

# FARKLI POLİMERİZASYON ŞEKİLLERİNİN ORMOSER ESASLI REZİN RESTORATİF MATERYALİN SİTOTOKSİSİTESİ ÜZERİNE ETKİSİ, *in vitro*

## THE EFFECT OF DIFFERENT POLYMERIZATION MODES ON THE CYTOTOXICITY OF ORMOSER BASED RESIN COMPOSITE, *in vitro*

Oya BALA \*

Hacer DENİZ ARISU #

Emin TÜRKÖZ \*

Şükran YILMAZ<sup>†</sup>

### ÖZET

**Amaç:** Ormoser esaslı bir rezin restoratif materyalin (Admira, Voco) polimerizasyonunda halojen ışık kaynağının üç farklı ayarda (geleneksel, boost, ramp) kullanılmasının, materyalin sitotoksitesisi üzerine etkilerinin *in vitro* olarak incelenmesidir.

**Gereç ve Yöntem:** 10 mm çapında ve 2 mm derinliğinde teflon kalıplar içerisinde hazırlanan kompozit rezin örnekler halojen ışık kaynağının geleneksel, boost veya ramp ayarları kullanılarak polimerize edildi. Aynı büyüklüklerdeki disk şeklinde kesilmiş cam parçaları negatif kontrol grubu olarak kullanıldı. Polimerize edilmiş örnekler ve negatif kontrol grubu örnekleri Dulbeccos' Modified Eagles Medium (DMEM F12) içerisinde 24 ve 48 saat bekletildikten sonra ekstraları toplandı. L 929 fibroblast benzeri hücreler 24, 48 ve 72 saat süresince bu ekstraların 100 µl'sinde inkübe edildi. Hücresel aktivite, MTT testi kullanılarak saptandı. İstatistiksel analizde tek yönlü varyans analizi (ANOVA) ve eşleştirilmiş t-testi kullanıldı.

**Bulgular:** 24 ve 48 saatlik ekstraların her ikisinin de 24, 48 ve 72 saatlik inkübasyonlarından sonra negatif kontrol gözlerinin MTT ortalamaları ve deney gruplarının tümünün (geleneksel, ramp ve boost) MTT ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark gözlemlendi ( $p < 0.05$ ). Boost grubu 24 saatlik ekstraların her üç inkübasyon süresinde ve 48 saatlik ekstraların 48 ve 72 saatlik inkübasyon sürelerinde diğer deney gruplarından daha az miktarda sitotoksik etki göstermiştir ( $p > 0.05$ ).

**Sonuç:** Ormoser esaslı kompozit rezin Admira, incelenen her üç polimerizasyon şekliyle de L 929 fare fibroblast hücreleri üzerinde farklı derecelerde sitotoksik etki meydana getirmektedir. Işık yoğunluğunun artması sitotoksik etkinin azalmasına neden olmaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Sitotoksitesite, MTT analizi, ormocer.

### SUMMARY

**Objective:** The aim of this study was to evaluate the effects of three different light exposure modes on *in vitro* toxicity of ormocer-based resin composite (Admira, Voco).

**Material and Method:** The specimens were cured with halogen light curing unit in teflon moulds of 2 mm depth and 10 mm diameter. The modes adjusted were conventional light curing, ramp curing and boost. The glass slides in the same dimensions were used as negative control. Polymerized specimens and negative controls were immersed into Dulbeccos' Modified Eagle's Medium (DMEM F12) for 24 and 48 hours and then the extracts were collected. Afterwards L 929 fibroblast-like cells were incubated for 24, 48 and 72 h in 100 µl of these extracts. Cellular activity was assessed with MTT test. One way analyses of variance (ANOVA) and paired samples t-test were used for statistical analyses.

**Result:** There were no statistically significant difference between the test groups and the negative control group after 24, 48 and 72 h with both 24 and 48 h extracts ( $p < 0.05$ ). Boost group showed less cytotoxic effect than the other test groups in all incubation periods for 24 h extracts and in 48 h and 72 h incubation periods for 48 h extracts ( $p > 0.05$ ).

**Conclusion:** Either polymerized with one of the three polymerization techniques ormocer based composite resin Admira have some cytotoxic effects on L 929 mouse fibroblast cell cultures. As the light intensity increases, the cytotoxic effects of the material were decreased.

**Key words:** Cytotoxicity, MTT assay, ormocer.

**Makale Gönderiliş Tarihi :** 30.06.2008

**Yayına Kabul Tarihi :** 27.10.2008

\* Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Diş Hastalıkları ve Tedavisi Anabilim Dalı, Prof. Dr.

# Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Diş Hastalıkları ve Tedavisi Anabilim Dalı, Öğretim Görevlisi Dr.

† ŞAP Enstitüsü Hücre Kültür Laboratuvarı, Uzman Biyolog

## GİRİŞ

Kompozit rezinlerin polimerizasyonlarında genellikle 470-520 nm dalga boyunda halojen ışık kaynakları kullanılmaktadır. Işık uygulamasını takiben kompozit rezinlerin içerisinde bulunan ve bu dalga boyuna duyarlı olan kamforokinon aktive olur ve polimerizasyon reaksiyonunu başlar<sup>6</sup>. Bu reaksiyon sonucunda kompozit rezin içerisinde bulunan çift bağların tümünün tek bağlara dönüşmesi arzu edilir. Ancak bu her zaman mümkün olmamakta ve polimerize olmuş kompozit içerisinde bir miktar polimerize olmamış monomer artık olarak kalmaktadır<sup>1,5,6</sup>. Bu monomerler zaman içerisinde açığa çıkar ve miktarı belli bir konsantrasyona geldiğinde pulpada enflamasyon ve postoperatif hassasiyete neden olabilmektedir<sup>2</sup>.

Kompozit rezinlerin polimerizasyonları sırasında ortaya çıkan diğer bir problem de polimerize olan kompozit rezinin hacimsel olarak büzülmesi sonucunda kavite duvarları ve polimerize olmuş restoratif materyal arasında oluşan boşluklardır<sup>4,8,16,26,32</sup>. Kavite kenarlarında oluşan bu aralıklar da zaman içerisinde mikrosızıntı ve postoperatif hassasiyete neden olabilmektedir. Kompozitlerin polimerizasyonları sırasında ortaya çıkan bu tip problemleri gidermek için farklı kompozit rezin matrisleri ve farklı polimerizasyon şekilleri üzerinde çalışmalar yürütülmektedir<sup>15,23</sup>.

Ormoserler kompozit materyalin rezin matrisi değiştirilerek geliştirilen materyallerdir. Bu materyaller inorganik alkoksisilan ağının geleksel metakrilat grubuna kimyasal olarak bağlanmasıyla oluşmaktadır<sup>11,12</sup>. Geleneksel kompozit rezinlerin ve içeriklerinin sitotoksiteleri hakkında çalışmalar yapılmış olmasına rağmen<sup>10,21</sup> ormoserlerin toksisiteleri hakkında çok fazla çalışma mevcut değildir.

Kompozit rezin materyallerin polimerizasyon büzülmesini en aza indirmek ve polimerizasyon derinliğini arttırmak amacıyla da son yıllarda farklı ışık yoğunlukları ve sürelerinin kullanıldığı yeni polimerizasyon şekilleri üzerinde çalışmalar yapılmaktadır<sup>17</sup>. Bunlardan ramp polimerizasyon tekniğinde düşük yoğunlukta oluşturulan bir başlangıç polimerizasyonundan sonra, yüksek yoğunlukta ışıkla polimerizasyon tamamlanmaktadır. Diğer bir polimerizasyon yöntemi olan ve ağartma ajanlarının aktive

edilmesinde de kullanılan boost polimerizasyonda ise polimerizasyon 10 saniye gibi kısa bir sürede, ışık yoğunluğu 1000 mW/cm<sup>2</sup>'nin üzerine çıkararak sağlanmaktadır.

Restoratif rezinlerin biyouyumluluğunu test etmenin bir yöntemi, hücresel cevabı belirleyebilecek *in vitro* modeller kullanmaktır<sup>18,27</sup>. Bu, pek çok faktör ve değişkenin kontrol edilebilmesini ve sitotoksitenin güvenilir, tekrarlanabilir, ve sayısal sonuçlar çıkarılabilir şekilde belirlenmesini sağlar<sup>29</sup>.

Bu çalışmanın amacı bir ormoser materyal olan Admira'nın geleneksel, ramp ve boost curing yöntemleriyle polimerizasyonunun L 929 fibroblast hücreleri üzerindeki sitotoksik etkilerinin karşılaştırılarak incelenmesidir.

## GEREÇ VE YÖNTEM

### Deney Örnekleri ve Örnek Ekstrelerinin Hazırlanması

Ormoser esaslı kompozit rezin Admira (Voco, Cuxhaven, Almanya) 10 mm çapında ve 2 mm derinliğinde teflon kalıplar içerisinde yerleştirildi. Fazla materyal kalıpların üzerine yerleştirilen şeffaf bandın üzerine bir si-man camı ile basınç uygulanarak uzaklaştırıldıktan sonra örnekler halojen ışık kaynağının (Hilux UltraPlus, Benlioğlu, Türkiye) geleneksel, boost ve ramp ayarları kullanılarak polimerize edildi. Çalışmada kullanılan polimerizasyon şekillerinin ayrıntıları Tablo I'de verilmiştir. Her bir polimerizasyon yöntemi için 12 adet örnek hazırlandı. Polimerizasyondan sonra örnekler 6 ml vassatta 2 örnek olacak şekilde DMEM/F12 içerisinde yerleştirildi ve 24 ve 48 saat süreyle 37°C'de %5'lik CO<sub>2</sub>'li etüvde bekletildi. Kompozit rezin disklerin yüzey alanı ve vasat miktarı arasındaki oran ISO'nun (ISO 10993-5; 1997)<sup>6</sup> sitotoksiste için öngördüğü 0.5- 6.0 cm<sup>2</sup> mL<sup>-1</sup> aralığına uygun şekilde 0.73 cm<sup>2</sup>/ml olacak şekilde ayarlandı.

Tablo I: Çalışmada kullanılan polimerizasyon yöntemleri

Polimerizasyon Şekli	Işık Yoğunluğu	Süre
Geleneksel	400 mW/ cm <sup>2</sup>	40 saniye
Ramp	200 mW/cm <sup>2</sup> 600 mW/cm <sup>2</sup> 10 saniye        30 saniye	Toplam 40 saniye
Boost	1000 mW/ cm <sup>2</sup>	10 saniye

## Hücre Kültürü

Tarım Bakanlığı ŞAP enstitüsü Hücre Bankası stoğunda bulunan L 929 fare deri fibroblastları (L 929 An2 Hü-kük 95030802, Şap Enstitüsü, Türkiye) 25 cm<sup>2</sup>'lik doku kültür kaplarında (Costar, Amerika) %10 v/v fetal sığır serumu (FBS) (Biochrom, Almanya) içeren antibiyotiksiz, Dulbecco's Modifiye Eagle Medium/Ham's F12 (D-MEM/F12) (Sigma, Amerika) vasatında kültüre edildi. Hücreler %5 CO<sub>2</sub>'li ortamda 37°C'de %100 nemli ortamda, %100 monolayer oluşuncaya kadar inkübe edildi ve haftada üç kez pasajlandı. Üçüncü pasajdaki hücreler testlerde kullanıldı. Hücreleri doku kültür kaplarından ayırmak için %0.025 tyripsin (Sigma, Amerika) ve %0.02 EDTA (Sigma, Amerika) karışımı kullanıldı. Kaldırılan hücreler hemositometre kullanılarak sayıldı ve 72 saat içerisinde oluşabilecek kontak inhibisyonu engellemek için 4x10<sup>4</sup> hücre/ml olacak şekilde seyreltildi. Bu dilüsyon 96 gözlü doku kültür plaklarına 100 µl/göz olacak şekilde taksim edildi. Hücrelerin tutunmaya başladığı 24 saatlik inkübasyon sonunda gözlerdeki vasat boşaltılarak, deney gözlerine deney örneklerinin 24 ve 48 saatlik ekstreleri, negatif kontrol gözlerine ise cam örneklerin ekstreleri 100µl/göz olacak şekilde ilave edildi. Hücreler bu ekstrelerle 24, 48 ve 72 saat süreyle 37°C'de %5'lik CO<sub>2</sub>'li etüvde inkübe edildikten sonra MTT analizleri yapıldı.

## Sitotoksosite Testi (MTT Analizi)

24 ve 48 saatlik ekstrelerin deney ve kontrol gözlerine yerleştirilmesinden sonraki 24, 48 ve 72 inkübasyon sürelerinin sonunda doku kültür plakları inverted doku mikroskopunda incelendi ve fotoğraflandı. Hücrelerde meydana gelen morfolojik değişiklikler kaydedildi. Doku kültür plaklarındaki ekstreler uzaklaştırıldı ve her göze 100µl taze vasat ve 13µl MTT (tetrazolium salt 3-[4, 5-dimethylthiazol-2-yl]-2, 5-diphenyltetrazolium bromide) (Sigma, Amerika) solüsyonu ilave edildi. Hücre kültür plakları 37°C'de %5'lik CO<sub>2</sub>'li etüvde karanlık ortamda 4 saat bekletildi. 4 saatin sonunda gözlerdeki solüsyon uzaklaştırıldı ve canlı hücreler tarafından oluşturulan formazan kristallerini çözmek için her göze 100 µl DMSO (dimetil sülfoksit) ve 13 µl glisin tampon çözeltisi (pH=10.31) eklenip, abzorbans değerleri 570 nm'de optik okuyucuda okundu ve elde edilen değerler kontrol gözleriyle

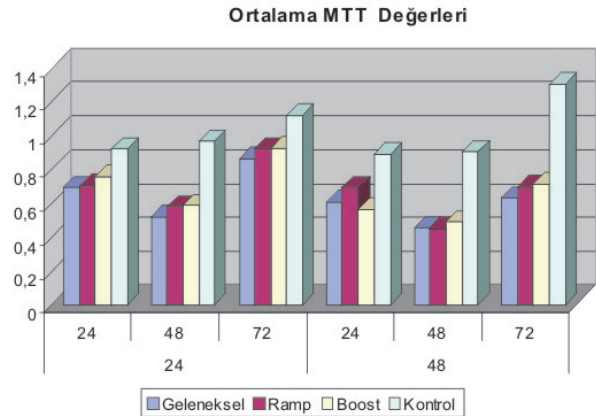
karşılaştırıldı. Kompozit materyal örneklerin hazırlanmasından bu aşamaya kadar gerçekleştirilen basamaklar 3 kez tekrarlandı.

## İstatistiksel Analiz

24 ve 48 saatlik ekstreler ve 24, 48 ve 72 saatlik inkübasyon dönemlerinin her biri için deney ve kontrol grupları arasında fark olup olmadığı tek yönlü varyans analizi (ANOVA) kullanılarak değerlendirildi. Deney ve kontrol gruplarında ekstre hazırlama süreleri ve inkübasyon dönemleri arasındaki fark ise eşleştirilmiş t-testi ile değerlendirildi.

## BULGULAR

24 ve 48 saatlik ekstrelerin 24, 48 ve 72 saatlik inkübasyon süreleri sonunda deney ve kontrol gözlerinin MTT ortalamaları Tablo II ve Grafik 1'de verilmiştir.



**Grafik 1:** Deney ve kontrol gruplarının 24 ve 48 saatlik ekstrelerinin 24, 48 ve 72 saat inkübasyon süreleri sonunda ortalama MTT değerleri

24 ve 48 saatlik ekstrelerin her ikisinin de 24, 48 ve 72 saatlik inkübasyonlarından sonra negatif kontrol gözlerinin MTT ortalamaları ve deney gruplarının tümünün (geleneksel, ramp ve boost) MTT ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark gözlemlendi ( $p < 0.05$ ).

24 saatlik ekstrelerin 24 saatlik inkübasyonları sonucunda geleneksel ve boost grupları arasında fark bulunurken ( $p = 0.035$ ), 48 ve 72 saatlik inkübasyon süreleri sonunda deney grupları arasında istatistiksel bir fark gözlemlenmedi ( $p > 0.05$ ).

48 saatlik ekstrelerin 24 saatlik inkübasyonu sonucun-

Tablo II: Deney ve kontrol gruplarının MTT ortalamaları ve standart sapma değerleri

Ekstre Süreleri	İnkübasyon Süreleri	Gruplar	Ortalama	Standart Sapma
24	24	Geleneksel	0,693383	0,087983
		Ramp	0,702892	0,081072
		Boost	0,757304	0,084221
		Kontrol	0,921746	0,066213
	48	Geleneksel	0,518329	0,083611
		Ramp	0,576346	0,109529
		Boost	0,581133	0,071966
		Kontrol	0,961454	0,184504
	72	Geleneksel	0,863679	0,083344
		Ramp	0,921863	0,109449
		Boost	0,926733	0,071966
		Kontrol	1,121333	0,241912
48	24	Geleneksel	0,606171	0,100157
		Ramp	0,688817	0,145094
		Boost	0,559933	0,182631
		Kontrol	0,889733	0,104033
	48	Geleneksel	0,450854	0,069621
		Ramp	0,446363	0,099759
		Boost	0,488758	0,084742
		Kontrol	0,905238	0,179031
	72	Geleneksel	0,629063	0,073849
		Ramp	0,699121	0,062425
		Boost	0,717125	0,097414
		Kontrol	1,307054	0,184504

da ramp ve boost polimerizasyon grupları arasında ( $p=0.008$ ) ve 72 saatlik inkübasyon sonucunda geleneksel ve boost grupları arasında fark gözlenirken ( $p=0.046$ ), 48 saatlik inkübasyonda deney grupları arasında anlamlı bir fark gözlenmedi ( $p>0.05$ ) (Tablo III).

24 ve 48 saatlik ekstreler karşılaştırıldığında ise geleneksel ve boost gruplarında her üç inkübasyon dönemi için de fark bulunurken ( $p<0.05$ ), ramp curing grubunda 48 ve 72 saatlik inkübasyon dönemlerinde ekstreler arasında fark gözlenmedi ( $p>0.05$ ).

Hücre morfolojileri incelendiğinde ise özellikle ilk 24 saatlik inkübasyon süresinde hücrelerde meydana gelen değişikliklerin uzun dönem (72 saat inkübasyon süresi) sonunda kontrol grubuyla yaklaşık aynı olduğu gözlemlendi. Özellikle boost-curing grubunda hücrelerde ilk 24 saat

sonunda meydana gelen hasarın geri dönüşümlü olduğu ve 72 saat sonunda hücrelerin bu hasarı tolere edebildiği belirlendi.

## TARTIŞMA

Kompozit rezin materyallerin polimerizasyon reaksiyonları sırasında içeriklerindeki tüm monomerlerin polimerize dönüşmesi beklenmektedir. Kompozit rezinlerin fiziksel özelliklerinin yeterli olması ve klinik performansları bu şekilde sağlanabilmektedir. Tamamiyle sertleşmiş restoratif rezin materyallerde bile çok az miktarda da olsa kısa zincirli polimerler bağlanmamış olarak bulunabilmektedir<sup>6</sup> ve kompozit içinde bulunan polimerize olmamış sızabilen rezin miktarı ve sitotoksik etkilerin derecesi arasında doğrusal bir bağlantı bulunmaktadır<sup>14</sup>. Bu çalışmada halojen ışık kaynağı kullanılarak üç farklı yöntemle

Tablo III: Deney ve kontrol gruplarının 24 ve 48 saatlik ekstralarının eşleştirilmiş t-testi ile karşılaştırılması sonucu ortaya çıkan anlamlılık tablosu.

Gruplar		24 saatlik ekstralar (ortalama)	48 saatlik ekstralar (ortalama)	Sig. (two-tailed)
Geleneksel	24 saat	0,693	0,606	0.008
	48 saat	0,518	0,450	0.006
	72 saat	0,863	0,629	0.000
Ramp	24 saat	0,702	0,688	0.713
	48 saat	0,576	0,446	0.000
	72 saat	0,921	0,699	0.000
Boost	24 saat	0,757	0,717	0.000
	48 saat	0,581	0,559	0.000
	72 saat	0,926	0,488	0.000
Kontrol	24 saat	0,921	1,307	0.177
	48 saat	0,961	0,905	0.071
	72 saat	1,121	0,889	0.052

polimerize edilen ormoser esaslı bir kompozit rezin materyalin sitotoksik etkilerinin incelenmesi amaçlanmıştır.

Diş hekimliğinde kullanılan materyallerin sitotoksik etkilerinin incelenmesi için bugüne kadar pek çok hücre kültür çalışması yapılmıştır<sup>2,3,9,10,20-22,27,30</sup>. Çalışmalarda kullanılan hücre kültürlerinin birbirlerinden farklı olması, deney yöntemlerinin farklılığı ve materyal ile hücrelerin temasta kalma sürelerinin birbirlerinden farklı olmaları sebebiyle bu çalışmaların sonuçlarını birbirleriyle kıyaslamak mümkün değildir<sup>28</sup>. Bu çalışmada üç farklı yöntem kullanılarak polimerize edilmiş ormoser esaslı bir kompozit rezinin DMEM içerisinde farklı sürelerde bekletilmesiyle elde edilen ekstralarının sitotoksik etkilerini belirlemek için L 929 fare fibroblast hücreleri kullanılmış ve sitotoksikite MTT yöntemi kullanılarak değerlendirilmiştir. MTT, canlı hücrelerin sayısal olarak belirlenebilmesi için kullanılan renk yoğunluğunun tayinine yönelik bir yöntemdir. MTT değerlendirmelerinde hücre döngüsünün herhangi bir aşamasındaki hücre sayısı belirlenebilmektedir. Canlı hücreler metil tetrazolyum halkasını mitokondrial dehidrogenaz enzimleri ile hücre içi mor formazan kristallerine dönüştürürler. Bu yöntemin avantajları basit, hızlı ve güvenilir olması yanında radyoizotoplara gereksinim duyulmamasıdır<sup>13</sup>.

Bu çalışmada iki farklı sürede (24 ve 48 saat) ekstralar hazırlanmıştır. Bu süreler artık monomer sızmasının ilk 24 ile 48 saat içerisinde tamamlandığınının belirttiği

Ferracane ve arkadaşlarının<sup>6</sup> yaptıkları daha önceki bir çalışmaya dayanarak seçilmiştir. Bu çalışmanın sonuçları ormoser esaslı kompozit rezin Admira'nın incelenen her üç polimerizasyon yöntemiyle de L 929 fare fibroblast hücreleri üzerinde farklı derecelerde sitotoksik etki meydana getirdiğini göstermiştir. Ancak 24 ve 48 saatlik ekstralar karşılaştırıldığında, bütün deney gruplarında 24 saatlik ekstralar 48 saatlik ekstralara oranla daha az hücre hasarı meydana getirmiştir. Bu bulgu göz önünde bulundurularak artık monomer sızmasının her zaman ilk 24 saat sonunda tamamlanamayabileceği söylenebilir.

Wataha ve arkadaşları<sup>31</sup> ormoser esaslı kompozit rezin Definite'i de içeren farklı restoratif materyallerin sitotoksik etkilerini inceledikleri çalışmalarında, Definite'i geleneksel yöntemle polimerize etmişlerdir. Çalışmanın sonucunda Definite'in insan periodontal ligament hücreleri üzerinde sitotoksik etkilerinin bulunduğunu bildirilmiştir. Bouillaguet ve arkadaşları<sup>2</sup> geleneksel yöntemle polimerize edilmiş ormoser esaslı kompozit rezin Definite'in ilave polimerizasyonunun sitotoksikite üzerine etkisini inceledikleri çalışmalarında, materyalin bir miktar sitotoksik etki gösterdiğini bildirmişlerdir. Bizim çalışmamızın bulgularına göre 24 saatlik ekstraların her üç inkübasyon süresinde ve 48 saatlik ekstraların 48 ve 72 saatlik inkübasyon sürelerinde boost grubu diğer polimerizasyon yöntemlerine oranla daha az hücre hasarı meydana getirmiştir. Yüksek ışık yoğunluğu kompozitte meydana gelen polimerizasyon derecesini arttırılabilir ancak aynı şekilde

kompozit polimerizasyonu sırasında oluşan büzülme stresleri de artmaktadır. Kompozitin akmasına izin veren daha yavaş bir polimerizasyon işlemi ışıkla polimerizasyon sırasında oluşan streslerin serbestleştirilmesine imkan tanır<sup>25</sup>. Polimerizasyon işlemi yalnızca ışık yoğunluğuna değil toplam ışık enerjisine bağlı olduğundan<sup>19</sup> daha düşük yoğunlukta bir ışığın daha uzun süre uygulanmasıyla eşit oranda polimerizasyon derecesi elde edilebilir.

Wataha ve arkadaşlarının<sup>31</sup> yaptıkları bir çalışmada sitotoksikite kompozit örnek ve hücreler arasında direkt kontak oluşturularak incelenmiş ve sitotoksikite değerlendirilmesinde kompozit materyalin 24 ve 48 saatlik ekstreleri kullanılmıştır. Bu yöntemle ekstraksiyon süresince vaset içerisine sızan toksik bileşenlerin miktarında bir artış olup olmadığı ve eğer bir artış varsa bunun hücreler üzerindeki etkilerinin incelenmesi amaçlanmıştır. Her iki sitotoksikite yöntemi de avantaj ve dezavantajlara sahiptir. Bu çalışmada kullanmayı tercih ettiğimiz indirekt yöntemde aynı koşullar altında örneklerin hazırlanabilmesi ve bu hazırlanan örneklerin farklı sürelerde DMEM içerisinde bekletilerek ekstrelerinin alınması gibi bir avantajı mevcuttur. Önemli olan nokta bu iki yöntemin materyal ve ölçüm zamanlarına bağlı olarak aynı sonuçları vermeyebileceğinin bilinmesidir<sup>2</sup>.

Rueggeberg ve Margeson<sup>24</sup> polimerizasyondan sonra kompozit rezinlerde reaksiyona girmemiş monomerlerin kalabildiğini bildirmişlerdir. Rathbun ve arkadaşları<sup>22</sup>, Bis-GMA içeren kompozit rezinin sitotoksikitesini test ettikleri bir çalışmada çözücüler kullanarak kompozit yüzeyinden reaksiyona girmemiş bileşenlerin uzaklaştırılmasından sonra sitotoksikitenin %90 oranında azaldığını bildirmişlerdir. Bu çalışmada ise farklı polimerizasyon yöntemlerinin kullanılmasının ormoser esaslı bir kompozitin sitotoksikitesinde meydana getirdiği in vitro değişiklikleri değerlendirmektedir.

## SONUÇ

Ormoser esaslı kompozit rezin Admira, incelenen her üç polimerizasyon şekliyle de L 929 fare fibroblast hücreleri üzerinde farklı derecelerde sitotoksik etki meydana getirmektedir. Işık yoğunluğunun artması sitotoksik etkinin azalmasına neden olmaktadır.

## KAYNAKLAR

1. Asmussen E. Factors affecting the quantity of remaining double bonds in restorative resin polymers. *Scand J Dent Res* 90: 490-496, 1982.
2. Bouillaguet S, Shaw L, Gonzales L, Wataha JC, Krejci I. Long-term cytotoxicity of resin-based dental restorative materials. *J Oral Rehabil* 29: 7-13, 2002.
3. Caughman WF, Caughman GB, Shiflett RA, Rueggeberg F, Schuster GS. Correlation of cytotoxicity, filler loading and curing time of dental composites. *Biomaterials* 12: 737-740, 1991.
4. Davidson CL, Feilzer AJ. Polymerization shrinkage and polymerization shrinkage stress in polymer based restoratives. *J Dent* 25: 435-440, 1997.
5. Ferracane JL. Elution of leachable components from composites. *J Oral Rehabil* 21: 441-452, 1994.
6. Ferracane JL, Condon JR. Rate of elution of leachable components from composite. *Dent Mater* 6: 282-287, 1990.
7. Friedl KH, Schmalz G, Hiller KA, Markl A. Marginal adaptation of Class V restorations with and without "softstart-polymerization". *Oper Dent* 25: 26-32, 2000.
8. Goracci G, Mori G. Scanning electron microscopic evaluation of resin-dentin and calcium hydroxide-dentin interface with resin composite restorations. *Quintessence Int* 27: 129-135, 1996.
9. Hanks CT, Anderson M, Craig RG. Cytotoxic effects of dental cements on two cell culture systems. *J Oral Pathol* 10: 101-112, 1988.
10. Hanks CT, Strawn SE, Wataha JC, Craig RG. Cytotoxic effects of resin components on cultured mammalian fibroblasts. *J Dent Res* 70: 1450-1455, 1991.
11. Helvatjoglu-Antoniades M, Kalinderis K, Pedulus L, Papadogiannis Y. The effect of pulse activation on microleakage of a 'packable' composite resin and two ormocers. *J Oral Rehabil* 31: 1068-1074, 2004.
12. Hickel R, Dasch W, Janda R, Tyas M, Anucavic K. New direct restorative materials. *Int Dent J* 48: 3-16, 1998.
13. Huang FM, Tai KW, Chou MY, Chang YC. Cytotoxicity of resin, zinc oxide eugenol and calcium hydroxide-based root canal sealers on human periodontal ligament cells and permanent V 79 cells. *Int Endod J* 35: 153-158, 2002.
14. Inoue K, Arikawa H, Fujii K, Niihara A, Fujita R, Tsukada G, Kuroki K, Oka T, Uchiyama C. Composite restorative resins. Part 3. Cytotoxicity test to mouse fibroblasts in culture of UV and visible light activated composite resins. *Dent Mater J* 7: 55-61, 1988.
15. Kanca J 3rd, Suh BI. Pulse activation: reducing resin-based composite stresses at the enamel cavosurface margins. *Am J Dent* 12: 107-112, 1999.
16. Leinfelder KF. Posterior composite resins: the materials and their clinical performance. *J Am Dent Assoc* 126: 663-664, 667-668, 671-672, 1995.
17. Mehl A, Hickel R, Kunzelmann KH. Physical properties and gap formation of light-cured composites with and without 'soft-start' polymerization. *J Dent* 25: 321-330, 1997.

18. Meryon SD, Browne RM. Evaluation of the cytotoxicity of four dental materials in vitro assessed by cell viability and enzyme cytochemistry. *J Oral Rehabil* 10: 363-372, 1983.
19. Miyazaki M, Oshida Y, Moore BK, Onose H. Effect of light exposure on fracture toughness and flexural strength of light-cured composites. *Dent Mater* 12: 328-332, 1996.
20. Quinlan CA, Zisterrer DM, Tipton KF, Sullivan IO. In vitro cytotoxicity of a composite resin and compomer. *Int Endod J* 35: 47-55, 2002.
21. Ratanasathien S, Wataha JC, Hanks CT, Dennison JB. Cytotoxic interactive effects of dentin bonding components on mouse fibroblasts. *J Dent Res* 74: 1602-1606, 1995.
22. Rathbun MA, Craig RG, Hanks CT, Filisko FE. Cytotoxicity of a BIS-GMA dental composite before and after leaching in organic solvents. *J Biomed Mater Res* 25: 443-457, 1991.
23. Rugeberg FA, Caughman WF, Chan DC. Novel approach to measure composite conversion kinetics during exposure with stepped or continuous light-curing. *J Esthet Dent* 11: 197-205, 1999.
24. Rugeberg FA, Margeson DH. The effect of oxygen inhibition on an unfilled composite system. *J Dent Res* 69: 1652-1658, 1990.
25. Sakaguchi RL, Berge HX. Reduced light energy density decreases post-gel contraction while maintaining degree of conversion in composites. *J Dent* 26: 695-700, 1998.
26. Sakaguchi RL, Sasik CT, Bunczak MA, Douglas WH. Strain gauge method for measuring polymerization shrinkage of composite resin. *J Dent* 19: 312-316, 1991.
27. Schedle A, Franz A, Rawsch-Fan X, Spittle A, Lucas T, Samorapompichit P, Sperr W, Boltz-Nitulescu G. Cytotoxic effects of dental composites, adhesive substances, compomers and cements. *Dent Mater* 14: 429-440, 1998.
28. Spangberg L. In vitro assessment of the toxicity of endodontic materials. *Int Endod J* 14: 27-33, 1981.
29. Tyas MJ. A method for the in vitro toxicity testing of dental restorative materials. *J Dent Res* 56: 1285-1290, 1977.
30. Wataha JC, Hanks CT, Strawn SE, Fat JC. Cytotoxicity of components of resins and other dental restorative materials. *J Oral Rehabil* 21: 453-462, 1994.
31. Wataha JC, Rugeberg FA, Lapp CA, Lewis JB, Lockwood PE, Ergle JW, Mettenberg DJ. In vitro cytotoxicity of resin-containing restorative materials after ageing in artificial saliva. *Clin Oral Investig* 3: 144-149, 1999.
32. Yap AUJ, Wang HB, Siow KS, Gan LM. Polymerization shrinkage of visible-light cured composites. *Oper Dent* 25: 98-103, 2000.

#### **Yazışma Adresi**

Öğr. Gör. Dr. Hacer DENİZ ARISU  
Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi  
Diş Hastalıkları ve Tedavisi Anabilim Dalı,  
Emek (06510)/ Ankara  
Tel: (312) 203 41 23  
Faks: (312) 223 92 26  
e-posta: hacer@gazi.edu.tr