

# Farklı posterior kompozit rezinlerde su emilimi, çözünürlük ve mikrosertlik değişimlerinin incelenmesi

Çiğdem Atalayın(0000-0003-4144-4233)<sup>α</sup>, Gamze Karaçolak(0000-0002-7090-1360)<sup>α</sup>, Ayşegül Kaya(0000-0002-7271-047X)<sup>α</sup>

Selcuk Dent J, 2018; 5: 117-122 (Doi: 10.15311/selcukdentj. 329999)

Başvuru Tarihi: 20 Temmuz 2017  
Yayına Kabul Tarihi: 01 Kasım 2017

### ÖZ

#### Farklı posterior kompozit rezinlerde su emilimi, çözünürlük ve mikrosertlik değişimlerinin incelenmesi

**Amaç:** : Bu *in vitro* çalışmanın amacı farklı posterior kompozitlerin su emilimi, çözünürlük ve mikrosertlik değerlerinin zaman içindeki değişimlerini incelemektir.

**Gereç ve Yöntemler:** : Çalışmada beş farklı kompozit (Ceram-X One Universal-Dentsply, G-aenial posterior-GC, Charisma Smart-Heraus-Kulzer, X-tra fil-Voco ve Filtek Z550-3M-ESPE) ve bir cam iyonomer siman (Ketac Molar Easymix-3M-ESPE) kullanıldı. Materyallerin su emilimi ve suda çözünürlükleri ISO 4049 standartlarına göre incelendi. Materyallerin üç farklı zaman aralığında (başlangıç, 28 gün suda bekletme sonrası ve 90 gün desikatörde bekletme sonrası) mikrosertlik ölçümleri yapıldı. Verilerin istatistiksel analizi % 95 güven aralığında tek yönlü varyans analizi (ANOVA) ve Bonferroni testi ile gerçekleştirildi.

**Bulgular:** Tüm kompozit materyaller ISO 4049 kriterlerine uygun olarak 40 µg/mm<sup>3</sup>'den daha az su emilimi gösterdi. Bu kriterlere uymayan ve en yüksek su emilimi değeri Ketac Molar Easymix'de (78.44±5.14 µg/mm<sup>3</sup>) saptandı (p<0.05). Materyallerin tümü ISO 4049 kriterlerine uygun olarak 7.5 µg/mm<sup>3</sup>'den daha az çözünürlük gösterdi. Su emilimi, çözünürlük ve üç farklı zaman aralığındaki mikrosertlik değerleri arasındaki korelasyon incelendiğinde, materyallere göre farklılık olduğu belirlendi.

**Sonuç:** Çözünürlük, su emilimi ve mikrosertlik gibi temel mekanik özellikler klinisyenlerin materyal seçiminde etkili olsa da, materyallerin diğer fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerinin de dikkate alınması gerektiği unutulmamalıdır.

#### ANAHTAR KELİMELELER

**Bileşik rezinler, çözünürlük, mikrosertlik, su emilimi**

### ABSTRACT

#### Water sorption, solubility and microhardness changes of different posterior composites

**Background:** The aim of this *in vitro* study was to evaluate the water sorption, solubility and microhardness changes of posterior composites over time.

**Methods:** Five composites (Ceram-X One Universal-Dentsply, G-aenial posterior-GC, Charisma Smart-Heraus-Kulzer, X-tra fil-Voco and Filtek Z550-3M-ESPE) and a glass-ionomer cement (Ketac Molar Easymix-3M-ESPE) were used. The water sorption and solubility were assessed according to ISO 4049 standards. Microhardness measurements were made at three different time-intervals (initial, after water storage for 28 days and after desiccator storage for 90 days). Statistical analysis of the data was performed by one way variance analysis (ANOVA) and Bonferroni test at 95% confidence interval.

**Results:** The water sorption of all composites were less than 40 µg/mm<sup>3</sup> in accordance with ISO 4049. The highest water sorption (78.44 ± 5.14 µg/mm<sup>3</sup>) was found in Ketac Molar Easymix (p<0.05). All of the materials showed less than 7.5 µg/mm<sup>3</sup> solubility in accordance with ISO 4049. The correlation between water sorption, solubility and microhardness was determined to vary according to the materials.

**Conclusion:** Although the mechanical properties such as water sorption, solubility and microhardness are effective in material selection, other physical, chemical and biological properties should be also considered.

#### KEYWORDS

**Composite resins, solubility, microhardness, water sorption**

Günümüz diş hekimliği pratiğinde posterior bölgede kompozit ve cam iyonomer restorasyonlar oldukça yaygın bir kullanım alanına sahiptir. Ancak söz konusu bu restorasyonların amalgam restorasyonlarla karşılaştırıldığında değiştirme riskinin yüksek olması,<sup>1</sup> kullanım sürelerinin sorgulanmasına yol açmaktadır. Bu sebeple piyasada son dönemde posterior bölgede kullanılmak üzere mekanik özellikleri geliştirilen geniş bir ürün yelpazesi bulunmaktadır. Klinisyenler bu geniş ürün yelpazesi içinden kullanacakları ürünü seçerken çeşitli kriterleri esas almaktadır. Restoratif materyal

seçimini etkileyen en önemli faktörlerden biri materyalin mekanik özellikleridir. Çözünürlük, su emilimi ve mikrosertlik gibi mekanik özellikler materyallerin uzun dönem klinik performansı hakkında klinisyenlere fikir vermektedir.

Ağız içi dinamik koşullarda sürekli oral sıvılarla temas halinde kalacak olan materyaller için su emilimi ve çözünürlük klinik başarı açısından önem teşkil etmektedir. Materyal yapısında hidrolitik bozulmalara neden olan su emilimi,

<sup>α</sup> Ege Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Restoratif Diş Tedavisi Anabilim Dalı, İzmir, Türkiye

fiziksel ve kimyasal yapıyı da değiştirerek materyalin mekanik özelliklerini olumsuz etkilemektedir. İlaveten su emilimi kompozit rezinlerin hidrolitik stabilitesini bozarak renklenmeye neden olmaktadır. Su emiliminin aşınma direncinde azalmaya, hidrolitik degradasyona ve higroskopik ekspansiyona neden olduğu bildirilmiştir.<sup>2-6</sup> Ayrıca su emilimi nedeniyle oluşan higroskopik stresin restore edilen dişte çatlaklara veya tüberkül kırıklarına neden olabileceği de bilinmektedir.<sup>7</sup> Materyalin suda çözünürlüğünün ise kimyasal çözünürlüğü artırabileceği ve biyolojik uyumluluğu da etkileyebileceği düşünülebilir.

Söz konusu sorunlara çözüm getirmek üzere yeni formülasyonlara sahip materyaller geliştirilmiştir. Bu materyallerin geliştirilmesindeki amaç, klinik kullanım sürelerini uzatarak klinik başarıyı artırmaktır. Bu materyallerde doldurucu ve matris içeriğindeki modifikasyonlarla fiziksel ve mekanik özelliklerinin geliştirilmesi hedeflenmektedir. Örneğin geleneksel hibrit kompozitlerin yarısı kadar partikül büyüklüğüne sahip mikrohibrit kompozitler ön ve arka bölgede kullanım, kolay uygulanabilirlik, daha iyi parlatma gibi özellikleri geliştirilmek üzere üretilmiştir.<sup>8</sup> Posterior bölgedeki ihtiyaçlar doğrultusunda geliştirilen, pre-polimerize doldurucu içeren mikrohibrit kompozitler de mevcuttur. Posterior bölgedeki ihtiyaçlar doğrultusunda geliştirilen alternatif formülasyona sahip bir diğer materyal, organik modifiye seramik ve eter-metakrilat kombinasyonunu içeren modifiye kompozittir. Bu materyalin içeriğindeki organik ve inorganik gruplar bağlanarak hibrit bir ağ oluşturmaktadır.<sup>3</sup> Nanoteknoloji alanındaki ilerlemeler doğrultusunda geliştirilen nano-partikül boyutunda doldurucuya sahip nano-kompozitlerde ise estetik ve mekanik özelliklerinin artırılması hedeflenmektedir.<sup>9</sup> Nano-kompozitlerin üstün sertlik, esneklik, elastisite, estetik görünüm, kolay uygulama ve iyi parlatılabilirlik özellikleri en önemli avantajlarıdır.<sup>10</sup>

Bu *in vitro* çalışmanın amacı posterior bölgede kullanım için üretilmiş farklı kompozitlerin su emilimi, çözünürlük ve mikrosertlik değerlerinin zaman içinde değişimlerini incelemektir.

## GEREÇ VE YÖNTEM

Çalışmada beş farklı kompozit ve bir cam iyonomer siman olmak üzere altı farklı restorasyon materyali kullanıldı. Bu materyallere ait bilgiler Tablo 1'de özetlenmiştir. Her bir materyalden plastik kalıplar kullanılarak 8 mm çap ve 2 mm yüksekliğe sahip disk-şeklinde örnekler hazırlandı (n=10). Örnekler düz bir yüzey

**Tablo 1.**

**Çalışmada kullanılan restorasyon materyallerine ait bilgiler (İçerik bilgileri üretici firmaların beyanı doğrultusundadır)**

Marka	Materyal	İçeriği	Doldurucu Oranı	Üretici	Lot Numarası
Ceram-X One Universal	Nano-seramik universal kompozit	Metakrilat modifiye polisiloksan (organik modifiye seramik), dimetakrilat rezinler, floresan pigment, UV stabilizör, kamforokinon, Etil-4 (dimetilamin) benzoat, baryum-aliminyum-borosilikat cam, silikon dioksit nano doldurucu, pigmentler	Hacimce % 55 Ağırlıkça % 77	Dentsply	1503000268
G-aenial posterior	Mikrohibrit posterior kompozit	Metakrilat monomerleri (UDMA ve dimetakrilat ko-monomerleri) Pre-polimerize doldurucular (16-17µ): Silika içerikli, Stronsiyum ve Lanthanoid, Flor içerikli inorganik doldurucular > 100 nm: Floroaluminosilikat inorganik doldurucular < 100 nm: silika İz miktarda pigmentler, katalistler (Bis-GMA içermez.)	Ağırlıkça % 81	GC	1409222
Charisma Smart	Mikrohibrit kompozit	BIS-GMA matris, 0.005 – 10 µm partikül boyutuna sahip doldurucu: Baryum Aliminyum Flor cam, dağıtılmış silikon dioksit	Hacimce % 59	Heraeus, Kulzer	010501A
Ketac Molar Easymix	Geleneksel cam iyonomer siman	Toz: Al-Ca-La flor cam, % 5 kopolimer asit (akrilik ve maleik asit) Likit: Polialkenoik asit, tartarik asit, su	-	3M ESPE	620200
X-tra fil	Posterior (bulk fil) kompozit	Farklı dimetakrilat karışımları, UDMA, Bis-GMA, silikat doldurucular, inisiyatorlar, pigmentler, aminler, katkı maddeleri	Hacimce %70.1 Ağırlıkça %86	Voco	1516628
Filtek Z550	Nanohibrit universal kompozit	Rezin: BIS-GMA, UDMA, BIS-EMA, PEGDMA ve TEGDMA Doldurucu: Yüzey modifiye zirkonyum/silika	Hacimce % 67.8 Ağırlıkça % 81.8	3M ESPE	N751485

oluşturmak için cam ve şeffaf matris bandı arasına yerleştirilerek hazırlandı. Resin esaslı materyaller her iki yüzden, 20 saniye ışıkla (LED, Elipar S10, 3M-ESPE, ABD) polimerize edildi. Işık yoğunluğu 1200 mW/cm<sup>2</sup> olarak ölçüldü ve her grup öncesinde ışık kaynağının batarya seviyesi ve ışık yoğunluğu kontrol edildi. Işık kaynağı örneklerle temas etmeden olabilecek en yakın mesafede konumlandırılarak kullanıldı. Örnekler 37°C'de 28 gün desikatörde bekletildi. Daha sonra hassas terazi (Ohaus Adventurer, AR3130, Çin) ile ağırlık ölçümü yapılarak m<sub>1</sub>

değerleri elde edildi. Hacim ( $V=\pi r^2 h$ ) hesaplaması yapmak üzere örneklerin çap ve yükseklikleri dijital kumpas (TorQ Digital Caliper, Çin) ile ölçüldü ve kaydedildi. Örneklerin başlangıç mikrosertlik ölçümleri, mikrosertlik cihazı (HMV-2, Microhardness Tester, Shimadzu, Japonya) ile 15 saniye süreyle 50 mNewton kuvvet uygulanarak yapıldı ve VH<sub>1</sub> değerleri elde edildi.

Örnekler daha sonra 28 gün boyunca distile suda bekletildi. Olası pH değişimini önlemek için distile su haftalık olarak yenilendi. 28 gün sonunda örnekler distile sudan çıkarıldı ve kurulandı. İkinci kez ağırlık ölçümü (m<sub>2</sub>) ve mikrosertlik ölçümü (VH<sub>2</sub>) yapıldı. Daha sonra örnekler 37°C'de 90 gün desikatörde bekletildi. Bu bekleme süresi sonrasında üçüncü kez ağırlık (m<sub>3</sub>) ve mikrosertlik (VH<sub>3</sub>) ölçümleri yapıldı.

Su emilimi (WS) ve çözünürlük (SL), aşağıda belirtilmiş olan formüller<sup>11,12</sup> kullanılarak ISO 4049 standartlarına göre hesaplandı.

$$WS = (m_2 - m_3) / V$$

$$SL = (m_1 - m_3) / V$$

Verilerin istatistiksel analizi IBM SPSS (SPSS Inc, Chicago Illinois, ABD) programı ile % 95 güven aralığında tek yönlü varyans analizi (ANOVA) ve Bonferroni testi ile gerçekleştirildi.

## BULGULAR

Verilerin normal dağılım gösterdiği Shapiro-Wilk testi ile belirlendi ( $p>0.05$ ). ANOVA sonuçlarına göre WS, SL, VH<sub>1</sub>, VH<sub>2</sub> ve VH<sub>3</sub> değerlerinin gruplar arasında farklılık gösterdiği belirlendi ( $p<0.05$ ).

Örneklerle ait WS, SL, VH<sub>1</sub>, VH<sub>2</sub> ve VH<sub>3</sub> değerleri **Tablo 2**'de gösterilmiştir. Çalışmada test edilen tüm kompozit materyaller ISO 4049 kriterlerine uygun olarak 40  $\mu\text{g}/\text{mm}^3$ 'den daha az su emilimi gösterdi. Bu kriterlere uymayan ve en yüksek WS değeri ise sadece cam iyonomer siman olan Ketac Molar Easymix'de ( $78.44 \pm 5.14 \mu\text{g}/\text{mm}^3$ ) saptandı ( $p<0.05$ ). Kompozit materyaller arasında en az su emiliminin, X-tra fil grubunda ( $9.61 \pm 4.9$ ) meydana geldiği saptandı. Test edilen materyallerin tümü ISO 4049 kriterlerine uygun olarak 7.5  $\mu\text{g}/\text{mm}^3$ 'den daha az çözünürlük değerleri gösterdi. G-aenial posterior, Charisma Smart, X-tra fil ve Filtek Z550 gruplarında negatif çözünürlük değerleri saptanması, kurutma süresince suyun tamamen uzaklaştırılmadığını göstermektedir.

**Tablo 2.**

**Su emilimi, çözünürlük ve mikrosertlik için ortalama  $\pm$  standart sapma değerleri**

Materyal	WS ( $\mu\text{g}/\text{mm}^3$ )	SL ( $\mu\text{g}/\text{mm}^3$ )	VH1	VH2	VH3
Ceram-X One Universal	17.49 $\pm$ 6.61 <sup>a</sup>	1.47 $\pm$ 3.11 <sup>a,b</sup>	58.63 $\pm$ 4.97 <sup>a,c</sup>	48.48 $\pm$ 6.15 <sup>a</sup>	52.42 $\pm$ 7.39 <sup>a</sup>
G-aenial posterior	13.53 $\pm$ 5.17 <sup>a,b</sup>	1.22 $\pm$ 4.07 <sup>a,b,c</sup>	40.33 $\pm$ 5.46 <sup>a</sup>	29.72 $\pm$ 1.73 <sup>b</sup>	29.94 $\pm$ 7.06 <sup>b</sup>
Charisma Smart	15.03 $\pm$ 3.04 <sup>a,b</sup>	0.07 $\pm$ 4.36 <sup>a,b,c</sup>	54.85 $\pm$ 5.51 <sup>a</sup>	44.66 $\pm$ 5.58 <sup>a,b</sup>	37.75 $\pm$ 8.48 <sup>b,c</sup>
Ketac Molar Easymix	78.44 $\pm$ 5.14 <sup>c</sup>	4.90 $\pm$ 5.81 <sup>a</sup>	94.60 $\pm$ 18.21 <sup>b</sup>	82.50 $\pm$ 21.38 <sup>c</sup>	50.33 $\pm$ 5.22 <sup>c</sup>
X-tra fil	9.61 $\pm$ 4.9 <sup>b</sup>	-4.00 $\pm$ 5.56 <sup>b,c</sup>	76.29 $\pm$ 12.41 <sup>b,c</sup>	62.5 $\pm$ 7.34 <sup>a,d</sup>	47.94 $\pm$ 9.63 <sup>a,c</sup>
Filtek Z550	15.31 $\pm$ 6.66 <sup>a,b</sup>	-4.79 $\pm$ 3.32 <sup>c</sup>	78.55 $\pm$ 8.08 <sup>b</sup>	67.65 $\pm$ 4.62 <sup>c,d</sup>	44.49 $\pm$ 3.12 <sup>c</sup>

Aynı sütündeki aynı üst simgeye sahip değerler istatistiksel olarak farksızdır ( $p>0.05$ )

WS: su emilimi, SL: çözünürlük, VH1: başlangıç mikrosertlik değeri, VH2: suda bekletme sonrası mikrosertlik değeri, VH3: desikatörde su uzaklaştırıldıktan sonraki mikrosertlik değeri

Su emilimi, çözünürlük ve üç farklı zaman aralığındaki mikrosertlik değerleri arasındaki korelasyon incelendiğinde materyallere göre farklılık olduğu belirlendi. Ceram-X, Charisma Smart ve Filtek Z550 gruplarında WS, SL, VH<sub>1</sub>, VH<sub>2</sub> ve VH<sub>3</sub> arasında korelasyon olmadığı belirlendi. G-aenial Posterior grubunda sadece VH<sub>2</sub> ve VH<sub>3</sub> arasında pozitif anlamlı bir korelasyon olduğu belirlendi ( $r=0.816$ ,  $p<0.05$ ). Ketac Molar Easymix grubunda; SL ve VH<sub>1</sub> arasında negatif anlamlı bir korelasyon olduğu belirlendi ( $r=-0.962$ ,  $p<0.05$ ). X-tra fil grubunda WS ve SL arasında pozitif anlamlı bir korelasyon olduğu belirlendi ( $r=0.679$ ,  $p<0.05$ ).

Başlangıç mikrosertlik değerleri incelendiğinde; en yüksek mikrosertlik değerleri sırasıyla Ketac Molar ( $94.60 \pm 18.21$ ), Filtek Z-550 ( $78.55 \pm 8.08$ ) ve X-tra fil ( $76.29 \pm 12.41$ ) gruplarında gözlemlendi ve bu gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık yoktu. En düşük başlangıç mikrosertlik değerleri ise sırasıyla G-aenial posterior ( $40.33 \pm 5.46$ ), Charisma Smart ( $54.85 \pm 5.51$ ) ve Ceram-X One Universal ( $58.63 \pm 4.97$ ) gruplarında saptandı ve bu gruplar arasında da istatistiksel olarak anlamlı farklılık yoktu. Ayrıca X-tra fil ve Ceram-X One Universal başlangıç mikrosertlik değerleri arasında anlamlı farklılık olmadığı saptandı (**Tablo 2**). Her bir materyal için üç farklı zaman aralığındaki mikrosertlik değerleri incelendiğinde; mikrosertlik değerlerinde azalma yönünde bir gidişat olduğu görüldü. Karşılaştırmalar **Tablo 3**'de gösterilmiştir.

**Tablo 3.**

**Üç farklı zaman aralığında, mikrosertlik için ortalama  $\pm$  standart sapma değerleri.**

Materyal	VH1	VH2	VH3
Ceram-X One Universal	58.63 $\pm$ 4.97 <sup>a</sup>	48.48 $\pm$ 6.15 <sup>a</sup>	52.42 $\pm$ 7.39 <sup>a</sup>
G-aenial posterior	40.33 $\pm$ 5.46 <sup>a</sup>	29.72 $\pm$ 1.73 <sup>b</sup>	29.94 $\pm$ 7.06 <sup>a,b</sup>
Charisma Smart	54.85 $\pm$ 5.51 <sup>a</sup>	44.66 $\pm$ 5.58 <sup>a,b</sup>	37.75 $\pm$ 8.48 <sup>b</sup>
Ketac Molar	94.60 $\pm$ 18.21 <sup>a</sup>	82.50 $\pm$ 21.38 <sup>a,b</sup>	50.33 $\pm$ 5.22 <sup>b</sup>
X-tra fil	76.29 $\pm$ 12.41 <sup>a</sup>	62.5 $\pm$ 7.34 <sup>a</sup>	47.94 $\pm$ 9.63 <sup>b</sup>
Filtek Z550	78.55 $\pm$ 8.08 <sup>a</sup>	67.65 $\pm$ 4.62 <sup>a</sup>	44.49 $\pm$ 3.12 <sup>b</sup>

Aynı satırdaki aynı üst simgeye sahip değerler istatistiksel olarak farksızdır ( $p > 0.05$ )  
 VH1: başlangıç mikrosertlik değeri, VH2: suda bekletme sonrası mikrosertlik değeri, VH3: desikatörde su uzaklaştırıldıktan sonraki mikrosertlik değeri

## TARTIŞMA

Bu *in vitro* çalışmada posterior bölgede kullanılmak üzere mekanik özellikleri geliştirilmiş olan beş farklı kompozit rezin test edildi. Ayrıca sertleşme mekanizmasında suyun oldukça önemli olduğu bilinen bir geleneksel cam iyonomer siman (Ketac Molar Easymix) da negatif kontrol grubunu temsil etmek üzere çalışmaya dahil edildi. Çalışma bulguları cam iyonomer simanın (Ketac Molar Easymix) daha önceki çalışmalarla uyumlu olarak en yüksek su emilimi ve çözünürlük değerlerini sergilediğini göstermektedir.<sup>13-15</sup> Bu durumun, materyalin erken dönemde neme hassasiyeti ile doğrudan ilişkili olduğunu düşünmekteyiz. Çalışmamızda cam iyonomer siman yüzeye herhangi bir vernik uygulaması yapılmaksızın test edilmiştir. Vernik uygulaması sonrası bu materyalin çözünürlük ve su emilimi değişkenlik gösterebilir, bunun ileri çalışmalarla incelenmesi gereklidir. Ketac Molar Easymix'in ISO 4049 kriterlerinin dışında ( $78.44 \pm 5.14 \mu\text{g}/\text{mm}^3$ ) su emilimi göstermesi dikkat çekicidir. Dolayısıyla geleneksel bir cam iyonomer siman olan Ketac Molar Easymix'in posterior bölgede restorasyon materyali olarak tercih edilmeyip kompozit restorasyonların altında kaide maddesi olarak kullanımı, şimdilik uzun dönem klinik başarı açısından daha temkinli bir yaklaşım olacaktır. Öte yandan piyasada güçlendirilmiş cam iyonomerlerin yanı sıra, cam iyonomer siman ve kompozit rezinlerin avantajlarını bünyesinde bulunduran rezin modifiye cam iyonomerler ve kompomerler de mevcuttur. Dolayısıyla ileri çalışmalarda bu materyallerin de incelenmesi, klinisyenlere ihtiyaçları doğrultusunda uygun materyal seçimi açısından fayda sağlayabilir.

Çalışmada test edilen rezin kompozitlerin her biri farklı doldurucu oranlarına sahip olup, farklı monomerler içermektedir. Kompozit rezinlerin doldurucu tipi, oranları ve organik matris bileşenlerindeki farklılıklar doğal olarak sonuçları farklı etkilemiştir. Kompozit rezinlerdeki su emilimi bir tür difüzyon süreci olarak yorumlanabilir. Su emilimi ve çözünürlük polimerlerin yapı ve fonksiyonunda hasar oluşturarak materyalin fiziksel ve mekanik özelliklerinde değişikliklere neden olabilir.<sup>16</sup> Organik matristeki monomerlerin hidrofobik yapısı rezin materyallerin su emiliminde etkili unsurlardandır.<sup>17</sup> Hidrofilik bir monomer olan Bis-GMA'nın su absorpsiyonu ve suda çözünme miktarının yüksek olduğu bildirilmiştir.<sup>18,19</sup> Çalışmamızda Bis-GMA içeren ve içermeyen kompozit rezinlerin benzer su emilimi ve çözünürlük sergilediği saptanmıştır. Bu durumun materyallerin içeriğinde Bis-GMA'nın tek başına bulunmamasından, farklı diğer monomerlerle kombinasyon şeklinde yer almış olmasından kaynaklanmış olabileceğini düşünmekteyiz.

Rezin esaslı materyallerde su emilimi ve çözünürlüğün doldurucu oranıyla ilişkili olduğu pek çok çalışmada bildirilmiştir. Çalışmada test edilen materyaller arasında en yüksek doldurucu oranına sahip iki materyal sırasıyla X-tra fil (hacimce % 70.1 ve ağırlıkça % 83.5) ve Filtek Z550 (hacimce % 68 ve ağırlıkça % 82) dir. Bu iki materyallerdeki yüksek doldurucu oranlarıyla ilişkili olarak materyaller arasında en düşük su emilimi X-tra fil ( $9.61 \pm 4.9$ ), en düşük çözünürlük ise Filtek Z550 ( $-4.79 \pm 3.32$ ) grubunda saptanmıştır. Bu bulgular rezin esaslı materyallerde su emilimi ve çözünürlüğün yüksek doldurucu oranına sahip materyallerde daha düşük olduğunu bildiren önceki çalışmaların sonuçlarıyla uyumludur.<sup>11-13,20</sup> Öte yandan, G-aenial posterior, Charisma Smart, X-tra fil ve Filtek Z550 gruplarında gözlenen negatif çözünürlük değerleri birer yanılsama olarak nitelendirilebilir. Bu durum materyallerin hidrofobitesinin materyalin içinden ve dışından solvent geçişini zorlaştırması ve su moleküllerinin hapsolmesi ile ilişkilidir.<sup>11</sup> Ceram-X'deki organik-inorganik matrisin hidrofobik bir polimer ağı sağlayabileceği ve bu yapının materyalde daha düşük su emilimine neden olduğu bildirilmiştir.<sup>21</sup> Ancak çalışmamızda, Ceram-X One Universal diğer nano-hibrit kompozitlerden daha üstün bir performans sergilememiştir.

Rezin kompozitlerin doldurucu oranı ve sertlikleri arasında pozitif bir korelasyon olduğu bildirilmiştir.<sup>22,23</sup> Çalışmamızda da önceki çalışma bulgularıyla uyumlu olarak kompozit rezinler arasında en yüksek mikrosertlik değerleri, en yüksek doldurucu oranına sahip X-tra fil (hacimce % 70.1 ve ağırlıkça % 86) ve Filtek Z550 (hacimce % 67.8 ve ağırlıkça % 81.8) gruplarında saptanmıştır. Ayrıca literatürle uyumlu olarak nano-hibrit kompozitlerin mikrohibrit kompozit materyallere göre mikrosertlik değerlerinin daha

yüksek olduğu saptanmıştır.<sup>22</sup> Suda bekletme ve dehidratasyon işlemlerini takiben materyallerin mikrosertlik değerlerinde azalma yönünde bir eğilim olduğu dikkat çekmektedir. Üç farklı zaman aralığındaki mikrosertlik değerleri (VH<sub>1</sub>, VH<sub>2</sub> ve VH<sub>3</sub>) arasında farklılık bulunmayan tek materyal Ceram-X One Universal'dir. Öte yandan Ketac Molar Easymix'in birinci zaman aralığında en yüksek mikrosertlik değerine sahip olmasına karşın, suda bekletme ve dehidratasyon işlemlerini takiben mikrosertlik değerindeki düşüş dikkat çekicidir.

Bu *in vitro* çalışmanın sınırları dahilinde su emilimi, çözünürlük ve üç farklı zaman aralığındaki mikrosertlik değerleri arasındaki korelasyonun materyallere göre farklılık gösterdiği belirlenmiştir. Bu durumun her bir materyalin içeriğindeki komponentler ve bunların etkileşimindeki farklılıktan kaynaklanmış olabileceğini düşünmekteyiz. Öte yandan çalışmamızda materyaller herhangi bir yaşlandırma prosedürü uygulanmadan test edilmiştir. Ağız içi koşullarda materyalin mekanik özelliklerinin uzun dönemde değişiklik gösterebileceği bilinmektedir. Bu nedenle materyallere yaşlandırma prosedürünün uygulandığı ileri çalışmalar, uzun dönem performans açısından bilgi sağlayacağı için faydalı olabilir. Bu konu ile ilgili bir çalışmada, yaşlandırma prosedüründe farklı ortamların (su, tükürük) farklılık oluşturabileceği bildirilmiştir.<sup>12</sup> Dolayısıyla ileri çalışma tasarımında bu faktörün de göz önünde bulundurulması fayda sağlayabilir. Bu çalışmadaki en önemli sınırlamalardan biri negatif kontrol grubu olarak tasarlanan Ketac Molar Easymix'in vernik uygulanmaksızın test edilmesidir. Bu durumun çalışma sonuçlarını etkileyebileceği göz önünde bulundurularak, ileri çalışmalarda vernik uygulamasının cam iyonomer simanın WS, SL ve mikrosertlik değerlerine etkisinin incelenmesi faydalı olacaktır.

Sonuç olarak çalışma bulguları göz önünde bulundurulduğunda, yüksek doldurucu oranına sahip rezin materyallerin mekanik özellikler açısından iyi performans sağladıkları görülmektedir. Çözünürlük, su emilimi ve mikrosertlik gibi temel mekanik özellikler klinisyenlerin materyal seçiminde etkili olsa da, materyallerin diğer fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerinin de dikkate alınması gerektiği unutulmamalıdır.

### Teşekkür

Verilerin istatistiksel analizdeki katkılarından dolayı Arş. Gör. Hatice ULUER'e içtenlikle teşekkür ederiz.

**KAYNAKLAR**

1. Simecek JW, Diefenderfer KE, Cohen ME. An evaluation of replacement rates for posterior resin-based composite and amalgam restorations in US. Navy and marine corps recruits. *J Am Dent Assoc* 2009; 140(2): 200-9.
2. Yiu CK, King NM, Pashley DH, Suh BI, Carvalho RM, Carrilho MR et al. Effect of resin hydrophilicity and water storage on resin strength. *Biomaterials* 2004; 25(26): 5789-96.
3. Ito S, Hashimoto M, Wadgaonkar B, Svizero N, Carvalho RM, Yiu C et al. Effects of resin hydrophilicity on water sorption and changes in modulus of elasticity. *Biomaterials* 2005; 26(33): 6449-59.
4. Göhring TN, Besek MJ, Schmidlin PR. Attritional wear and abrasive surface alterations of composite resin materials in vitro. *J Dent* 2002; 30: 119-27.
5. Ferracane JL. Hygroscopic and hydrolytic effects in dental polymer networks. *Dent Mater* 2006; 22(3): 211-22.
6. Alrahlah A, Silikas N, Watts DC. Hygroscopic expansion kinetics of dental resin-composites. *Dent Mater* 2014; 30(2): 143-8.
7. Rüttermann S, Krüger S, Raab WHM, Janda R. Polymerization shrinkage and hygroscopic expansion of contemporary posterior resin-based filling materials-a comparative study. *J Dent* 2007; 35(10): 806-13.
8. Guggenberger R, Weinmann W. Exploring beyond methacrylates. *Am J Dent* 2000; 30: 10-5.
9. Mitra SB, Dong W, Holmes BN. An application of nanotechnology in advanced dental materials. *JADA* 2003; 134: 1382-90.
10. Jan SM, Mir RA, Behal R, Shafi M, Kirmani M, Bhat MA. Role of Nanotechnology in Dentistry. *Sch J App Med Sci* 2014; 2(2D): 785-9.
11. Boaro LC, Gonçalves F, Guimarães TC, Ferracane JL, Pfeifer CS, Braga RR. Sorption, solubility, shrinkage and mechanical properties of "low-shrinkage" commercial resin composites. *Dent Mater* 2013; 29(4): 398-404.
12. Alshali RZ, Salim NA, Satterthwaite JD, Silikas N. Long-term sorption and solubility of bulk-fill and conventional resin-composites in water and artificial saliva. *J Dent* 2015; 43(12): 1511-8.
13. Sevilmiş HH, Bulucu B. Adeziv Materyallerin Su Emilimi Özellikleri. *Hacettepe Dişhek Fak Derg* 2007; 31(2): 16-21.
14. Yıkılğan İ, Gürel MA, Bala O, Ömürlü H. Farklı Estetik Restoratif Materyallerin Su Emilimi ve Suda Çözünürlüklerinin Karşılaştırılması. *Gazi Üniversitesi Diş Hek Fak Derg* 2010; 27(2): 93-8.
15. Ayna BE, Çelenk S, Bolgöl BS, Atakul F, Uysal E. Water Sorption and Water Solubility of Various Restorative Materials. *Türkiye Klinikleri J Dent Sci* 2006; 12: 43-6.
16. Malacarne J, Carvalho RM, de Goes MF, Svizero N, Pashley DH, Tay FR et al. Water sorption/solubility of dental adhesive resins. *Dent Mater* 2006; 22(10): 973-80.
17. Ortengren U, Andersson F, Elgh U, Terselius B, Karlsson S. Influence of pH and storage time on the sorption and solubility behaviour of three composite resin materials. *J Dent* 2001; 29: 35-41.
18. Sideridou I, Terski V, Papanastasiou G. Study of water sorption, solubility and modulus of elasticity of light-cured dimethacrylatebased dental resins. *Biomaterials* 2003; 24: 655-65.
19. Atai M, Nekoomanesh M, Hashemi SA. Physical and mechanical properties of an experimental dental composite based on a new monomer. *Dent Mater* 2004; 20: 663-8.
20. Şahin D, Kapdan A, Ünal M, Hürmüzlü F. Farklı Yapıdaki Kompozit Rezin Materyallerinin Su Emilimi ve Suda Çözünürlük Değerlerinin Karşılaştırılması. *Cumhuriyet Üniversitesi Dişhek Fak Derg* 2009; 12(1): 22-8.
21. Fonseca AS, Gerhardt KM, Pereira GD, Sinhoreti MA, Schneider LF. Do new matrix formulations improve resin composite resistance to degradation processes? *Braz Oral Res* 2013; 27(5): 410-6.
22. Tekçe N, Pala K, Tuncer S, Demirci M. The effect of surface sealant application and accelerated aging on posterior restorative surfaces: An SEM and AFM study. *Dent Mater J* 2017; 36(2): 182-9.
23. Chung KH. The relationship between composition and properties of posterior resin composites. *J Dent Res* 1990; 69: 852-6.

**Yazışma Adresi:**

Dr. Çiğdem ATALAYIN  
Ege Üniversitesi  
Diş Hekimliği Fakültesi  
Restoratif Diş Tedavisi AD  
35100, Bornova, İzmir  
Tel : +90 232 311 28 87  
Faks : +90 232 388 03 25

E-mail: dtcatalayin@gmail.com