

Özgün araştırma makalesi

Farklı kimyasal ortamların indirekt kompozitlerin sertlik ve aşınma dirençlerine etkisi

Arzu Zeynep Yıldırım Biçer,^{1*} Duygu Karakış,¹
Arife Doğan,¹ Yusuf Şahin²

¹Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı, Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, ²Teknoloji Fakültesi, İmalat Mühendisliği Bölümü, Gazi Üniversitesi, Ankara, Türkiye

ÖZET

AMAÇ: Farklı kimyasal solüsyonların indirekt kompozit materyallerinin aşınması ve mikrosertliğine etkisinin değerlendirilmesidir.

GEREÇ VE YÖNTEM: Çalışmada GrandioSO, Solidex ve Signum olmak üzere üç farklı indirekt kompozit rezin materyali kullanıldı. Her bir materyalden, aşınma testi için 24 adet (6.5 mm çapında, 4 mm kalınlığında), mikrosertlik testi için 20 adet (5 mm çapında, 2 mm kalınlığında) test örneği hazırlandı. Solidex ve Signum, 320-500 nm dalgaboyu ksenon stroboskopik ışık cihazıyla her iki yüzden 180 sn süreyle polimerize edildi. GrandioSO ise 20 sn halojen ışık kaynağı ile polimerize edildi. Takiben örnekler dört alt gruba ayrılarak 1 hafta süre ile distile su, 0.02 N sitrik asit, %75 etanol veya yapay tükürükte (kontrol) bekletildi. Aşınma testi için hazırlanan örnekler pin-on-disk aşınma cihazının pin tutucu bölümüne yerleştirildi ve test süresince örnek yüzeylerine 15 N kuvvet (kayma hızı: 0.6 m.sn⁻¹, kayma mesafesi: 100 m, frekans 1.5 Hz) uygulandı. Mikrosertlik testi için hazırlanan örneklerin ölçümleri Vickers mikrosertlik test cihazı kullanılarak ölçüldü.

BULGULAR: GrandioSO, sitrik asit, etanol, yapay tükürük ve distile suda Solidex ve Signum'dan daha yüksek sertlik değeri gösterdi (p<0.05). En yüksek aşınma değeri Signum için distile suda görüldü (p<0.05). Solidex için en yüksek aşınma sitrik asitte görüldü, ancak bu değer sadece yapay tükürükte bekletilen örneklerden istatistiksel olarak farklı olduğu saptandı (p<0.05). GrandioSO, yine sitrik asitte bekletilen örneklerde en fazla aşınma gösterirken, bu değer sadece distile suda bekletilen örneklerden istatistiksel farklılık gösterdiği tespit edildi (p<0.05).

SONUÇ: Farklı kimyasal solüsyonların, aşınma ve mikrosertlik üzerine etkileri materyale göre değişkenlik gösterdi. Çalışmada incelenen indirekt kompozitlerin aşınma ve mikrosertlik ölçümleri arasında herhangi bir ilişkinin olmadığı görüldü.

rosertlik ölçümleri arasında herhangi bir ilişkinin olmadığı görüldü.

ANAHTAR KELİMELER: Aşınma direnci, dental restorasyon; kompozit dental rezin; mikrosertlik

KAYNAK GÖSTERMEK İÇİN: Yıldırım Biçer AZ, Karakış D, Doğan A, Şahin Y. Farklı kimyasal ortamların indirekt kompozitlerin sertlik ve aşınma dirençlerine etkisi. *Acta Odontol Turc* 2014;31(3):134-9.

[Abstract in English is at the end of the manuscript]

GİRİŞ

Kompozit rezinler pek çok klinik uygulamada kullanılmaktadır. Her ne kadar direkt kompozit rezinlerin diş dokuları için daha konservatif oldukları bildirilse de tamamlanmamış polimerizasyonu ve zayıf mekanik özellikleri direkt kompozit rezin materyallerinin klinik uygulamalarına bazı sınırlamalar getirmektedir.¹ Direkt kompozit rezin uygulamalarının en önemli dezavantajlarından biri kenar sızıntısı ve hassasiyete yol açan polimerizasyon büzülmesidir.² Bu yetersizlikler, daha iyi anatomik kontur ve proksimal kantağın sağlanabildiği ve daha estetik olan indirekt kompozit restorasyonlar ile giderilebilir.³ İndirekt kompozit materyalleri, dental porcelenin kontrendike olduğu durumlarda, porcelene alternatif olarak da kullanılabilirler.⁴ Adeziv sistem ve tekniklerin gelişimiyle, mekanik ve estetik özellikleri diş dokusuna yakın olan indirekt kompozit materyallerinin klinik kullanımı artmıştır.⁵ İnley ve onley oklüzal restorasyonlarda başarılı olarak kullanılan indirekt kompozit materyallerinin, fiziksel özellikleri ve renk stabiliteyi yanında aşınma dirençlerinin de arttığı bildirilmektedir.^{4,6}

Aşınma, birbirine temas eden yüzeylerden sürünme etkisiyle oluşan malzeme ve kütle kaybıdır.^{7,8} ve bunun sonucunda, dikey boyut kaybı, çiğneme etkinliğinde azalma, çiğneme kaslarında yorulma ve estetik kaybı görülmektedir.⁹ Teorik olarak, restoratif materyaller aşınmaya karşı dirençli ve antagonistleri üzerinde düşük aşınma etkisine sahip olmalıdır. Aşınma direncinin klinik olarak değerlendirilmesinde kullanılan testlerin karmaşık ve zaman alıcı olmaları nedeniyle genellikle *in vitro* test yöntemleri kullanılmaktadır ve bu yöntem-

Makale gönderiliş tarihi: 07 Ekim 2013; Yayına kabul tarihi: 06 Şubat 2014
*İletişim: Arzu Zeynep Yıldırım Biçer, Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı, Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Ankara, Türkiye;
e-posta: dtzeynep@yahoo.com

lerden en yaygın kullanılanı two-body aşınma test yöntemidir.^{10,11} Lutz ve ark.¹² oklüzal temas alanlarındaki aşınmanın, oklüzal temas dışında kalan alanlarda oluşan aşınmalara oranla 2-3 kat fazla olduğunu ve kimyasal ortamın aşınmayı hızlandırabileceğini bildirmişlerdir. Kompozit materyallerin, aşınma miktarının kimyasal çözücülerden etkilenebileceği ve kimyasal materyaller ile temas ettiklerinde yumuşayabileceği ve doldurucuların açığa çıkabileceği rapor edilmiştir.¹³

Dental materyallerin aşınma direnci, aşınma test mekanizması, kuvvet, antagonist, kimyasal ve abrazyiv ortam gibi pek çok faktörden etkilenebilmektedir.^{9,14} Ancak, aşınma testinde antagonist olarak kullanılacak materyal özellikleri hususunda fikir birliği mevcut değildir; çelik, diş minesi ve alümina seramik aşınma testlerinde antagonist olarak kullanılmaktadır.^{8,10}

Kompozit rezin materyallerin sertlik değerlerinin, aşınma dirençlerinin ölçümünde kullanılan birçok yöntem ek olarak aşınma direncini de belirlemek için kullanılabilir. Bir materyalin sertliği, spesifik ve sabit bir kuvvet uygulandığında materyalin yüzeyinde oluşan çukurlaşmaya direncin göreceli ölçümüdür.¹⁵ Kompozit materyallerin sertlik değerlerinin ölçümü amacıyla kullanılan mikrosertlik testi en yaygın kullanılan yöntemdir.¹⁶ Kawai ve ark.¹⁷ rezin monomerlerin kompozisyonunu değiştirerek yedi farklı rezini değerlendirdikleri çalışmalarında rezinlerin sertlik ve aşınma direnci arasında direkt ilişki olduğunu rapor etmişlerdir. Öte yandan, Harrison ve Draughn¹⁸ direkt kompozitlerde aşınma ve sertlik arasında bir ilişki olmadığını bildirmişlerdir.

Bu çalışmanın amacı, indirekt kompozit materyallerinin farklı kimyasal solüsyonlar ile 7 güne kadar muamele edilmesi sonrasında sertlik ve aşınma dirençleri arasındaki ilişkinin değerlendirilmesidir.

GEREÇ VE YÖNTEM

Bu çalışmada nanohibrit yapıda GrandioSO (Voco, Cuxhaven, Almanya), hibrit yapıda Solidex (Shofu Inc., Kyoto, Japonya) ve nanohibrit yapıda olan Signum (He-

raus Kulzer, Wehrheim, Almanya) indirekt kompozit rezin materyalleri kullanıldı (Tablo 1).

Kompozit rezin örnekleri hazırlamak için, aşınma testinde kullanılmak üzere 6.5 mm çapında ve 4 mm kalınlığında; mikro sertlik testinde kullanılmak üzere de 5 mm çapında ve 2 mm kalınlığında Teflon kalıplar hazırlandı. Teflon kalıplar, üzerinde polyester strip bant bulunan bir cam üzerine yerleştirildi. Kompozit rezinler plastik bir el aleti ile kalıba yerleştirildikten sonra başka bir polyester strip ve cam kompozit rezinin üzerine yerleştirildi. Solidex ve Signum indirekt kompozit rezin materyalleri, her iki yüzden 180 sn olacak şekilde 320-500 nm dalga boyu ile ksenon stroboskopik ışık cihazı (Dentacolor XS, Kulzer, Wehrheim, Almanya) kullanılarak polimerize edildi. GrandioSO indirekt kompozit materyali, 20 sn halojen ışık kaynağı ile polimerize edildi (Monitex, Blue LEX, LD-105, Tayvan).

Hazırlanan örnekler aşınma ve mikrosertlik testi uygulanmadan önce dört alt gruba ayrıldı. Kontrol grubundaki örnekler yapay tükürük içinde, diğer gruplar ise 0.02 N sitrik asit, %75 etanol veya distile suda 1 hafta süresince 37 °C'de bekletildi. Bir mL yapay tükürük, 4.1 mM KH₂PO₄, 4.0 Mm Na₂HPO₄, 24.8 Mm KHCO₃, 16.5 Mm NaCl, 0.25 Mm MgCl₂, 4.1 mM CaCl₂ içermektedir.¹⁹

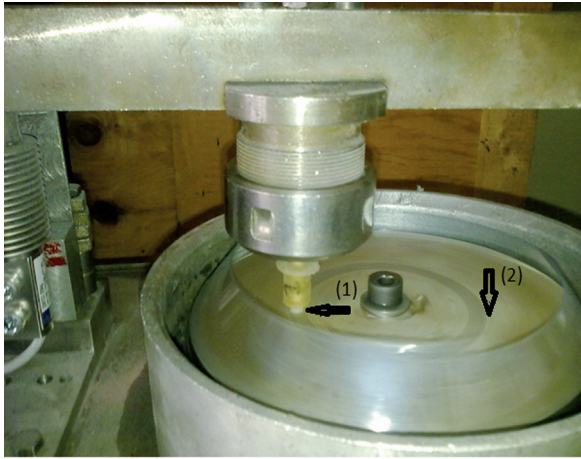
Aşınma ve mikrosertlik testlerinin uygulanması

Örneklerin aşınma özelliklerini değerlendirmek için pin-on-disk tipi aşınma test cihazı kullanıldı (Şekil 1). Aşınma testi için 6.5 mm çapında kompozit örnekler pin olarak, çelik malzeme de disk olarak kullanıldı ve test ASTM G99-95a standardına göre yapıldı.²⁰ Tüm test boyunca sabit deney parametreleri (kayma hızı: 0.6 m.sn⁻¹, kayma mesafesi: 100 m ve frekans: 1.5 Hz) kullanıldı. Tüm testlerde örnek yüzeyine dik olarak 15 N kuvvet uygulandı. Test süresince pinler 20 mm çapında dairesel bir yol izledi. Test öncesi ve sonrası ağırlıklar 0.1 mg hassasiyete sahip elektronik tartı ile ölçüldü.

Kompozit materyaller 1 hafta kimyasal solüsyonlarda bekletildikten sonra kompozit materyallerinin üst yüzeylerinin mikrosertlikleri Vickers Mikrosertlik Test Ci-

Tablo 1. Çalışmada kullanılan materyaller ve özellikleri

Materyaller	Üretici Firma	Tip	Matriks tipi	Doldurucu içeriği	Doldurucu oranı (Ağırlık %)	Ortalama doldurucu partikül büyüklüğü (µm)
GrandioSO	Voco, Cuxhaven, Almanya	Nanohibrit	TEGDMA, BisGMA, BisEMA	Metakrilat matriks, Ba-Al-borosilikat cam doldurucu, silika nanodoldurucu	89	Cam doldurucu: 0.1-2.5 Nano doldurucu: 20-60
Solidex	Shofu Inc., Kyoto, Japonya	Hibrit	Bis-GMA, UDMA, HEMA, EGDMA	İnorganik seramik, mikrodoldurucu (%22) (silikon dioksit ve alüminyum dioksit partikülleri)	53	0.16-7
Signum	Heraus Kulzer, Wehrheim, Almanya	Nanohibrit	TEGDMA, BisGMA	Silikon dioksit, SiO, Ba-Al-Si	70	1



Şekil 1. Aşınma test cihazında (1) pin olarak kullanılan 6,5 mm çapında kompozit örnekler, (2) disk olarak kullanılan çelik malzeme görülmektedir.

hazı (Shimadzu HMV-M3, Kyoto, Japonya) ile ölçüldü. Örneklerin üst yüzeyinden cihazın mikroskopi yardımıyla iğnenin değeceği noktalar seçildi. Seçilen bölgelere 100 g kuvvet 10 sn süresince uygulandı, cihazın mikroskopi ile kompozit yüzeyinde belirlenen izin dikey ve yatay koordinatları belirlenerek sabitlendi. Kompozit materyalinde en az 3 noktadan ölçüm yapıldı.

İstatiksel analiz

İstatiksel analizler SPSS 16.0 bilgisayar programı kullanılarak yapıldı (SPSS Inc., Chicago, IL, ABD). Verilerin normal dağılıma uygunluğunun ve varyansların homojenliğinin kontrolü Kolmogorov-Smirnov ve Levene testi ile yapıldı. Aşınma ve sertlik verilerinin normal dağılıma uygunluğu kontrol edildikten sonra, aşınma ve sertlik verilerinin kompozit türleri ve ortamlarına göre karşılaştırılması iki yönlü varyans analizi (ANOVA) ve post-hoc Tukey testi ile analiz edildi. Ayrıca tek yönlü varyans analizi ve post-hoc Tukey testi, her bir kompozit materyalinin sertlik ve aşınma verileri üzerine farklı ortamların etkisinin belirlenmesi ve her bir ortamda kompozitlerin sertlik ve aşınmalarının karşılaştırılması

amacıyla tüm analizlerde istatistik anlamlılık düzeyi 0.05 olarak kabul edildi.

BULGULAR

Aşınma testi sonuçları

Aşınma testi sonrası elde edilen indirekt kompozitlerin aşınma değerleri Tablo 2'de verilmiştir. Signum kompozit rezin için en fazla aşınma diğer tüm sıvı ortamlardan istatistiksel farklılık göstererek distile suda (0.2115 g) görülürken, en düşük aşınma değeri ise kontrol grubunda (yapay tükürük; 0.1380 g) gözlenmiş ve bu aşınma değeri yalnızca distile suda bekletilen örneklerden istatistiksel olarak farklı bulunmuştur ($p<0.05$). Solidex örneklerde ise en fazla aşınma sitrik asitte bekletilen kompozit örneklerde (0.1945 g) görülürken ($p<0.05$), en az aşınma ise kontrol grubunda (yapay tükürük; 0.1597 g) bulunmuştur. Sitrik asitte bekletilen GrandioSO kompozit örnekler (0.2152 g) en fazla aşınmayı gösterirken, en düşük aşınma distile su ortamında (0.1848 g) kaydedilmiştir.

Sıvı ortamlara göre kompozit rezin materyaller karşılaştırıldığında; distile suda bekletilen tüm kompozitler arasında Signum, Solidex ve GrandioSO'dan anlamlı olarak daha fazla aşınmıştır ($p=0.003$, $p=0.016$, sırasıyla). Solidex ve GrandioSO arasında istatistiksel olarak anlamlı fark yoktur ($p>0.05$). Sitrik asitte bekletilen kompozitler arasında en fazla aşınmayı GrandioSO (0.2152 g) kompozit rezin örnekleri gösterirken en düşük aşınma Signum kompozitlerde (0.1488 g) görülmüştür. Signum kompozitin aşınma değeri, Solidex ve GrandioSO'dan istatistiksel olarak farklılık gösterirken ($p<0.05$), GrandioSO ve Solidex kompozitlerin aşınma değerleri arasında anlamlı fark bulunmamıştır ($p=0.134$). Etanolde bekletilen kompozit rezin materyaller arasında GrandioSO (0.2098 g), Signum (0.1479 g) ve Solidex'e (0.1637 g) göre istatistiksel olarak daha yüksek aşınma değerleri göstermiştir; en düşük aşınma ise Signum kompozit örneklerde bulunmuştur. Signum ve Solidex kompozitlerin aşınma değerleri arasında anlamlı fark bulunmamıştır ($p=0.279$).

Tablo 2. Kompozitlerin aşınma değerleri (g; n=6).

Solüsyon	Kompozit materyal		
	Signum	Solidex	GrandioSO
Yapay tükürük	0.1380 ±0.01217 ^{a,b}	0.1597±0.00937 ^{d,e}	0.2060±0.01139 ^{i,j,k}
Distile su	0.2115±0.01326	0.1778±0.01823 ^{A,d,f,g}	0.1848±0.01101 ^{A,i}
Sitrik asit	0.1488±0.00958 ^{a,c}	0.1945±0.02524 ^{B,f,h}	0.2152±0.1316 ^{B,j,l}
Etanol	0.1479±0.00984 ^{C,b,c}	0.1637±0.02039 ^{C,e,h,g}	0.2098±0.02057 ^{k,l}

Aynı harfler ile işaretlenmiş sonuçlarda iki yönlü varyans analizine göre istatistiksel farklılık olmadığı gösterilmektedir ($p>0.05$). Yatay düzlemdeki aynı büyük harfler aynı işlem için farklı indirekt kompozitler arasında farklılık olmadığını göstermektedir; dikey düzlemde aynı küçük harfler ise aynı indirekt kompozit için işlemler arasında farklılık olmadığını göstermektedir.

Tablo 3. Kompozitlerin sertlik değerleri (VHN; n=5).

Solüsyonlar	Kompozit materyalleri		
	Signum	Solidex	GrandioSO
Yapay tükürük	58.95 ±9.63 ^{A,a,b,c}	59.13±14.13 ^{A,g,h,j}	126.01±15.15 ^{m,n}
Distile su	55.03±9.007 ^{a,d,e}	71.31±7.45 ^{a,k}	119.83±6.58 ^{m,o,p}
Sitrik asit	49.38±5.87 ^{B,b,d,f}	50.25±10.97 ^{B,h,l}	109.83±11.73 ^{n,o,r}
Etanol	60.23±12.60 ^{C,c,e,f}	60.91±10.92 ^{C,i,k,l}	101.93±12.36 ^{p,r}

Aynı harfler ile işaretlenmiş sonuçlarda iki yönlü varyans analizine göre istatistiksel farklılık olmadığı gösterilmektedir ($p>0.05$). Yatay düzlemdeki aynı büyük harfler aynı işlem için farklı indirekt kompozitler arasında farklılık olmadığını göstermektedir; dikey düzlemde aynı küçük harfler ise aynı indirekt kompozit için işlemler arasında farklılık olmadığını göstermektedir.

Mikrosertlik ölçüm sonuçları

İndirekt kompozitlerin mikrosertlik değerleri Tablo 3'te verilmiştir. Kompozit rezinler üzerinde kimyasal solüsyonların etkisi değerlendirildiğinde, Signum kompozit rezinlerde en yüksek sertlik değerini etanolde bekletilen örnekler (60.23 VHN) göstermiş olmasına karşın sıvı ortamları arasında sertlik değeri açısından istatistiksel bir fark görülmemiştir ($p<0.05$). Solidex rezinde ise istatistiksel farklılık yalnızca en yüksek sertlik değerini gösteren distile su (71.31 VHN) ve en düşük sertlik sergileyen sitrik asit ortamları (50.25 VHN) arasında bulunmuştur. GrandioSO kompozit örnekler kontrol grubunda (yapay tükürük; 126.01 VHN) en yüksek sertlik değerini göstermiş ve yalnızca en düşük sertlik değerini gösteren etanol ortamındaki (101.93 VHN) kompozitlerin sertlik değerinden istatistiksel olarak farklılık göstermiştir ($p<0.05$).

Sıvı ortamlara göre kompozit materyaller karşılaştırıldığında, distile suda bekletilen tüm kompozitler arasında en yüksek sertlik değerini GrandioSO (119,83 VHN) göstermiş ve bu değerler aynı ortamdaki diğer iki kompozit rezinden istatistiksel farklılık göstermiştir ($p<0.05$). En düşük sertlik değeri ise Signum kompozit rezinde olup, bu değer de yine Solidex ve GrandioSO'dan istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermiştir ($p<0.05$). En yüksek sertlik değerini GrandioSO kompozit örnekler sitrik asit (109.83 VHN) ve etanolde (101.93 VHN) göstermiştir ve bu değerler, Signum ve Solidex kompozit örneklerin sertlik değerlerinden istatistiksel olarak anlamlı fark göstermiştir.

Farklı sıvı ortamlarında bekletilerek sertlik ve aşınma değerleri elde edilen bu indirekt kompozit rezin materyallerinin, Pearson korelasyon analizine göre hiçbirinde korelasyon görülmemiştir ($p>0.05$).

TARTIŞMA

Aşınma, temas eden iki yüzey arasında mekanik etkileşim nedeniyle oluşan madde kaybı olarak tanımlanmaktadır.^{21,22} Materyal yapısı ile birlikte, hem mekanik hem de çevresel faktörler aşınmayı etkilemektedir.²¹ Ağız içerisinde aşınma, dişlerin veya restoratif materyalin orijinal formundaki kayıp ile karakterizedir.²³ Ağız or-

tamında, kompozitler aralıklı veya sürekli olarak kimyasal ajanlara maruz kalmaktadırlar. Çözücülerin kimyasal etkilerinin kompozit materyalleri yumuşatarak aşınma miktarını etkileyebileceği bildirilmiştir.²⁴ Çalışmada kullanılan ve kompozitlerin konulduğu yiyecekleri taklit eden sıvılar (Food Simulating Liquids; FSLs), Amerikan Gıda ve İlaç Dairesi (Food and Drug Administration; FDA, ABD) rehberine göre seçilmiştir.²⁵ Sitrik asit ve etanol alkol, sebze, meyve, şeker ve şurup benzeri meşrubat ve içecekleri taklit etmektedir. Distile su, tükürük ve suyun sağladığı nemli ağız ortamını taklit eder. Yapay tükürük kontrol grubu olarak kullanılmıştır. Çalışmada yapay tükürük kontrol olmak üzere 0.02 N sitrik asit, %75 etanol, distile su kullanılmıştır.²⁶ Söderholm ve ark.²⁷ ağız içerisinde su ve diğer kimyasalların, kompozitlerin doldurucu matrikslerindeki bağlarda zamanla parçalanmaya neden olduğunu ve bunun da materyallerin aşınma dirençlerinde azalmaya neden olabileceğini bildirmişlerdir. Ayrıca, kompozit materyallerinin sertlik değerlerinin de su emilimi ile büyük oranda değişebileceği ve bunun ilk 7 günde olduğu bildirilmiştir.^{28,29} Chadwick ve ark.³⁰ üç direkt kompozit materyalinin sertlik ve aşınma dirençlerindeki değişimi 1 hafta ve 1 yıla kadar suda bekleterek değerlendirdikleri çalışmalarında iki değerlendirme periyodu arasında sertlik değişimi açısından anlamlı bir fark bulamamışlardır. Bu bilgiler doğrultusunda da çalışmamızda deney periyodu olarak 7 gün seçilmiştir.

Kompozitlerin aşınma oranının doldurucu tipi, büyüklüğü ve miktarıyla ilişkili olabileceği bildirilmiştir.³¹ Hacimce yüksek oranda inorganik doldurucu içeren rezinlerin yüksek aşınma direnci gösterdiği bildirilmektedir.^{32,33} Ancak, bu çalışmada, farklı olarak ağırlıkça %89 oranında doldurucu içeren GrandioSO distile su dışındaki ortamların hepsinde en fazla aşınma değerini göstermiştir. Bu da doldurucu içeriği ile aşınma direnci arasında direkt ilişki olmadığını göstermektedir. Benzer şekilde, Tanoue ve ark.³⁴ da doldurucu içeriği ile aşınma direnci arasında direkt ilişki olmadığını bildirmiştir. Diğer taraftan nano kompozitlerin aşınma miktarını değerlendiren Turssi ve ark.²¹ nanodoldurucusu küçük boyutta olan kompozitlerde aşınma miktarının fazla olduğunu bulmuşlardır. Aşınmanın küçük partiküllere sahip kompozit-

lerde fazla olması, nanometre boyutundaki doldurucu partiküllerin istenilen yük desteğini sağlamak için çok küçük olması ile açıklanmıştır. Bununla beraber küçük partiküller karşıt yüzeylerdeki pürüzlülük ile kolayca uzaklaşabilmektedir. Bizim çalışmamızda da GrandioSO'daki aşınma miktarının fazla olması, kompozit rezinin küçük partikül boyutları ile açıklanabilir. Nitekim, McLundie ve ark.³⁵ da büyük boyuttaki doldurucu partiküllerinin aşınma direncinin fazla olduğunu göstermişlerdir.

Çalışmamızda rezin matriksteki silanize inorganik partiküller içeren ve nanohibrit kompozit olan Signum su dışındaki ortamların hepsinde diğer kompozitlere göre anlamlı olarak daha az aşınmıştır. Liu ve ark.³⁶, silanizasyonun, dental kompozitleri güçlendirmek amacıyla cam doldurucu partikül ve çeşitli metakrilat bileşimler arasında kovalent bağ formasyonu ile kullanıldığını bildirmişlerdir. Silan uygulaması sonucunda kompozitlerin aşınmaya karşı dirençli bir yapı oluşturduğunu bildirmişlerdir; dolayısıyla çalışmamızda Signum'daki aşınmanın az olması silanize yapısından kaynaklanabilir.

Bununla beraber, Signum distile su ortamında diğer kompozitlerden daha fazla aşınma göstermiştir. Yapılan çalışmalarda distile su ile temas eden silika doldurucu yüzeylerindeki siloksan bağların kırılarak silanol grupları oluştuğu ve böylelikle partikülün parçalanmasının kolaylaştığı bildirilmiştir. Bunun sonucunda nanokompozitlerden daha fazla partikül salınıp ve çözünürlük artmaktadır.^{37,38} İndirekt kompozitlerin aşınma dirençleri ayrıca, rezin matrikslerinin bileşiminden ve molekül yapılarından da etkilenebilir.³⁴ Asmussen,³⁹ BisGMA/TEGDMA içeren kompozitlerin TEGDMA oranı arttıkça artık monomer miktarında artış olduğunu ve mekanik özelliklerin zayıflayacağını bildirmiştir. Mekanik özelliklerin zayıflaması ile de aşınma direnci azalacaktır. Bu çalışmada, BisGMA ve TEGDMA içeren Signum'un distile suda Solidex'ten daha fazla aşınma göstermesi TEGDMA içeriğinden kaynaklanmış olabilir. Ayrıca, Signum baryum içermektedir ve baryum içeren kompozitlerin su absorpsiyonun daha fazla olduğu ve bunun sonucunda daha fazla aşınma gösterdiği bildirilmiştir.⁴⁰ Signum diğer ortamlarda az aşınma gösterirken, su ortamında GrandioSO ve Solidex'ten istatistiksel olarak fazla aşınma göstermesinin Ba içermesinden kaynaklanması olasıdır.

Sertlik değerleri incelendiğinde ise belirgin bir şekilde en yüksek sertlik değerini tüm ortamlarda GrandioSO göstermiştir. Yapılan çalışmalarda artmış doldurucu oranının kompozitlerin sertlikle beraber baskı direncini ve katılığını da arttırdığı ifade edilmiştir. Say ve ark.²³ inorganik doldurucu, oranı ile sertlik arasında pozitif bir korelasyon olduğunu bildirmişlerdir. GrandioSO'nun yüksek doldurucu oranı aşınma değerlerini etkilemese de sertlik değerlerini artırmış görünmektedir.

Signum ve Solidex kompozitleri distile su dışında benzer sertlik değerleri göstermişlerdir. Su ortamında

Solidex, Signum'dan daha fazla sertlik göstermiştir. Bu farklılık Signum'un baryum içeriğinden kaynaklanabilir. Tarumi ve ark.⁴⁰ Ba cam partiküllerinin kuartz partiküllere göre daha fazla su emdiğini ve baryum-cam partikülleri içeren yüzeylerin su ile kolayca zarar görebileceğini ve yüzey sertliğinin daha fazla azalmasına neden olabileceğini bildirmişlerdir.

Çalışmamızda aşınma ve sertlik arasında bir korelasyon bulunmamıştır. Bununla beraber, GrandioSO kompozit tüm ortamlarda genel olarak en fazla aşınmayı gösterirken sertlik değerleri tüm ortamlarda diğer kompozitlerden fazla bulunmuştur. Bu sonuç, Harrison ve Draughn'ın yaptığı ve sertlik ve aşınma dirençlerinin negatif korelasyon gösterdiği çalışma sonuçları ile benzerdir.¹⁸

SONUÇ

Farklı kimyasal solüsyonların aşınma ve mikrosertlik üzerine etkileri kompozit rezin materyale göre değişkenlik göstermiş, aşınma ve sertlik arasında ilişki bulunmamıştır.

Çıkar çatışması: Yazarlar bu çalışmayla ilgili herhangi bir çıkar çatışmalarının bulunmadığını bildirmişlerdir.

TEŞEKKÜR VE ANMA

Bu çalışma 37. European Prosthodontic Association (EPA) kongresinde poster olarak sunulmuştur. (21-24 Ağustos 2013, Turku, Finlandiya)

KAYNAKLAR

1. Vaishnavi C, Kavitha S, Narayanan LL. Comparison of the fracture toughness and wear resistance of indirect composites cured by conventional post curing methods and electron beam irradiation. *J Conserv Dent* 2010;13:145-7.
2. Souza RO, Ozcan M, Michida SM, de Melo RM, Pavanelli CA, Bottino MA, *et al.* Conversion degree of indirect resin composites and effect of thermocycling on their physical properties. *J Prosthodont* 2010;19:218-25.
3. Matsumura H, Tanoue N, Atsuta M, Kitazawa S. A metal halide light source for laboratory curing of prosthetic composite materials *J Dent Res* 1997;76:688-93.
4. Suzuki S, Nagai E, Taira Y, Minesaki Y. In vitro wear of indirect composite restoratives. *J Prosthet Dent* 2002;88:431-6.
5. Borba M, Della Bona A, Cecchetti D. Flexural strength and hardness of direct and indirect composites. *Braz Oral Res* 2009;23:5-10.
6. Reinhardt JW, Boyer DB, Stephens NH. Effects of secondary curing on indirect posterior composite resins. *Oper Dent* 1994;19:217-20.
7. Kurt H, Erdelt KJ, Cilingir A, Mumcu E, Sülün T, Tuncer N, *et al.* Two-body wear of occlusal splint materials. *J Oral Rehabil* 2012;39:584-90.
8. Heintze SD, Zellweger G, Cavalleri A, Ferracane J. Influence of the antagonist material on the wear of different composites using two different wear simulation methods. *Dent Mater* 2006;22:166-75.
9. Sideridou ID, Karabela MM, Vouvoudi ECh. Dynamic thermomechanical properties and sorption characteristics of two commercial light cured dental resin composites. *Dent Mater* 2008;24:737-43.
10. Ghazal M, Albashaireh ZS, Kern M. Wear resistance of nanofilled composite resin and feldspathic ceramic artificial teeth. *J Prosthet Dent* 2008;100:441-8.

11. Heintze SD, Zappini G, Rousson V. Wear of ten dental restorative materials in five wear simulators--results of a round robin test. *Dent Mater* 2005;21:304-17.
12. Lutz F, Phillips RW, Roulet JF, Setcos JC. In vivo and in vitro wear of potential posterior composites. *J Dent Res* 1984;63:914-20.
13. Yap AU, Chew CL, Ong LF, Teoh SH. Environmental damage and occlusal contact area wear of composite restoratives. *J Oral Rehabil* 2002;29:87-97.
14. Kloosterboer JG, Lijten GFCM. Photopolymers exhibiting a large difference between glass transition and curing temperatures. *Polymer* 1990;31:95-101.
15. Mandikos MN, McGivney GP, Davis E, Bush PJ, Carter JM. A comparison of the wear resistance and hardness of indirect composite resins. *J Prosthet Dent* 2001;85:386-95.
16. Miranda CB, Pagani C, Bottino MC, Benetti AR. A comparison of microhardness of indirect composite restorative materials. *J Appl Oral Sci* 2003;11:157-61.
17. Kawai K, Iwami Y, Ebisu S. Effect of resin monomer composition on toothbrush wear resistance. *J Oral Rehabil* 1998;25:264-8.
18. Harrison A, Draughn RA. Abrasive wear, tensile strength, and hardness of dental composite resins--is there a relationship? *J Prosthet Dent* 1976;36:395-8.
19. Arvidson K, Johansson EG. Galvanic currents between dental alloys in vitro. *Scand J Dent Res* 1985;93:467-73.
20. Standard Test Method for Wear Testing with a Pin-on-Disk Apparatus. American Society for Testing and Materials. ASTM G99-95a, 2000.
21. Turssi CP, De Moraes Purquerio B, Serra MC. Wear of dental resin composites: insights into underlying processes and assessment methods--a review. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater* 2003;65:280-5.
22. Neale MJ. The tribology handbook, 2nd ed. London: Butterworth-Heinemann; 1995.
23. Say EC, Civelek A, Nobecourt A, Ersoy M, Guleryuz C. Wear and microhardness of different resin composite materials. *Oper Dent* 2003;28:628-34.
24. Tagtekin DA, Yanikoglu FC, Bozkurt FO, Kologlu B, Sur H. Selected characteristics of an Ormocer and a conventional hybrid resin composite. *Dent Mater* 2004;20:487-97.
25. Food and Drug Administration. FDA guidelines for chemistry and technology requirements of indirect additive petitions. Washington: FDA; 1976.
26. Yap AU, Tan SH, Wee SS, Lee CW, Lim EL, Zeng KY. Chemical degradation of composite restoratives. *J Oral Rehabil* 2001;28:1015-21.
27. Söderholm KJ, Zigan M, Ragan M, Fischlschweiger W, Bergman M. Hydrolytic degradation of dental composites. *J Dent Res* 1984;63:1248-54.
28. Hansen EK. After-polymerization of visible light activated resins: surface hardness vs. light source. *Scand J Dent Res* 1983;91:406-10.
29. Kao EC. Influence of food-simulating solvents on resin composites and glass-ionomer restorative cement. *Dent Mater* 1989;5:201-8.
30. Chadwick RG, McCabe JF, Walls AW, Storer R. The effect of storage media upon the surface microhardness and abrasion resistance of three composites. *Dent Mater* 1990;6:123-8.
31. Savabi O, Nejatidanesh F, Shabani M, Anbari Z. Two-body wear resistance of some indirect composite resins. *Eur J Prosthodont Restor Dent* 2011;19:81-4.
32. Braem M, Finger W, Van Doren VE, Lambrechts P, Vanherle G. Mechanical properties and filler fraction of dental composites. *Dent Mater* 1989;5:346-8.
33. St Germain H, Swartz ML, Phillips RW, Moore BK, Roberts TA. Properties of microfilled composite resins as influenced by filler content. *J Dent Res* 1985;64:155-60.
34. Tanoue N, Matsumura H, Atsuta M. Wear and surface roughness of current prosthetic composites after toothbrush/dentifrice abrasion. *J Prosthet Dent* 2000;84:93-7.
35. McLundie AC, Patterson CJ. Comparison of the abrasive wear in vitro of a number of composite resins. *Br Dent J* 1982;153:404-6.

36. Liu Q, Ding J, Chambers DE, Debnath S, Wunder SL, Baran GR. Filler-coupling agent-matrix interactions in silica/polymethylmethacrylate composites. *J Biomed Mater Res* 2001;57:384-93.

37. Söderholm KJ, Mukherjee R, Longmate J. Filler leachability of composites stored in distilled water or artificial saliva. *J Dent Res* 1996;75:1692-9.

38. Söderholm KJ. Leaking of fillers in dental composites. *J Dent Res* 1983;62:126-30.

39. Asmussen E. Factors affecting the quantity of remaining double bonds in restorative resin polymers. *Scand J Dent Res* 1982;90:490-6.

40. Tarumi H, Torii M, Tsuchitani Y. Relationship between particle size of barium glass filler and water sorption of light-cured composite resin. *Dent Mater J* 1995;14:37-44.

The effect of different chemical media on the hardness and wear resistance of indirect composites

ABSTRACT

OBJECTIVE: The aim of this study was to evaluate the wear resistance and microhardness of three indirect composite resins after aging in different chemical solutions.

MATERIALS AND METHOD: Three indirect composite resins, GrandioSO, Solidex and Signum, were used. Twenty specimens (diameter: 5 mm, thickness: 2 mm) were prepared from each composite material for the microhardness test and twenty-four specimens (diameter: 6.5 mm, thickness: 4 mm) were prepared from each composite material for the wear test. Solidex and Signum were polymerized at both sides for 180 s by using a 320-500 nm wavelength xenon stroboscopic light-curing unit. GrandioSO was polymerized 20 s by using a halogen light-curing unit. The specimens were then divided into four subgroups and stored for 1 week at 37 °C, in either distilled water, 0.02 N citric acid, 75% ethanol or artificial saliva (control). A pin-on-disc wear device was used to determine the wear rate of the composite resin. A load of 15 N was applied to the specimen surface (sliding velocity: 0.6 m.s⁻¹, sliding distance: 100 m, frequency: 1.5 Hz). Microhardness measurements were determined by using a Vickers testing device.

RESULTS: Of all test materials, GrandioSO revealed the highest microhardness value and the values were statistically different compared with those of Signum and Solidex in citric acid, ethanol, artificial saliva or distilled water (p<0.05). The greatest wear value for Signum was obtained in distilled water (p<0.05). Solidex showed the greatest wear value in citric acid; however this value was significantly different only from that in artificial saliva (p<0.05). Similarly, GrandioSO revealed the greatest wear value in citric acid, and this value was significantly different only from that in distilled water (p<0.05).

CONCLUSION: The effect of the different chemical media on wear and microhardness was found to vary according to the material; no correlation was observed between microhardness and wear measurements.

KEYWORDS: Composite dental resin; microhardness; wear resistance, dental restoration