve kompozit rezinlerden daha fazla su emilimi sergilediğini gözlemlemişlerdir.<sup>35</sup> Sevilmiş ve Bulucu, farklı adeziv materyallerin su emilim özelliklerini inceledikleri çalışmalarında rezin-modifiye ve geleneksel cam iyonomer simanların en fazla su emilimi gösteren materyaller olduklarını belirtmişlerdir.<sup>36</sup> Bizim çalışmamızın sonucunda da, yüksek viskoziteli cam iyonomer siman, Equia Fil'in en fazla su emilimi ve suda çözünme gösteren materyal olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Yüksek viskoziteli cam iyonomer simanlar, geleneksel cam iyonomer simanlarla benzer asit-baz reaksiyonuna sahip olmasına rağmen, geleneksel cam iyonomer simanlara göre güçlendirilmiş olup daha iyi fiziksel ve mekanik özelliklere sahiptir. Fakat çalışmamızın sonuçları değerlendirildiğinde, yüksek viskoziteli cam iyonomer simanların yüksek su emilimi ve suda çözülmeye sahip olmasının, ağız ortamında yapısında bozunmalara sebep olabileceğini düşünmekteyiz.

Cam iyonomer simanların çözünürlüğünün zamana bağlı olarak doğrusal ve logaritmik olarak arttığı Yoshida ve arkadaşlarının yaptıkları çalışmada ortaya konmuştur.<sup>37</sup> Ayrıca başka bir çalışmada da cam iyonomer simanın su emilim değerlerinin suda

bekletilme süresi ile arttığı tespit edilmiştir.<sup>38</sup> Bizim çalışmamızda da, bu çalışmaların sonuçlarıyla benzer şekilde yüksek viskoziteli cam iyonomer simanın zamana bağlı olarak su emiliminde artış görülmüş olup zamana bağlı olarak emilim değerlerinde meydana gelen istatistiksel farkın, materyalin su emilim dengesine 7. günde ulaşabildiğinden kaynaklandığını düşünmekteyiz.

Kompozit rezinlerin su emilim değerleri, doldurucu oranlarıyla negatif korelasyon göstermektedir.<sup>39,40</sup> Materyalin doldurucu ağırlığı yüzde olarak arttıkça polimerik matriks fazı ve su emilimi oran olarak azalmaktadır çünkü su emilim olgusu tamamen polimer fazı ile ilişkilidir. Bizim çalışmamızda kullanılan kompozit rezinlerin doldurucu oranlarına bakıldığında %80-86 arasında olduğu görülmektedir. Kompozit rezinlerin 1, 7 ve 30 günlük su emilim değerleri arasında istatistiksel olarak fark bulunmamasının doldurucu oranlarının benzerliğinden kaynaklandığını düşündürmektedir.

Su emiliminde etkili bir diğer faktörde rezin materyallerde bulunan monomer tipidir. Kompozit rezinlerin organik matriks yapısında geleneksel cam iyonomerlerden farklı olarak Bis-GMA, TEGDMA, UDMA, Bis-EMA gibi farklı monomerler kullanılır.<sup>41</sup> Sideridou ve arkadaşlarının yapmış oldukları çalışmada monomerlerin su emilim değerleri karşılaştırılmış, Bis-EMA < UDMA < Bis-GMA < TEGDMA şeklinde sıralanmışlardır.<sup>42</sup> Bizim çalışmamızda ise test edilen kompozitlerin benzer monomer yapıya sahip olması aralarında istatistiksel fark olmamasının diğer bir nedeni olabilir.

Çalışmamızın sonucunda geleneksel kompozit rezin Filtek Z550 materyalinin su emilim değerleri kütesel olarak yerleştirilebilen kompozit rezinlere göre daha yüksek verilere ulaşmış ancak aralarında istatistiksel fark oluşmamıştır. Nanodoldurucu kompozit rezinlerin daha fazla sıvı absorpsiyonu gösterdiği literatürde iki nedenle ilişkilendirilmiştir. Kompozitin yapısında 20 nm boyutlu silika doldurucularının yığılmadan biraraya getirilmesinden dolayı hacim oranına göre daha büyük yüzey alanı elde edilmiş olup, doldurucu-rezin matriks ara yüzeyine daha fazla sıvı birikmesine neden olmaktadır.<sup>43,44</sup> İkinci olarak ise doldurucu partiküllerin rezin matriks ile doyurulmasının yeterli derecede sağlanamaması sonucu oluşan zayıf bağlanmanın basit difüzyon için kolay yollar oluşturması ve buna bağlı olarak kompozit rezin içine sıvı akümüülasyonun artmasından kaynaklandığı belirtilmiştir.<sup>45,46</sup> Çalışma sonucunda Filtek Z550 nanodolduruculu geleneksel kompozit rezinin yüksek su emilimi göstermesinin bu nedenlerden kaynaklandığını düşünmekteyiz.

Kompozit rezinlerin su emilim değerleri, saklanma solüsyonlarının türünden ve bekletilme sürelerinden

etkilenmektedir. Saklanma süresi ile kompozit rezinlerin su emilim değerleri arasında pozitif korelasyon olduğu çeşitli çalışmalarda gösterilmiştir.<sup>22,42</sup> Ayrıca literatürde kompozit rezinlerin su absorpsiyonunun birinci günden otuzuncu güne kadar arttığını belirten çalışmalarda mevcuttur.<sup>47,48</sup> Kompozit materyallerindeki su emilimi difüzyon kontrollü bir süreç olup, başlangıçtaki su emilim değerlerinin yüksek olmasından materyalin büyük miktarda hidroskobik genişlemeye uğramasının sorumlu olduğu ve bunun 180 güne kadar devam ettiği belirtilmiştir.<sup>2,47,49</sup> Bundan dolayı bizim çalışmamızda da kompozit rezinlerin saklanma süresi arttıkça su emilim değerleri artış göstermiştir ve önceki çalışmalarla uyumludur.

Kompozit rezinlerin su içindeki çözünürlüğü esas olarak serbest monomerlerin, katkı maddelerinin, doldurucu partiküller ve bileşenlerinin sızdırılmasıyla ilişkilendirilmektedir.<sup>50,51</sup> Reaksiyona girmemiş monomerlerin sızabilir miktarı büyük ölçüde polimerize olabilme derecesiyle ilişkilidir ve bu durum polimerizasyon derecesiyle bağlantılı olup ne kadar yüksek oranda polimerize olursa o kadar az serbest monomer artığı kalır ve düşük kompozit çözünürlüğü elde edilmiş olur.<sup>42,44,52</sup> Çalışmamızda kullanılan kütleli yerleştirilebilen kompozit rezinler yüksek polimerizasyon derecesine sahip olup,<sup>53,54</sup> çalışmada kullanılan diğer restoratif materyallere göre daha düşük çözünürlük değerleri sergilemesinin bundan kaynaklandığını düşünmekteyiz.

Çalışmamızda kullanılan Filtek Z550 materyalinin yüksek oranda ve siloranlanmamış doldurucu tipi içermesinin matriks-doldurucu arayüzünde zayıf bağlanmaya neden olabileceği belirtilmiştir.<sup>55</sup> Zayıf matriks-doldurucu arayüzüne sahip yüksek oranda doldurucu içeren kompozit rezinler, materyalin yetersiz ara yüzeyinin su difüzyonu için yollar oluşturması ve hızlı bozunmasına sebep olmasından dolayı hidrolitik denge bakımından kötü bir kombinasyon olarak değerlendirilir.<sup>56,57</sup> Bizde çalışmamızda Filtek Z550 kompozit rezinin, kütleli olarak yerleştirilebilen kompozit rezinlere göre istatistiksel olarak anlamlı fark oluşturmasa da daha yüksek çözünürlük ve değerleri göstermesini bu duruma bağlamaktayız.

Geleneksel cam iyonomer simanların sınırlı fiziksel özellikleri klinik uygulamalarda stres almayan kaviterlerde kullanımını gerektirmektedir.<sup>58,59</sup> Bu materyallerin fiziksel özelliklerini geliştirmek amacıyla üretilen yüksek viskoziteli cam iyonomer simanın,<sup>60</sup> bu çalışmanın sonucunda elde edilen yüksek su emilimi ve çözünürlük değerlerinin ise materyalin kullanımını sınırlayacağını düşünmekteyiz. Bu çalışmada, test edilen materyaller arasında en az su emilimi ve çözünürlük gösteren kütleli kompozit rezinlerin daha kolay ve hızlı uygulanabilmesi

sebebiyle pedodonti kliniklerinde yüksek çürük insidansına sahip ve non-koopere çocuklarda tercih edilebilecek iyi bir alternatif materyal olduğu sonucuna varılmıştır. Kütleli yerleştirilebilen materyallerin performanslarının değerlendirilmesi için ilave klinik çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

## SONUÇ

1. Kütleli yerleştirilebilen kompozitler konvansiyonel kompozit rezinlere benzer su emilim ve çözünürlük özellikleri sergilemişlerdir.
2. Bütün materyaller içinde en fazla su emilimi ve suda çözünürlük değerlerini yüksek viskoziteli cam iyonomer göstermiştir.
3. Zamana bağlı olarak materyallerin su emilim ve çözünürlük özelliklerinde artış olmakla birlikte en fazla artış cam iyonomer grubunda ortaya çıkmıştır.
4. Klinik uygulamalarda kütleli yerleştirilebilen kompozitlerin, geleneksel kompozit rezinler gibi güvenilir bir şekilde uygulanabileceğini düşünmekteyiz.

## TEŞEKKÜR

Tüm yazarların gönderilen makalede akademik-bilimsel olarak doğrudan eşit şekilde katkısı bulunmaktadır. Çalışmada yer alan yazarlar arasında herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır. Bu çalışma için herhangi bir finansal destek alınmamıştır.

**KAYNAKLAR**

1. Craig RG, editor. Restorative dental materials. 10th ed. St. Louis, Missouri: C.V. Mosby Company, 1997.
2. Braden M, Clarke RL. Water absorption characteristics of dental microfine composite filling materials. *Biomaterials* 1984; 5(6): 369-72.
3. Soderholm K-JM, Zigan M, Ragan M, Fischlschweiger W, Bergman M. Hydrolytic degradation of dental composites. *J Dent Res* 1984; 63(10): 1248-54.
4. Fan PL, Edahl A, Leung RL, Standford JW. Alternative interpretations of water sorption values of composite resins. *Journal of Dental Research* 1985; 64(1): 78-80.
5. Spahl W, Budzikiewicz H, Geursten W. Extractable residual monomers from various resin materials-a qualitative study. *J Dent Res* 1994; 73(1): 295.
6. Hansel C, Leyhausen G, Mai UEH, Geurtsen W. Effects of various resin composite (co)monomers and extracts on two caries-associated microorganisms in vitro. *Dent Mater* 1998; 77(1): 60-7.
7. Ferracane JL. Elution of leachable components from composites. *Journal of Oral Rehabilitation* 1994; 21(4): 441-52.
8. Söderholm KJ. Leaking of fillers in dental composites. *Journal of Dental Research* 1983; 62(2): 126-30.
9. Prati C, Mongiorgi R, Bertocchi G, Baldisserotto G. Dental composite resin porosity and effect on water absorption. *Bolletino Societa Italiana Biologia Sperimentale* 1991; 67(4): 409-14.
10. Peutzfeldt A, Asmussen E. Influence of ketones on selected mechanical properties of resin composites. *Journal of Dental Research* 1992; 71(11): 1847-50.
11. Guggenberger R, May R, Stefan KP. New trends in glass-ionomer chemistry. *Biomaterials* 1998; 19(6): 479-83.
12. Scholtanus JD, Huysmans MC. Clinical failure of class-II restorations of a highly viscous glass-ionomer material over a 6-year period: a retrospective study. *J Dent* 2007 Feb; 35(2): 156-62.
13. Dowling AH, Fleming GJ. Are encapsulated anterior glass-ionomer restoratives better than their hand-mixed equivalents? *J Dent* 2009; 37(2): 133-40.
14. 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.
15. Rosenstiel SF, Land MF, Crispin MJ. Dental luting agents: A review of the current literature. *J Prosthet Dent* 1998; 80(3): 280-301.
16. Yap A, Lee CM. Water sorption and solubility of resin-modified polyalkenoate cements. *J Oral Rehabil* 1997; 24(4): 310-4.
17. Donadio-Moura J, Gouw-Soares S, de Freitas PM, Navarro RS, Powell LG, Eduardo Cde P. Tensile bond strength of a flowable composite resin to ER:YAG-laser-treated dentin. *Lasers Surg Med* 2005; 36(5): 351-5.
18. Karaman E, Yazici AR, Ozgunaltay G, Dayangac B. Clinical evaluation of a nanohybrid and a flowable resin composite in non-cariou cervical lesions: 24-month results. *J Adhes Dent* 2012; 14(5): 485-92.
19. Czasch P, Ilie N. In vitro comparison of mechanical properties and degree of cure of bulk fill composites. *Clin Oral Investig* 2013; 17(1): 227-35.
20. Ilie N, Hickel R. Investigations on a methacrylate-based flowable composite based on the SDR (TM) technology. *Dent. Mater* 2011; 27(4): 348-55.
21. Goracci C, Cadenaro M, Fontanive L, Giangrosso G, Juloski J, Vichi A. Polymerization efficiency and flexural strength of low-stress restorative composites. *Dent. Mater* 2014; 30(6): 688-94.
22. Alshali RZ, Silikas N, Satterthwaite JD. Degree of conversion of bulk-fill compared to conventional resin-composites at two time intervals. *Dent. Mater.* 2013; 29(9): 213-7.
23. Alrahlah A, Silikas N, Watts DC. Post-cure depth of cure of bulk fill dental resin-composites. *Dent. Mater* 2014; 30(2): 149-54.
24. Alshali RZ, Salim NA, Satterthwaite JD, Silikas N. Post-irradiation hardness development, chemical softening, and thermal stability of bulk-fill and conventional resin-composites. *J. Dent* 2014; 43(2): 209-18.
25. Leprince JG, Palin WM, Vanacker J, Sabbagh J, Devaux J, Leloup G. Physico-mechanical characteristics of commercially available bulk-fill composites. *J. Dent* 2014; 42(8): 993-1000.
26. Ref: ISO 4049. Dentistry – Resin based filling materials. International Organization for Standardisation, Switzerland
27. Davis N. A nanotechnology composite. *Compend Contin. Educ Dent* 2003; 24(9): 662-70.
28. Fabre HSC, Fabre S, Cefaly DFG, Carrilho MRO, Garcia FCP, Wang L. Water sorption and solubility of dentin bonding agents light-cured with different light sources. *J Dent* 2007; 35(3): 253-8.

29. Ito S, Hashimoto M, Wadgaonkar B, Svizero N, Carvalho RM, Yiu C, Rueggeberg FA, Foulger S, Saito T, Nishitani Y, Yoshiyama M, Tay FR, Pashley DH. Effect of resin hydrophilicity on water sorption and changes in modulus of elasticity. *Biomater* 2005; 26(33): 6449-59.
30. Lopes LG, Cefaly DGF, Franco EB, Mondelli RFL, Lauris JRP, Navarro MFL. Clinical evaluation of two "packable" posterior composite resins: two-year results. *Clin Oral Investig* 2003; 7(3): 123-8.
31. Witzel MF, Calheiros FC, Gonçalves F, Kawano Y, Braga RR. Influence of photo activation method on conversion, mechanical properties, degradation in ethanol and contraction stress of resin-based materials. *J Dent* 2005; 33(9): 773-9.
32. Sidhu SK, Nicholson JW. A Review of Glass-Ionomer Cements for Clinical Dentistry. *J Funct Biomater*. 2016; 7(3): 16.
33. Phillips S, Bishop BM. An in vitro study of the effect of moisture on glass ionomer cement. *Quintessence Int* 1985; 16(2): 175-7.
34. Naasan MA, Watson TF. Conventional glass ionomers as posterior restorations. A status report for the American Journal of Dentistry. *Am J Dent* 1998; 11(1): 36-45.
35. Iwami Y, Yamamoto H, Sato W, Kawai K, Torii M, Ebisu S. Weight change of various light-cured restorative materials after water immersion. *Oper Dent* 1998; 23(3): 132-7.
36. Sevilmiş HH, Bulucu B. Adesiv materyallerin su emilimi özellikleri. [Water Sorption Property of Adhesive Materials.] *Hacettepe Dişhekimliği Fakültesi Dergisi* 2007; 31(2): 16-21.
37. Yoshida K, Tanagawa M, Atsuta M. In-vitro solubility of three types of resin and conventional luting cements. *J Oral Rehabil*, 1998; 25(4): 285-91.
38. Shen C, Grimaudo N. Effect of hydration on the biaxial flexural strength of a glass ionomer cement. *Dent Mater*, 1994; 10(3): 190-95.
39. Øysæd H, Ruyter IE. Water sorption and filler characteristics of composites for use in posterior teeth. *J. Dent. Res.* 1986; 65(11): 1315-8.
40. Mortier E, Gerdolle DA, Jacquot B, Panighi MM. Importance of water sorption and solubility studies for couple bonding agent-resin-based filling material. *Operative Dent* 2004; 29(6): 669-76.
41. Ortengen U, Elgh U, Spasenoska V, Milleding P, Haasum J, Karlsson S. Water sorption and flexural properties of a composite resin cement. *Int J Prosthodont* 2000; 13(2): 141-7.
42. Sideridou ID, Tserki V, Papanastasiou G. Study of water sorption, solubility and modulus of elasticity of light-cured dimethacrylate-based dental resins. *Biomaterials* 2003; 24(4): 655-65.
43. Curtis AR, Shortall AC, Marquis PM, Palin WM. Water uptake and strength characteristics of a nanofilled resin-based composite. *J Dent* 2008; 36(3): 186-93.
44. Silva EMD, Almeida GS, Poskus LT, Guimarães JGA. Relationship between the degree of conversion, solubility and salivary sorption of a hybrid and a nanofilled resin composite. *J. Appl. Oral Sci.* 2008; 16 (2): 161-6.
45. Santos C, Clarke RL, Braden M, Guitian F, Davy KW. Water absorption characteristics of dental composites incorporating hydroxyapatite filler. *Biomaterials*. 2002; 23(8): 1897-904.
46. da Silva MA, Fardin AB, de Vasconcelos RC, Santos Lde M, Tonholo J, da Silva JG Jr, dos Reis JI. Analysis of roughness and surface hardness of a dental composite using atomic force microscopy and microhardness testing. *Microsc Microanal* 2011; 17(3): 446-51.
47. Braden M, Causton BE, Clarke RL. Diffusion of water in composite filling materials. *J Dent Res* 1976; 55(5): 730-732.
48. Swartz ML, Moore BK. Direct Restorative Resins-A Comparative Study. *J Prosthet Dent* 1982; 47(2): 163-170.
49. Momoi Y, McCabe JF. Hygroscopic expansion of resin based composites during 6 months of water storage. *Br Dent J* 1994; 176(3): 91-6.
50. Söderholm KJM, Yang MC, Garcea I. Filler particle leachability of experimental dental composites. *Eur. J. Oral Sci* 2000; 108 (6): 555-60.
51. Van Landuyt K, Nawrot T, Geebelen B, De Munck J, Snauwaert J, Yoshihara K. How much do resin-based dental materials release? A meta-analytical approach. *Dent. Mater* 2011; 27(8): 723-47.
52. Gonçalves L, Jaime Filho D, Guimarães JG, Poskus LT, Silva EM. Solubility, salivary sorption and degree of conversion of dimethacrylate-based polymeric matrixes. *J. Biomed. Mater. Res.* 2008; 85(2): 320-5.
53. Fleming GJ, Awan M, Cooper PR, Sloan AJ. The potential of a resin-composite to be cured to a 4mm depth. *Dent Mater*. 2008; 24(4): 522-9.
54. Campodonico CE, Tantbirojn D, Olin PS, Versluis A. Cuspal deflection and depth of cure in resin-based composite restorations filled by using bulk, incremental and transtooth-illumination techniques. *Journal of Dental Association* 2011; 142(10): 1176-82.
55. Alshali RZ, Salim NA, Satterthwaite JD, Silikas N. 2015. Long-term sorption and solubility of bulk-fill and conventional resin-composites in water and artificial saliva. *J Dent*. 2015; 43(12): 1511-8.
56. Kalachandra S. Influence of fillers on the water sorption of composites. *Dent. Mater* 1989; 5(4): 283-8.



- 57.van Noort R, Introduction to Dental Materials, 3rd ed., MOSBY Elsevier Ltd., London, 2007.p. 99-127.
- 58.Yap AU, Pek YS, Cheang P. Physico-mechanical properties of a fast-set highly viscous GIC restorative. J Oral Rehabil, 2003; 30(1): 1-8.
- 59.Mc Cabe JF, Walls AWG. Applied dental materials. 9th Ed. Oxford, England: Blackwell Scientific Pub. 2008.p. 178-286.
- 60.Scholtanus JD, Huysmans MC. Clinical failure of class-II restorations of a highly viscous glass-ionomer material over a 6-year period: a retrospective study, J Dent. 2007; 35(2): 156-62.

Yazışma Adresi:

Dr. Öğr. Üyesi Hayri AKMAN  
Alaaddin Keykubat Üniversitesi  
Diş Hekimliği Fakültesi Pedodonti AD  
Tel : +90 535 573 57 97  
E-mail: akmanhayri@gmail.com