

MİKRODALGA VE OTOKLAV POST-POLİMERİZASYON UYGULAMALARININ SERT BESLEME AKRİLİKLERİNİN BÜKÜLME DİRENCİNE ETKİSİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

*Comparison of Autoclave and Microwave Postpolymerization Treatments on Flexural Strength of
Hard Reline Resins*

Umut ÇAKAN¹, Pınar GÜLTEKİN²

Makale Gönderilme Tarihi: 26/11/2013

Makale Kabul Tarihi: 17/03/2014

ÖZ

Amaç: Otoklav ve mikrodalga post-polimerizasyon uygulamalarının sert besleme akriliği ve ısı ile polimerize olan akriliğin bükülme direnci üzerine etkisinin karşılaştırılması.

Gereç ve Yöntem: Sert besleme akriliği ve ısı ile polimerize olan akrilik malzemeden 64x10x3.3 mm boyutunda örnekler hazırlandı. Her iki akrilikten 80 adet örnek hazırlandı ve 4 alt gruba ayrıldı (n=20). Örnekler, mikrodalga ve otoklavda (kısa ve uzun programda) kullanılarak otoklav post-polimerizasyonuna tabi tutuldu ve 5 mm/dak hızla 3 nokta bükülme testi uygulandı. İstatistiksel analiz için iki yönlü ve tek yönlü ANOVA ve Tukey's HSD testleri kullanıldı.

Bulgular: Mikrodalga ile post-polimerizasyon, her iki akriliğin bükülme direncini anlamlı olarak arttırmıştır (p<0.01). Kısa ve uzun süreli otoklav ile post-polimerizasyonun bükülme direnç değerleri kontrol grubundan anlamlı olarak yüksektir (p<0.01). Her iki akrilik için, kısa ve uzun süreli otoklav ile post-polimerizasyon uygulamaları arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı değildir (p>0.05).

Sonuç: Otoklav ile post-polimerizasyon yöntemi, direkt yöntemle besleme yapılmış hareketli protezin bükülme direncini arttırabilecek bir uygulama olarak önerilebilir.

Anahtar kelimeler: Bükülme direnci, otoklav, mikrodalga, post-polimerizasyon, besleme akriliği

ABSTRACT

Purpose: To compare the effect of autoclave and microwave post-polymerization treatments on flexural strength of hard reline and heat-polymerized acrylic resins.

Material and Methods: Hard chairside reline and heat-polymerized acrylic resin specimens (64x10x3.3 mm) were fabricated. 80 specimens with 4 subgroups for each acrylic (n=20) received post-polymerization treatment by microwave irradiation and two autoclave post-polymerization modalities (short and long). Specimens were subjected to flexural strength testing using 3-point bending with a crosshead speed of 5 mm/min. Two-way, one-way ANOVA and Tukey's HSD tests were used for statistical analysis of data.

Results: The microwave post-polymerization significantly increased the strength of heat polymerized acrylic resin and hard chairside reline resin specimens where its effect was significantly higher than the autoclave and control groups (p<0.01). Both autoclave groups presented higher strength values than the control group (p<0.01). For both materials, the difference between the mean flexural strength values of short and long autoclave application was statistically insignificant (p>0.05).

Conclusion: Using autoclave, may be considered as a viable post-polymerization treatment alternative in order to increase the flexural strength of relined dentures.

Keywords: Flexural strength, autoclave, microwave, post-polymerization, reline resin

¹ İstanbul Medipol Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Protetik Diş Tedavisi A.D.

² İstanbul Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Protetik Diş Tedavisi A.D.

Giriş

Sert besleme akrilikleri, destek dokular ile uyumu bozulan protezlerin muayenehane şartlarında direkt yöntemle beslenmesi amacı ile en sık tercih edilen malzemelerdir. Avantajları, ilave ekipman ve laboratuvar işlemi gerektirmeden uygulanmaları ve aynı randevuda kısa sürede sonuç vermeleridir (1). Öte yandan, direkt yöntemle uygulandıklarında ortaya çıkan kötü tat, koku ve ekzotermik reaksiyon, hastalar için rahatsız edici olabilir.

Direkt sert besleme akriliklerinin mekanik özellikleri, iyi bir klinik performans göstermeleri açısından önem taşır. Bu malzemelerin ısı ile polimerize olan akriliklere oranla daha düşük bükülme direncine sahip oldukları bildirilmiştir (2). Bu durum, otopolimerizan akriliklerin, ısı ile polimerize olan akriliklere oranla daha fazla artık monomer içermesi ile ilişkilendirilmektedir (3, 4).

Monomerlerin polimerlere dönüşümündeki eksiklik sonucu ortaya çıkan artık monomerler, bir plastikleştirici gibi davranır ve akriliklerin mekanik özelliklerini olumsuz etkiler (5).

Bunun yanı sıra oral mukoza üzerinde inflamasyon, irritasyon ve allerjik reaksiyon oluşturma riski taşırlar (6). Direkt yöntemle besleme yapılan protez kaidelerinde plastik deformasyona karşı gösterilen direnç anlamlı olarak azalmaktadır (7, 8).

Polimerizasyon ile tamamen polimere dönüşmemiş artık monomer miktarını azaltmak ve artık monomere bağlı olarak ortaya çıkan olumsuz etkileri ortadan kaldırmak amacı ile post-polimerizasyon yöntemlerinin uygulanması önerilmiştir. Bunlar sıcak su içine daldırmak, mikrodalga ile post-polimerizasyon ve otoklav ile post-polimerizasyon yöntemleridir (6, 9-11).

Bir çok direkt sert besleme akriliği üreticisinin önerdiği şekilde polimerizasyon sonrası sıcak su içine daldırarak bekletme

yönteminin, artık monomer miktarını azalttığı, sertliği ve bükülme direncini arttırdığı gösterilmiştir (12). Eliades ve ark. (13) başlangıç polimerizasyonu sırasında oluşan iç streslerin, ileri polimerizasyon uygulamaları ile ortadan kalktığını bildirmişlerdir.

Mikrodalga ışımasının, protezlerin dezenfeksiyonu için önerilen bir yöntem olmasının yanı sıra direkt sert besleme akriliklerinin post-polimerizasyonu için kullanıldığında, artık monomer miktarını % 25 oranında azalttığı, bükülme direncini arttırdığı ve sitotoksitesiyi azalttığı gösterilmiştir (5, 14, 15).

Bir başka post-polimerizasyon yöntemi ise otoklav ile sıcak uygulamasıdır. Temel fonksiyonu basınçlı su buharı ile doymuş bir ortamda 121 C° sıcaklıkta 15-20 dakikada sterilizasyon oluşturmak olan otoklav, endüstriyel olarak üretim amaçlı olarak da kullanılmaktadır. Diğer yöntemlere kıyasla daha yeni ve az tercih edilen otoklav ile sıcak uygulanması, polimerize olmuş rijit polimer ağı içinde reaksiyona girmemiş monomer ve radikallerin hareketliliğini artırır, polimer zincirleri arasında yeni bağlar kurulmasını sağlar (11, 16). Soares ve ark. (17) ışıkla polimerize olan kompozit reçinelerin mekanik özelliklerini iyileştirmek amacı ile post-polimerizasyon yöntemi olarak otoklav ile sıcak uygulamasını kullanmışlardır. Durkan ve ark. (11) bu yöntemi hem ısı ile polimerize olan kaide akrilikleri için polimerizasyon yöntemi olarak hem de otopolimerizan akriliklerin post-polimerizasyonu için kullanmışlardır.

Literatürde otoklav ve diğer post-polimerizasyon yöntemlerinin ısı ile polimerize olan akriliklerin bükülme direncine etkisi üzerine çalışmalar mevcuttur ancak bu yöntemlerin direkt sert besleme akriliklerinin bükülme direncine etkisi üzerine çalışma mevcut değildir. Bu çalışmanın amacı, mikrodalga ve otoklav ile post-polimerizasyon uygulamalarının direkt sert besleme akriliği-

nin ve ısı ile polimerize olan akriliğin bükülme direnci üzerine etkisini karşılaştırmaktır. Test edilen hipoteze göre, otoklav ile post-

polimerizasyon uygulaması, direkt sert besleme akriliğinin bükülme direncini arttıracaktır.

Gereç ve Yöntem

Çalışmada kullanılan akrilikler tablo 1’de gösterilmiştir.

Tablo 1. Çalışmada kullanılan akrilikler.

Ürün adı / Tip	Üretici firma	Seri No	Toz/Likit oranı	İçerik		Polimerizasyon koşulları
				Toz	Likit	
Meliodont (Isı ile polimerize olan akrilik reçine)	Heraeus Kulzer, Hanau, Almanya	012259	35 g/14 ml	PMMA Benzoil Peroksit	MMA EGDMA	73 °C’de 90 dakika, takiben 100 °C’de 30 dakika
UfiGel Hard (Direkt sert besleme akriliği)	Voco GmbH, Cuxhaven, Almanya	1028020	13 ml/1 ml	PEMA	1.6 HDMA	Oda sıcaklığında 10 dakika 55 °C’de 10 dakika

PEMA, polietil metakrilat; 1.6 - HDMA, 1.6-heksanediol dimetakrilat; PMMA, polimetil metakrilat; MMA, metil metakrilat; EGDMA, etilen glikol dimetakrilat.

Direkt sert besleme akriliğinin toz-likit karışımı üreticinin önerilerine uygun olarak hazırlandı ve (64 x 10 x 3.3 mm) boyutunda paslanmaz çelik kalıp içine döküldü. Kalıp üstten asetat bir katman ve cam ile kapatılarak ortam şartlarında polimerizasyona bırakıldı. Polimerizasyon sonrası akrilik örnekler kalıptan çıkarıldı, gözle muayene edildi, katlantı veya porozite gösteren örnekler çalışma dışı bırakıldı. Örneklerin her iki yüzeyindeki düzensizlikler 400-grit silikon karbid aşındırıcı kağıt (3M, St. Paul, MN, ABD) ile düzeltildi. Örnek boyutları, 0.01 mm hassasiyette mikrometre ile 3 noktadan yapılan ölçümlerle, 0.02 mm’lik sapma kabul edilerek kontrol edildi (18). Final örnek boyutları 64 mm uzunluk, 10 ± 0.02 mm genişlik ve 3.3 ± 0.02 mm yükseklik olarak ölçüldü. Isı ile polimerize olan akrilik örneklerin mum replikaları, (64 x 10 x 3.3 mm) boyutlarında paslanmaz çelik kalıp içi-

ne eritilmiş mum dökülerek hazırlandı. Elde edilen mum örnekler, tip IV alçı kullanılarak muflaya alındı. Mum eliminasyonu işlemi sonrasında alçı yüzeylere iki tabaka lak uygulandı. Üreticinin önerilerine uygun olarak hazırlanan ısı ile polimerize olan akrilik karışımı muflaya tepildi, preslendi ve fazlalıklar kontrol edilerek uzaklaştırıldı (tablo 1). Akrilik örnekler basınç altında, termostatik olarak kontrol edilen su banyosunda (Ivomat IP3, Ivoclar Vivadent AG, Schaan, Lichtenstein) kısa polimerizasyon siklusu (73°C’de 90 dak ve takiben 100°C’de 30 dak) ile polimerize edildi ve ortam koşullarında 2 saat süre ile soğumaya bırakıldı. Isı ile polimerize olan akrilik örnekleri, direkt sert besleme akriliği örnekleri ile aynı şekilde düzeltildi ve boyutları kontrol edildi. Her iki akrilik malzemesi için 80’er adet örnek hazırlandı ve her birinde 20 adet örnek olacak şekilde rastlantısal olarak 4 alt gruba ayrıldı.

Grup 1 (Otoklav-Kısa)

1. grupta örnekler, sterilizasyon poşeti içinde, kısa otoklav programı kullanılarak, 134°C’de 4 dak süre ile otoklavda (NOVA, Tuttnauer USA Co., NY, ABD) bekletildi.

Grup 2 (Otoklav-Uzun)

2. grupta örnekler, sterilizasyon poşeti içinde, uzun otoklav programı kullanılarak, 121°C’de 20 dak süre ile otoklavda bekletildi. Örnekler bükülme direnci testi öncesi otoklav içinde, cihazın kapağı açık olarak soğumaya bırakıldı.

Grup 3 (Mikrodalga)

3. grupta örnekler ev tipi, ayarlanabilir mikrodalga fırın (HF15M561, Siemens, Berlin, Almanya) içinde, 550 Watt güç, 4 dak süre ile mikrodalgaya tabi tutuldu. Çalışmamızda, daha önceki araştırmalarda Ufi Gel Hard için en yüksek bükülme direnci değerini ortaya çıkardığı bildirilen güç ve süre kombinasyonu kullanıldı (19). Örnekler bükülme direnci testi öncesi mikrodalga içinde, cihazın kapağı açık olarak soğumaya bırakıldı.

Grup 4 (Kontrol)

Bu gruptaki akrilik örneklere herhangi bir post-polimerizasyon işlemi uygulanmadı.

Bükülme Direnci Testi

Tüm örnekler, üniversal test cihazı (Autograph AG-X, Shimadzu Corp., Kyoto, Ja-

ponya) kullanılarak 3 nokta bükme testine tabi tutuldu. Üniversal test cihazının hızı 5mm/dak, destekler arası mesafe 50 mm olarak ayarlandı. Yükleme, örneklerin kırılması gerçekleşene kadar uygulandı ve kırılma anındaki değer her bir örnek için Newton (N) olarak kaydedildi. Newton değeri aşağıdaki formül kullanılarak megapaskala (MPa) dönüştürüldü:

$$BD = 3 WL/2 bd^2,$$

BD bükülme direnci (MPa), W kırılma öncesi maksimum yük (Newton), L destekler arası mesafe (mm), b örnek genişliği (mm), d örnek kalınlığı (mm) değerini vermektedir (18).

Verilerin istatistiksel olarak analizi için normal dağılım gösteren parametrelerin gruplararası karşılaştırmalarında iki yönlü ve tek yönlü varyans analizi ve farklılığa neden olan grubun belirlenmesi amacı ile Tukey’s HSD testi kullanıldı. Parametrelerin grup içi karşılaştırmalarında Student t testi kullanıldı. Anlamlılık $p < 0.05$ düzeyinde değerlendirildi.

Bulgular

Tablo 2’deki değerlere göre, kullanılan materyal ve bükülme direnci ortalamaları arasında istatistiksel olarak ileri düzeyde anlamlı farklılık vardır ($p < 0.01$). Post polimerizasyon uygulamasına göre bükülme direnci ortalamaları arasında istatistiksel olarak ileri düzeyde anlamlı farklılık vardır ($p < 0.01$). Materyal ve post polimerizasyon uygulaması bir arada kırılma direnci düzeyini etkilemektedir.

Tablo 2. Materyal ve post polimerizasyon uygulamasının bükülme direnci üzerine olan etkisinin değerlendirilmesi.

	Tip III kareler toplamı	df	Kareler ortalaması	F	p
Materyal	341422.093	1	341422.093	1487.704	0.001**
Post polimerizasyon uygulaması	134125.173	3	44708.391	194.811	0.001**
Materyal* Post polimerizasyon uygulaması	71017.842	3	23672.614	103.150	0.001**

*İki yönlü ANOVA Testi** $p < 0.05$ ** $p < 0.01$

İki akrilik materyali için ortalama bükülme direnci değerleri (MPa) tablo 3’de gösterilmektedir. Hem mikrodalga hem de otoklav ile post-polimerizasyon uygulaması her iki materyalin bükülme direnci değerlerini anlamlı olarak arttırmıştır.

Tablo 3. Bükülme direnci (MPa) değerlerinin ortalama (Ort) ve standart sapmaları (SS).

Materyal	Post polimerizasyon uygulaması	Bükülme Direnci		Post hoc
		Ort±SS	P	
Meliodent n=80	Kısa otoklav	^a 123.01±13.78	0.001**	c>a,b,d (p<0.01) a, b, d>0.05
	Uzun otoklav	^b 131.58±15.01		
	Mikrodalga	^c 286.51±33.48		
	Kontrol	^d 116.70±4.64		
UfiGel Hard n=80	Kısa otoklav	^a 27.83±7.75	0.001**	c>a,b,d (p<0.01) b>d (p<0.05) a=b,d (p>0.05)
	Uzun otoklav	^b 32.90±9.24		
	Mikrodalga	^c 52.68±10.54		
	Kontrol	^d 21.77±4.61		

*Tek yönlü ANOVA Testi*** $p < 0.01$

Isı ile polimerize olan akrilik için gruplar arası bükülme direnci değerleri arasında anlamlı farklılık gözlenmiştir ($p < 0.01$) (tablo 3). Mikrodalga ile post-polimerizasyon, ısı ile polimerize olan akrilik örneklerin bükülme direnci değerini, otoklav grupları ve kontrol grubuna oranla anlamlı olarak arttırmıştır ($p < 0.01$). Kısa ve uzun süreli, otoklav ile

post-polimerizasyonu uygulanan örneklerin bükülme direnci değerleri kontrol grubundan anlamlı olarak yüksektir ($p < 0.01$). Kısa ve uzun süreli otoklav ile post-polimerizasyon uygulamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark yoktur ($p > 0.05$).

Direkt sert besleme akriliği için gruplar arası bükülme direnci değerleri arasında anlamlı

farklılık gözlenmiştir ($p<0.01$) (tablo 3). Mikrodalga ile post-polimerizasyon, direkt sert besleme akriliği örneklerin bükülme direnci değerini anlamlı olarak arttırmıştır ($p<0.01$). Hem kısa hem de uzun süreli olarak otoklav ile post-polimerizasyon uygulanan 1. ve 2. Grupların bükülme direnci değerleri, mikrodalga uygulanan örneklerden anlamlı olarak düşüktür, kontrol grubundan anlamlı olarak yüksektir ($p<0.01$). Kısa ve uzun süreli otoklav uygulaması sonucu oluşan bükülme direnci değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır ($p>0.05$).

Tartışma

Bu çalışmanın sonuçları ile mikrodalga ve otoklav post-polimerizasyon uygulamalarının direkt sert besleme akriliğinin ve ısı ile polimerize olan akriliğin bükülme direnci üzerine etkisi karşılaştırılmaktadır. Test edilen, otoklav ile post-polimerizasyon uygulamasının, direkt sert besleme akriliğinin bükülme direncini arttırdığı hipotezi kabul edilmiştir.

Çalışmamızda akrilik örnekler, kısa ve uzun olmak üzere iki farklı otoklav programı kullanılarak yüksek sıcaklıkta post-polimerizasyon uygulanmıştır. Kontrol grubu örnekleri ile karşılaştırıldığında her iki program da direkt sert besleme akriliği ve ısı ile polimerize olan akrilik örneklerinin bükülme direnci değerlerini arttırmıştır. Bunun sebebi polimerizasyona dönüşüm miktarındaki artış ve artık monomer miktarındaki azalma olabilir. Urban ve ark.'na (9) göre sıcaklığın arttırılması ile dönüşümü tamamlanmamış artık monomerlerin ileri polimerizasyonu hızlanmaktadır ve yeni çapraz bağlar oluşarak artık monomer miktarı azalmaktadır. Artık monomer miktarındaki azalma ise akrilik reçinelerin mekanik özelliklerini olumlu olarak etkilemektedir (2).

Vallittu ve ark. (4) polimerizasyon süresi uzadıkça, artık monomer miktarının azaldığını göstermiştir. Bu sebeple otoklav uygulanan sıcaklık derecesi kadar uygulama süresi de önemli olabilir. İki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamakla beraber, daha düşük sıcaklıkta (121 C°) daha uzun süre (20 dak) otoklav uygulaması, daha yüksek bükülme direnci değerleri oluşumuna yol açmıştır. Çalışmamızın sonuçları Durkan ve ark.'nın çalışma sonuçları ile benzerlik göstermektedir. Durkan ve ark. (11) her grup için sabit sıcaklıkta olmak üzere 30 dakikaya kadar artan sürelerde otoklav ile post-polimerizasyon uygulandığında, otopolimerizan akrilik reçinelerin kırılma tokluğunun arttığını göstermişlerdir. Çalışmamızda 20 dakikayı aşan sürelerde otoklav ile post-polimerizasyon uygulanmamıştır. Ancak, farklı çalışmalar ile desteklenmek üzere, 30 dakikadan uzun uygulamaların akrilik reçine yapıda termal bir yıkıma yol açabileceği veya aşırı çapraz bağ oluşumu ile karakterize daha kırılğan bir yapının ortaya çıkabileceği sonucuna varılabilir (20).

Mikrodalga fırını, vakum yoluyla elektrik enerjisini mikrodalga enerjisine dönüştüren ve bir manyetron aracılığı ile 2450MHz frekansta elektromanyetik dalgalar yayan bir cihazdır (21). Mikrodalga enerjisi ile akrilik reçinelerin ısıtılması eş zamanlı olarak karışımın bütününde gerçekleşir. Buna bağlı olarak mikrodalga enerjisi ile gerçekleştirilen polimerizasyonda plastik fazın oluşum süresi kısalmış, artık monomer miktarı azalır ve daha homojen bir reçine kitle elde edilir (22). Akrilik reçine yapısına nüfuz eden suyun plastikleştirici bir etkiye yol açarak onu daha esnek hale getirmesi sebebi ile çalışmamızda akrilik reçine örnekler kuru şartlarda mikrodalga enerjisi uygulanmıştır (23).

Çalışmamızda mikrodalga ile post-polimerizasyon uygulaması sonucu direkt

sert besleme akriliği ve ısı ile polimerize olan akrilik örneklerinin bükülme direnci değerlerinde meydana gelen artış, otoklav gruplarında meydana gelen artıştan anlamlı olarak daha yüksektir. Otoklav uygulaması ile dışarıdan merkeze doğru yavaş bir ısınma gerçekleşirken mikrodalga enerjisi ile döner bir tabla üzerinde merkezden dışa doğru hızlı ve eşit bir ısınma gerçekleşmektedir. Buna bağlı olarak çalışmamızda mikrodalga grubunda dönüşüm miktarının fazla olduğu, daha homojen bir reçine yapı oluştuğu ve daha yüksek bükülme direnci değerlerinin elde edildiği öngörülebilmektedir (5).

Vergani ve ark. (10) yaptıkları çalışmada mikrodalga ile post-polimerizasyon yönteminin ısı ile polimerize olan akrilik ve otopolimerizan sert besleme akriliklerinin bükülme direncini belirgin derecede arttırdığını göstermiştir. Bu bulgu bizim çalışmamızın sonuçları ile tamamen örtüşmektedir.

Polimerizasyon sonrası soğuma sürecinin boyutsal stabiliteyi ve iç stres oluşumunu etkilediği bildirilmiştir (11, 24). Bu sebeple uygulamalardan sonra hem otoklav hem de mikrodalga cihazlarının kapağı açık bırakılarak örnekler soğumaya bırakılmışlardır.

Çalışmamızda, her iki post-polimerizasyon uygulaması sonucunda elde edilen, ısı ile polimerize olan akrilik örneklerine ait bükülme direnci değerleri, direkt sert besleme akriliğinin bükülme direnci değerlerinden daha yüksektir. Bunun sebebi, iki akrilik materyalin başlangıç polimerizasyon teknikleri arasındaki temel farklılık olabilir. Isı ile polimerize olan akrilik likidi içinde bulunan çapraz bağlayıcı ajan etilen glikol dimetakrilat, yüzey sertliği ve çatlak oluşumuna direnç gibi mekanik özellikleri olumlu etkiler (10, 25).

Direkt sert besleme akriliğinin likidinde ise farklı bir çapraz bağlayıcı ajan olan 1.6-heksanediol dimetakrilat bulunmaktadır

(tablo 1). Bu iki farklı dimetakrilat, bükülme direnci değerlerini etkilemiş olabilir. Bir başka etken ise iki materyalin toz-likit oranları arasındaki farklılık olabilir (tablo 1). Bu çalışmanın sınırlamaları içinde, otoklav ile post-polimerizasyon yöntemi, test edilen direkt sert besleme akriliğinin ve ısı ile polimerize olan akriliğin bükülme direncini arttırma potansiyeli olan alternatif bir uygulama olarak kabul edilebilir.

Sonuç

Otoklav cihazı her diş hekimi muayenehanesinde bulunacağı için, direkt besleme yapılan hareketli protezlerin post-polimerizasyonu amacı ile sıcak su içine daldırma veya mikrodalga ile post-polimerizasyon uygulamalarına alternatif hızlı ve temiz bir uygulama olarak önerilebilir. Çalışmamıza ait sonuçların geçerliliğini test etmek için ilerleyen dönemde daha fazla sayıda in vivo ve in vitro çalışmalara ihtiyaç vardır.

KAYNAKLAR

1. Haywood J, Basker RM, Watson CJ, Wood DJ. A comparison of three chairside denture reline materials. Part 1. Clinical evaluation. *Eur J Prosthodont Restor Dent* 2003;11(4):157-63.
2. Lee SY, Lai YL, Hsu TS. Influence of polymerization conditions on monomer elution and microhardness of autopolymerized polymethyl methacrylate resin. *Eur J Oral Sci* 2002;110(2):179-83.
3. Vallittu PK, Miettinen V, Alakuijala P. Residual monomer content and its release into water from denture base materials. *Dent Mater* 1995;11(6):338-42.
4. Vallittu PK, Ruyter IE, Buykuyilmaz S. Effect of polymerization temperature and time on the residual monomer content of

- denture base polymers. *Eur J Oral Sci* 1998;106(1):588-93.
6. Blagojevic V, Murphy VM. Microwave polymerization of denture base materials. A comparative study. *J Oral Rehabil* 1999;26(10):804-8.
 7. Tsuchiya H, Hoshino Y, Tajima K, Takagi N. Leaching and cytotoxicity of formaldehyde and methyl methacrylate from acrylic resin denture base materials. *J Prosthet Dent* 1994;71(6):618-24.
 8. Takahashi Y, Kawaguchi M, Chai J. Flexural strength at the proportional limit of a denture base material relined with four different denture reline materials. *Int J Prosthodont* 1997;10(6):508-12.
 9. Urban VM, Machado AL, Oliveira RV, Vergani CE, Pavarina AC, Cass, QB. Residual monomer of reline acrylic resins Effect of water-bath and microwave post-polymerization treatments. *Dent Mater* 2007;23(3):363-8.
 10. Vergani CE, Seo RS, Pavarina AC, dos Santos Nunes Reis JM. Flexural strength of autopolymerizing denture reline resins with microwave postpolymerization treatment. *J Prosthet Dent* 2005;93(6):577-83.
 11. Durkan R, Gürbüz A, Yilmaz B, Özel MB, Bağış B. Effect of autoclave post-polymerization treatments on the fracture toughness of autopolymerizing dental acrylic resins. *J Appl Biomater Funct Mater* 2012;10(1):37-42.
 12. Urban VM, Machado AL, Vergani CE, Giampaolo ET, Pavarina AC, de Almeida FG, Cass QB. Effect of water-bath post-polymerization on the mechanical properties, degree of conversion, and leaching of residual compounds of hard chairside reline resins. *Dent Mater* 2009;25(5):662-71.
 13. Eliades GC, Vougiouklakis GJ, Caputo AA. Degree of double bond conversion in light-cured composites. *Dent Mater* 1987;3(1):19-25.
 14. Jorge JH, Giampaolo ET, Vergani CE, Pavarina AC, Machado AL, Carlos IZ. Effect of microwave postpolymerization treatment and of storage time in water on the cytotoxicity of denture base and reline acrylic resins. *Quintessence Int* 2009;40(10):e93-100.
 15. Patil PS, Chowdhary R, Mandokar RB. Effect of microwave postpolymerization treatment on residual monomer content and the flexural strength of autopolymerizing reline resin. *Indian J Dent Res* 2009;20(3):293-7.
 16. Meriç G, Ruyter IE. Effect of thermal cycling on composites reinforced with two differently sized silica-glass fibers. *Dent Mater* 2007;23(9):1157-63.
 17. Soares CJ, Pizi EC, Fonseca RB, Martins LR. Mechanical properties of light-cured composites polymerized with several additional post-curing methods. *Oper Dent* 2005;30(3):389-94.
 18. International Organization for Standardization. ISO 1567: 1999. Dentistry-Denture Base Polymers. Geneva, İsviçre.
 19. Seo RS, Vergani CE, Giampaolo ET, Pavarina AC, Machado AL. Effect of a post-polymerization treatments on the flexural strength and Vickers hardness of reline and acrylic denture base resins. *J Appl Oral Sci* 2007;15(6):506-11.
 20. Machado C, Rizzatti-Barbosa CM, Gabriotti MN, Joia FA, Ribeiro MC, Sousa RL. Influence of mechanical and chemical polishing in the solubility of acrylic resins polymerized by microwave irradiation and conventional water bath. *Dent Mater* 2004;20(6):565-9.
 21. Teraoka F, Takahashi J, Controlled polymerization system for fabrica-

- ting precise dentures. *J Prosthet Dent* 2000;83(5):514-20.
22. Kimura H, Teraoka F, Ohnishi H, Saito T, Yato M. Application of microwave for dental technique (part 1). Dough-forming and curing of acrylic resins. *J Osaka Univ Dent Sch* 1983;23:43-9.
23. Douglas WH, Bates JF. The determination of residual monomer in polymethylmethacrylate denture-base resins. *J Mater Sci* 1978;13:2600-4.
24. Kimoto S, Kobayashi N, Kobayashi K, Kawara M. Effect of bench cooling on the dimensional accuracy of heat-cured acrylic denture base material. *J Dent* 2005;33(1):57-63.
25. Caycik S, Jagger RG. The effect of cross-linking chain length on mechanical properties of a dough-molded poly (methylmethacrylate) resin. *Dent Mater* 1992;8(3):153-7.

Yazışma Adresi:**Umut ÇAKAN**

İstanbul Medipol Üniversitesi

Diş Hekimliği Fakültesi

Protetik Diş Tedavisi A.D.

34083 Unkapanı - Fatih - İstanbul

Tel: 0 532 3334710

e-posta: ucakan@medipol.edu.tr