

İKİ FARKLI POLİMERİZASYON YÖNTEMİNİN POLİETİLEN FİBERLE GÜÇLENDİRİLMİŞ AKRİLİK REZİNLERİN ARTIK MONOMER MİKTARINA ETKİSİ*

THE EFFECT OF TWO DIFFERENT POLYMERIZATION METHODS ON THE AMOUNT OF RESIDUAL MONOMER OF ACRYLIC RESINS REINFORCED WITH POLYETHYLENE FIBER

Görkem ERTEM¹

Eser ŞİMŞEK²

Özgül KARACAER³

ÖZET

Amaç: Çalışmanın amacı ısı ve gamma ışını ile polimerizasyon yönteminin polietilen fiber ile güçlendirilmiş akrilik rezinlerin artık monomer miktarı üzerine etkisini karşılaştırmaktır.

Gereç ve Yöntem: Akrilik rezin örnekler 20 mm çapında, 2 mm kalınlığında disk şeklinde hazırlandılar ve iki gruba ayrıldılar. Bir grup çapraz kilit örgülü dokuma formundaki polietilen fiber içerirken, diğer grup içermedi (kontrol grubu). Her iki grup ısı ile ve gamma ışını ile polimerize edildiler. Artık monomer miktarı UV-VIS-spektrometre cihazı ile ölçüldü. Sonuçlar tek yönlü varyans analizi (ANOVA) ile değerlendirildi. Gruplar arasındaki farklılıklar Tukey HSD ve Mann-Whitney testi ile tespit edildi.

Bulgular: Fiber içeren ve içermeyen grupların her ikisinde de ısı ile polimerize edilen örneklerin artık monomer miktarının gamma ile polimerize edilen örneklerin artık monomer miktarından daha az olduğu gözlemlendi ($p<0.05$). Polietilen fiberin, ısı ile polimerize olan rezinlerin artık monomer miktarını azalttığı ($p>0.05$), gamma ışını ile polimerize olan rezinlerin artık monomer miktarını ise artırdığı saptandı ($p<0.05$).

Sonuç: Fiber içeren ve içermeyen akrilik rezinlerin her ikisinde de ısı ile polimerizasyon yöntemi, gamma ışını ile polimerizasyon yöntemine göre daha az artık monomer miktarına neden olmuştur.

Anahtar Kelimeler: Polietilen fiber, akrilik rezin, artık monomer

SUMMARY

Objective: The aim of the present study was to compare the effect of two different polymerization methods on the residual monomer of polyethylene fiber reinforced acrylic resins.

Material and Method: Acrylic resin disc were prepared to 20 mm diameter and 2 mm thickness and were divided 2 groups. One group included cross-woven form PE fiber, the other group did not included fiber (control group). Both groups were polymerized with heat and gamma irradiation. Residual monomer content was measured by UV-VIS spectrometer device. Data were analyzed with one-way variance (ANOVA) test. Differences were determined by Tukey HSD and Mann-Whitney U test.

Results: It was observed that residual monomer of heat polymerized acrylic specimens was lower than the gamma polymerized acrylic specimens ($p<0.05$) in both groups. Polyethylene fiber, decreased the residual monomer of heat polymerized resins ($p>0.05$), although increased the residual monomer of gamma polymerized resins ($p<0.05$).

Conclusion: The polymerization method with heat revealed less residual monomer amount than polymerization with gamma irradiation on both acrylic resins that include PE fiber or not.

Key Words: Polyethylene fiber, acrylic resin, residual monomer

Makale Gönderiliş Tarihi : 29.12.2009

Yayına Kabul Tarihi : 23.06.2010

*Gazi Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Proje Birimi tarafından 03/2006-8 proje numarası ile desteklenmiştir.

¹Serbest Dişhekimisi, Dr.

²Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı, Dt.

³Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı, Prof. Dr.

GİRİŞ

Akrilik rezinler 1937’li yıllardan günümüze kadar oldukça yaygın kullanılan protez kaide materyalidir. Bu materyalin mükemmel görünümü, doku uyumu, uygulanabilme ve tamir kolaylığı gibi üstün özelliklerine karşın darbe ve yorulma dirençleri düşüktür^{7,10,20,26}. Rezin içerisine bir takım materyaller ilave edilmesini konu alan çalışmalarda metal tozları, metal teller, plakalar ve lastikler kullanılmıştır^{6,26}.

Son yıllarda metal güçlendiricilere alternatif olarak kevlar²⁰, cam^{3,23,32} ve polietilen (PE)^{4,10,12,16,47} fiberler kullanılmaktadır. PE fiberler ilk defa 1988 yılında Braden ve arkadaşları⁵ tarafından önerilmiştir. Doğal rengi, düşük yoğunluğu, biyolojik uyumu, inert ve güçlü yapısına karşın PE fiberlerin yüzey enerjileri düşüktür. Dolayısıyla ıslanabilirlikleri azdır^{5,16,27,33}. Final yapının başarısında polimer matriks-fiber bağlantısının önemi büyüktür. Bu bağlamda yapılan çalışmalarda bir kısım çalışmacı^{28,36,40,44} PE fiber yüzeylere plazma uygulamasını, Andreopoulos ve arkadaşları¹ benzol peroksit ile işlem görmesini, Vallittu ve arkadaşları⁴⁶ dimetakrilat monomerde ıslatma, toz/likit karışımında bekletmeyi önermişlerdir.

1992 yılında David Rudo³⁷ tarafından geliştirilen çok yüksek molekül ağırlığına sahip, çapraz kilit örgü formunda özel olarak tasarlanmış Ribbond PE fiber yeni bir malzeme olarak kullanıma sunulmuştur. Oldukça güçlü, biyolojik olarak uyumlu, ışığı geçirme özelliğine sahip, estetik ve kolayca uygulanabilen Ribbond PE fiberlerin yüzeyi plazma ile işlem görmüştür. Plazma uygulamasının PE fiberlerin ıslanabilirliğini ve fiber-matriks arasındaki makaslama direncini artırdığı bildirilmiştir^{10,36,40,50}. Isı ile polimerize edilen akrilik rezinlerde, reaksiyonu başlatmak için gerekli olan ısı: alev, kuru hava, infrared ısıtma ve indüksiyon akımı gibi kaynaklardan elde edilmektedir²⁷.

Son yıllarda alternatif bir teknik olarak önerilen gamma ışını ile polimerizasyon yönteminde materyal üzerine gelen ısı ve materyaldeki ısı artışı lokal değildir. Gamma ışınının üstün penetrasyon özelliği nedeniyle polimerizasyon sırasında monomer-polimer etkileşimi daha iyidir⁴³.

Protez materyaline karşı görülen reaksiyonlar; protez materyalinin mekanik tahrişi, kimyasal-toksik

ya da alerjik olarak ayrılmaktadır. Sıklıkla görülen doku enflamasyonları primer irritasyonlardan veya daha önceki hassasiyeti takiben oluşan bir alerjik reaksiyondan kaynaklanabilirler. Primer kimyasal irritasyonun artık monomer, benzoil peroksit, hidrokinon veya pigmentlerin etkisi ile oluştuğu^{8,9,11,31}, polimerize olmamış monomerin tükürüğe geçerek yumuşak dokular için bir irritasyon kaynağı olarak davrandığı ve mukozal zararlara sebep olabileceği bildirilmiştir^{31,32,48}. Yapılan çalışmalarda rezinden salınan artık monomerin sitotoksik etkilerinin olduğu rapor edilmiştir^{9,34,49}. Akrilik rezin içinde kalan artık monomer miktarının toz-likit oranı, polimerizasyon yöntemi ve süresi ile ilişkisi vardır¹⁸. Ayrıca akrilik rezinlerin kimyasal bileşimi, monomerlerin polimere dönüşüm dereceleri ve kullanım özellikleri akrilik rezinlerin artık monomer miktarını etkilemektedir^{22,35,45}.

Akrilik rezinlerdeki artık monomer miktarının saptanmasında kromatografi (gaz kromatografi, gaz-likit kromatografi, yüksek performans likit kromatografi, yüksek basınç kromatografi) yöntemi ve spektroskopi [(Fourier Transport Infrared Spektroskopi (FTIR) ve görünür bölge ultraviyole spektroskopi (UV-VIS)] yöntemi gibi değişik analiz yöntemleri kullanılmaktadır²⁵. Özgül, hassas ve ekonomik olan spektroskopik analiz yönteminin en önemli özelliği, analizlerin kolay tekrarlanabilir olmasıdır^{13,38}. Ayrıca araştırılacak her monomer için ayrı ayrı hesaplanan dalga boylarında monomerin maksimum absorbanlarına göre inceleme yapılmasına imkan tanımaktadır^{29,39}. Bu nedenle spektroskopik yöntem diş hekimliğinde kullanılan rezin esaslı materyallerin ve kompozitlerin polimerizasyon sonrası artık monomer miktarını analizinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Çalışmamızın amacı, polietilen fiber ile güçlendirilmiş polimetil metakrilat rezinlerin iki farklı polimerizasyon yöntemi (ısı ve gamma ışını), ile polimerizasyonu sonucunda rezin içerisinde kalan artık monomer miktarını UV-VIS spektrometre cihazı ile araştırmaktır.

GEREÇ ve YÖNTEM

Test örneklerini standart büyüklükte ve kalınlıkta hazırlamak için 20 mm çapında, 2 mm kalınlığında disk şeklinde pirinç kalıptan yararlanıldı. Akrilik rezin (Meliodent, Bayer Dental, İngiltere) üretici firmanın

önerisi doğrultusunda 23.4 gr/10 ml toz/likit oranında hazırlandı. Hazırlanan akrilik örnekler iki gruba ayrıldı. Bir gruba kontrol amaçlı olarak fiber ilave edilmedi. Ribbond (Ribbond-THM, Amerika) PE fiber uygulanacak diğer grupta uygun boyutlarda kesilmiş ve monomer ile ıslatılmış PE fiberler bir presel yardımıyla hamurun ortasına gelecek şekilde yerleştirildi. Çalışmamızda, fiberli ve fibersiz akrilik örnekler iki farklı yöntemle polimerize edilmek üzere 4 grup oluşturuldu (Tablo I).

Isı ile polimerize edilecek rezin örnekler ön polimerizasyon (60°C' deki suda 30 dakika ısıtma) işlemini takiben 100°C' da 20 dakika boyunca su banyosunda kaynatıldı. Gamma ışını ile polimerizasyon işleminde örnekler öncelikle metal muflalarda 60°C'deki suda 30 dk ön polimerizasyon işlemi yapıldı. Ön polimerizasyonu takiben muflanın içindeki örnekler alçı kalıpla birlikte çıkarıldı. Işınlardan geçişine izin veren fiberle güçlendirilmiş plastik muflalara (FRP Flask, GC Industrial Corporation, Japonya) alındı (Resim 1). Daha sonra muflalar polikarbon vidalarla sıkıştırılıp kapatıldı. 15 krad/saat gamma ışını dozu ile 12 saat polimerize edildi. Mufladan çıkarıldıktan sonra örnek yüzeyindeki çapaklar su zımparası ile düzeltildi.

Artık Monomer Analizi

Artık monomer analizi ISO tarafından hazırlanan 1567 no'lu Standard'a göre yürütüldü¹⁹. Örneklerdeki artık monomer miktarının ağırlıkça yüzdesinin hesaplanması için tüm örnekler hassas terazide (Gr-200, A&D Company Limited, Amerika) tartılıp ağırlıkları kaydedildi.

Akrilik rezin örneklerin içerisindeki artık monomerin metanole geçmesini sağlamak amacı ile hazırlanan düzenekte, cam balon içerisinde akrilik rezin ve 20 ml metanol konuldu. Düzenekteki metanol ve ak-



Resim 1. Fiber ile güçlendirilmiş plastik mufla

rilik rezini içeren balonu ısıtmak için cam balon su dolu beher içerisine yerleştirilerek sıcaklığı ayarlanabilen ısıtıcı üzerine yerleştirildi. Metanolün kaynama derecesi 64°C olduğu için ısıtıcı düzenek 65°C'ye ayarlanarak akrilik örneğin içinde bulunan metanolün kaynaması sağlandı. Bu işlem her bir örnek için 6 saat uygulandı. Salınım işlemi tamamlandıktan sonra örnekler artık monomer analiz deneyine kadar buzdolabında saklandı.

Artık monomer miktarının saptanması için UV-VIS spektroskopisi (8453 A diyote array spectrophotometer Hewlett Packard Company, Amerika) cihazı kullanıldı. Örneklerin üzerine düşürülen ultraviyole ışını, örnekler içerisindeki monomerin absorpsiyonu ile bilgisayara veri göndererek pikler halinde grafik elde edilmesini sağladı. Metilmetakrilat monomere ait maksimum dalga boyu lokalizasyonu 230 nm olarak tespit edildi.

Tablo I. Çalışmada yer alan materyal ve gruplar

Gruplar	Materyal Adı	Üretici Firma	Polimerizasyon Tipi	Fiber
Grup 1	Meliodont	Bayer Dental UK	Ön ısıtma + ısı ile polimerizasyon	-
Grup 2	Meliodont	Bayer Dental UK	Ön ısıtma+ ısı ile polimerizasyon	+
Grup 3	Meliodont	Bayer Dental UK	Gama ışını ile polimerizasyon	-
Grup 4	Meliodont	Bayer Dental UK	Gama ışını ile polimerizasyon	+

Örneklerdeki MMA konsantrasyonunu belirleyebilmek için altı tane bilinen konsantrasyondaki MMA monomerin 230 nm dalga boyunda oluşturduğu piklerin seviyesindeki absorpsiyon değerleri ölçülerek standart absorpsiyon eğrisi çizildi. Her gruba ait örnek solüsyonlarının spektrofotometrik ölçümleri sonucu, bilgisayarda artık monomere ait pikler elde edildi. 230 nm standart dalga boyunda elde edilen piklerin en üst noktasındaki absorpsiyon değerleri okunarak MMA konsantrasyonları belirlendi, ağırlıkça yüzdeleri aşağıdaki formüle göre hesaplandı:

Örnekteki artık monomer miktarı (mgr)

Artık monomer miktarı (wt %) = $\frac{\text{Örneğin ağırlığı (mgr)}}{\text{Örneğin ağırlığı (mgr)}} \times 100$

Örneğin ağırlığı (mgr)

İstatistiksel Analiz

Elde edilen veriler tek yönlü varyans analiziyle (one-way ANOVA) değerlendirildi. Grup ortalamalarında farklılık tespit edildiğinde, çoklu karşılaştırma testi (multiple comparison test) yapıldı. Polimerizasyon yönteminin etkisini görmek için 'Tukey HSD' (Tukey Honestly Significant Difference) testinden, fiberle güçlendirmenin etkisini görmek için eşleştirilmiş t testinden (paired sample t test) yararlanıldı. İstatistiksel değerlendirme, SPSS 15.0 (Statistical Package of Social Sciences) istatistik programı kullanılarak yapıldı. Tüm veriler için istatistiksel önem aralığı $p < 0.05$ olarak kabul edildi.

BULGULAR

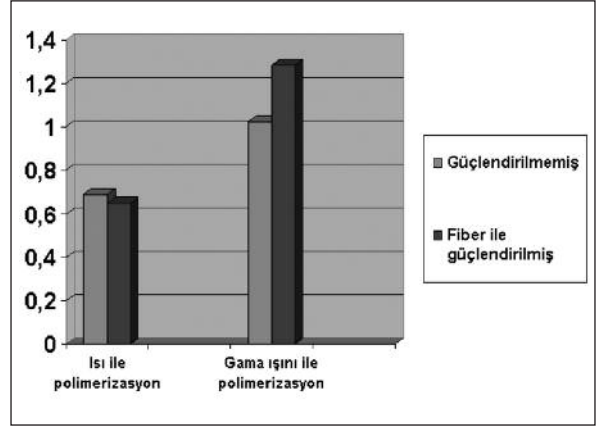
Akrilik rezin örneklerin artık monomer miktarının ortalamaları, standart sapmaları Tablo II'de gösterilmiştir.

Fiber içermeyen grupta artık monomer miktarı ısı ile polimerize olan örneklerde % 0.6920, gamma

Tablo II. Çalışmada yer alan grupların artık monomer değerlerinin ortalamaları ve standart sapmaları

Gruplar	X (%)	Standart Sapma
Gruplar 1	0,69200	0,039774
Gruplar 2	0,64680	0,052723
Gruplar 3	1,02300	0,107613
Gruplar 4	1,28620	0,200321

n=5.



Grafik 1. Polimerizasyon yöntemlerine göre polietilen fiber ile güçlendirilmiş ve güçlendirilmemiş grupların artık monomer miktarlarının yüzde değerleri (%)

Tablo III. Tukey HDS ve eşleştirilmiş t testi'ne göre gruplar arasındaki fark

	Grup 1	Grup 2	Grup 3	Grup 4
Grup 1	-	-	*	-
Grup 2	-	-	-	-
Grup 3	*	-	-	*
Grup 4	-	-	*	-

n=5.

ışını ile polimerize olan örneklerde % 1.0230'ur. Fiber içeren grupta artık monomer miktarı ısı ile polimerize olan örneklerde % 0.6468, gamma ışını ile polimerize olan örneklerde % 1.2862'dir (Grafik 1).

Polietilen fiber içeren ve içermeyen grupların her ikisinde de ısı ile polimerize edilen örneklerin artık monomer miktarının gamma ile polimerize edilen örneklerin artık monomer miktarından daha az olduğu gözlenmiştir ($p < 0.05$) (Tablo III).

Polietilen fiber, ısı ile polimerize edilen rezinlerin artık monomer miktarını azaltmıştır. Ancak bu azalma istatistiksel olarak anlamlı değildir ($p > 0.05$). Gamma ışını ile polimerize edilen rezinlerin artık monomer miktarlarını artırmıştır. Bu artış istatistiksel olarak anlamlıdır ($p < 0.05$).

TARTIŞMA

Protez kaide rezinlerini güçlendirmek amacıyla aramid/kevlar²⁰, cam^{3,23,32} ve polietilen^{4,10,12,33} fiber

kullanımı metal uygulamalarına kıyasla daha iyi mekanik, estetik ve mantıplasyon kolaylığı sağlamaktadır. Polietilenin doğal rengi, düşük yoğunluğu, biyouyumluluğu, inert yapısı ve dayanıklılığı çalışmacıların tercih nedeni olmuştur^{4,16,33,50}.

Literatür taramasında akrilik rezinlerin artık monomerinin^{8,11,22,29,41} ve fiber katıldığı mekanik özelliklerinin^{10,15,16,20,26} ayrı ayrı ele alındığı çalışmalara rastlamaktayız. Buna karşın fiberin, akrilik rezinin farklı polimerizasyon işlemlerinde artık monomer miktarına etkisinin ele alındığı çalışmalar oldukça kısıtlıdır. Çalışmada, ısı ve gamma ışını ile polimerizasyon yöntemlerinin polietilen fiberle güçlendirilen akrilik rezin materyalinin artık monomer miktarı üzerine etkisi UV-VIS spektrometre ile araştırıldı.

Çalışmamızda, artık monomer miktarı fiber içermeyen grupta; ısı ile polimerize edilen örneklerde % 0.692, gamma ışını ile polimerize edilen örneklerde % 1.0230' dur. Fiber içeren grupta; ısı ile polimerize edilen örneklerde % 0.6468, gamma ışını ile polimerize edilen örneklerde % 1.2862' dir. Çalışmamızda en düşük monomer miktarı, fiber içeren, ısı ile polimerize edilen akrilik rezin örneklerinde görüldü.

Polimerizasyon işlemi artık monomer miktarını etkileyen önemli bir parametredir. Polimerizasyon yöntemi olarak hangi metot kullanılırsa kullanılsın MMA'ın PMMA'a dönüşümü tam olarak sağlanamaz ve polimerizasyon sonrasında rezin içerisinde reaksiyona girmeyen bir miktar artık monomer (MMA) bulunur⁴⁵. İritasyon, inflamasyon, aşırı duyarlılık ve alerjik reaksiyon oluşturma gibi olumsuz etkilerinden dolayı, rezin içerisindeki artık monomer miktarının tespit edilmesi oldukça önemlidir^{22,31,49}. Pfeiffer ve Rosenbaver³⁵ artık monomer miktarının azaltılması için toz/ likit oranına dikkat edilmesi, çok düşük ısıda ya da kısa sürede polimerizasyondan kaçınılması gerektiğini ifade etmişlerdir.

Akrilik rezinlerin artık monomerinin ele alındığı çalışmalarda Doğan ve arkadaşları¹² polimerizasyon süresini ve ısını artırdıklarında artık monomerin daha az olduğunu, Bartoloni ve arkadaşları² geleneksel ısı ve mikrodalga ile polimerizasyon yöntemlerinde artık monomer miktarının aynı olduğunu, Kedjarune ve arkadaşları²⁴ artık monomer miktarının sadece polimerizasyon tipine bağlı olmadığını, toz/li-

kit oranına ve pişirme süresine de bağlı olduğunu ifade etmişlerdir.

Son yıllarda gamma ışını dış hekimliğinde geleneksel polimerizasyon yöntemlerine alternatif olarak kullanılmaya başlanmıştır. Gamma ışınları serbest radikal zincir reaksiyonlarının başlatılmasında kullanılmaktadır. Gamma ışınlarının enerjisi çok güçlüdür, bu nedenle madde ile etkileşimi diğer ışınlardan farklıdır. Gamma ışınları molekül tarafından aşırı oranda absorbe edilir ve moleküldeki elektronlar yüksek enerji basamağına çıkmakla kalmaz molekül dışına saçılırlar. Bu nedenle gamma ışını iyonize ışın olarak kabul edilmektedir^{34,43}.

Gamma ışını ile polimerizasyon yöntemi daha çok mekanik çalışmalarda kullanılmış ve gamma ışınının, rezinin mekanik özelliklerini olumlu yönde etkilediği belirtilmiştir^{12,23}. Gamma ışınının artık monomer miktarı üzerine etkisini gözlemlemeyi hedeflediğimiz çalışmamızda 15 krad/saat miktarı esas alındı.

Çalışmada fiber içeren ve içermeyen grupların her ikisinde de ısı ile polimerize edilen örneklerin artık monomerlerinin daha az olduğu saptandı. Isı ile polimerizasyon yöntemine ait bulgumuz diğer çalışmaları^{14,17,48,51} destekler niteliktedir. Isı ile polimerizasyon yönteminde artık monomer miktarının daha az olmasının nedeni ısı ile polimerizasyon tekniğinde daha yüksek ısı oluşumu ile açıklanabilir. Polimerin camsı geçiş ısının (Tg) artması monomerin hareket kabiliyetinin artmasına neden olur. Böylece monomer daha fazla polimerle reaksiyona girer, dolayısıyla rezin içerisinde daha az artık monomer kalır^{39,48}.

Gamma ışını ile polimerizasyon yönteminde artık monomer miktarının daha fazla bulunmasının, nedeni, gamma ışınının düşük dozda kullanılması olabilir. Düşük dozun, polimerizasyonun tamamlanmasında yetersiz kalmasına, etkileşimin az olmasına ve böylece daha fazla artık monomer miktarına neden olduğu düşüncesindeyiz. Gamma ışınının farklı dozlarda kullanılacağı yeni çalışmalara ihtiyaç olduğu kanısındayız.

Dış hekimliğinin birçok alanında kullanılan PE fiberlerin, rezinlerin mekanik özelliklerini olumlu yönde etkiledikleri bildirilmiştir^{10,12,16,40}. Mekanik ça-

lışmaların yoğunluğuna karşın polimerin yapısını olumsuz etkileyen artık monomer içeriğine yönelik çalışmaların kısıtlılığı dikkat çekicidir.

Fiberin polimer matriks içerisinde etkili olabilmesinde fiber-matriks bağlantısının önemi büyüktür. Bağlantıyı artırmak için fiber yüzeyine herhangi bir işlem yapılmadığında fiberin matriks içerisinde yabancı cisim gibi davrandığı, rezini güçlendirmek yerine zayıflattığı bildirilmiştir^{30,40}. Bağlantıyı artırmak için yapılan çalışmalarda fiberi silan⁴², monomer (MMA)⁴⁶, benzol peroksit¹ ve plazma^{33,40,44} ile ıslatma önerilmiştir.

Ribbon-PE fiberin akrilik rezinin artık monomer miktarı üzerine etkisini de gözlemlemeyi hedeflediğimiz çalışmamızda daha iyi bağlanma etkileşimi için fiberler MMA monomer ile ıslatıldı.

MMA tek başına toksik bir maddedir. Bu maddenin polimerize olmuş rezin içerisinde serbest kalması duyarlılığı yüksek olan bireylerde oral mukozada irritasyona, inflamasyona ve alerjik reaksiyonlara neden olduğu, toksik etki oluşturması için monomer miktarının belli bir limitin üstünde olması gerektiği ifade edilmiştir^{9,21}

Çalışmada PE fiberin ısı ile polimerize olan rezinlerin artık monomer içeriğini azalttığı ($p>0.05$), gamma ışını ile polimerize olan rezinlerin artık monomer içeriğini ise artırdığı gözlemlendi ($p<0.05$).

Akrilik rezinlerin cam fiberle güçlendirildiği çalışmalarda fiberin ısı ve kimyasal olarak polimerize edilen rezinlerin artık monomer miktarını artırdığı ifade edilmiştir^{2,32,51}. Miettinen ve Vallittu³² fiberin polimer matrikse daha iyi bağlanma etkileşimi için fazla monomer kullanımının artık monomer miktarını artırdığını belirtmişlerdir. Gamma ışını ile polimerizasyon yönteminde, fiberin artık monomer miktarını artırdığını gösteren bulgumuz çalışmacıları destekler niteliktedir. Buna karşın ısı ile polimerizasyon yönteminde, fiberin artık monomer miktarını azalttığını gösteren sonucumuz araştırmacıların bulguları ile uyumlu değildir. Isı ile polimerizasyon yöntemine ait sonuçların diğer çalışma bulguları ile örtüşmemesinin nedeni, fiber tipinin farklı olması, impregnasyon için kullanılan monomer fazlalığının uzaklaştırması, ön polimerizasyon işleminin camsı geçiş ısını artırması olabilir kanısındayız.

Akrilik rezin örneklerimizin artık monomer içeriği % 0.64 ile % 1.29 arasında değişmektedir. ISO 1567 no'lu standarda göre artık monomer miktarı ısı ile polimerize olan rezinlerde % 2.2'yi, kimyasal olarak polimerize rezinlerde % 4.5'u geçmemelidir. Çalışmamızda yer alan grupların hiç birinde artık monomer miktarı ISO standartında belirtilen verilerin üzerine çıkmamış, değerlerin altında kalmıştır. Değerlendirilen tüm grupların artık monomer miktarının standarta uygun olduğunu, artık monomer miktarı salınımının klinik olarak güvenli sınırlar içerisinde olduğunu söyleyebiliriz.

SONUÇ

Bu çalışmanın sınırları içerisinde aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır.

Fiber içeren ve içermeyen her iki grupta da ısı ile polimerizasyon yöntemi, gamma ışını ile polimerizasyon yöntemine oranla daha az artık monomer miktarına neden olmuştur.

Ribbon-PE fiber, ısı ile polimerizasyon yönteminde artık monomer miktarını azaltmış, gamma ışını ile polimerizasyon yönteminde artık monomer miktarını artırmıştır.

Tüm grupların artık monomer miktarları standart verilere uygundur.

KAYNAKLAR

1. Andreopoulos AG, Papaspyrides CD, Tsilibounidis S. Surface treated polyethylene fibers as reinforcement and for acrylic resin. *Biomater* 12: 83-87, 1999.
2. Bartoloni JA, Murchhison DF, Wofford DT, Sarkar NK. Degree of conversion in denture base materials for varied polymerization techniques. *J Oral Rehabil* 27: 488-493, 2000.
3. Bayraktar G, Duran Ö, Güvener B. Effect of glass fiber reinforcement on residual methyl methacrylate content of denture base polymers. *J Dent* 31: 297-302, 2003.
4. Belvedere PC. Single-sitting, fiber-reinforced fixed bridges for the missing lateral or central incisors in adolescent patients. *Dent Clin North Am* 42: 665-682, 1998.
5. Braden M, Davy KW, Parker S, Ladizesky NH, Ward IM. Denture base poly (methyl methacrylate) reinforced with ultra-high modulus polyethylene fibers. *Br Dent J* 164: 109-113, 1998.
6. Chen SY, Liang WM, Yen PS. Reinforcement of acrylic denture base resin by incorporation of various fibers. *J Biomed Mater Res* 58: 203-208, 2001.
7. Craig RG, O' Brien WJ, Powers JM. *Dental materials properties and manipulation*. 4 th ed St Louis The CV Mosby Co p: 272-286, 1987.

8. Çelebi N, Yüzügüllü B, Canay Ş, Yücel Ü. Effect of polymerization methods on the residual monomer level of acrylic resin denture base polymers. *Polymers for Advanced Technologies* 19: 201-206, 2008.
9. Dahl OE, Garvik LJ, Lyberg T. Toxic effects of methyl methacrylate monomer on leukocytes and endothelial cells in vitro. *Acta Orthop Scand* 65: 147-153, 1994.
10. Dixon DL, Breeding LC. The transverse strengths of three denture base resins reinforced with polyethylene fibers. *J Prosthet Dent* 67: 417-419, 1992.
11. Doğan A, Bek B, Çevik NN, Usanmaz A. The effect of preparation conditions of acrylic denture base materials on the level of residual monomer, mechanical properties and water absorption. *J Dent* 23: 313-318, 1995.
12. Doğan OM, Karacaer Ö, Tinçer T. Çok yüksek molekül ağırlıklı örgü polietilen fiber ile güçlendirilen akrilik rezinlerin çarpma dayanımı ve adezyonunun değerlendirilmesi. *J Dental Sci* 11: 12-19, 2005.
13. Ertan L. Ultraviyole ve görünür bölge absorpsiyon spektroskopisi. Erişim tarihi: 18.8.2007 www.kimyamuhendisi.com/ultraviyole.htm
14. Fletcher AM, Purnaveja S, Amin WM. The level of residual monomer in denture base materials. *J Dent Res* 62: 118-120, 1983.
15. Goldberg AI, Burstone CJ. The use of continuous fiber reinforcement in dentistry. *Dent Mater* 8: 197-202, 1992.
16. Gutteridge DL. Reinforcement of poly (methyl methacrylate) with ultra-high-modulus polyethylene fiber. *J Dent* 20: 50-54, 1992.
17. Honorez P, Catalan A, Angnes V, Grimmonster I. The effect of three processing cycles on some physical and chemical properties of a heat-cured acrylic resin. *J Prosthet Dent* 61: 510-517, 1989.
18. Huggett R, Brooks SC, Bates JF. The effect of different curing cycles on the dimensional accuracy of acrylic resin denture base materials. *Quint Dent Tech* 8: 81-85, 1984.
19. International organization for standardization (ISO). Dentistry-denture base polimer. ISO/ technical report No 1567/ Switzerland; 1999.
20. John J, Gangadhar SA, Shah I. Flexural strength of heat-polymerized polymethyl methacrylate denture resin reinforced with glass, aramid, or nylon fibers. *J Prosthet Dent* 86: 424-427, 2001.
21. Jorge JH, Giampaolo ET, Machado AL, Vergani CE. Cytotoxicity of denture base acrylic resins: A literature review. *J Prosthet Dent* 90: 190-193, 2003.
22. Kalıpçılar B, Karaağaçlıoğlu L, Hasanreisioğlu U. Evaluation of the level of residual monomer in acrylic denture base materials having different polymerization properties. *J Oral Rehabil* 18: 399-401, 1991.
23. Karacaer Ö, Doğan A, Doğan OM, Usanmaz A. Dynamic mechanical properties of dental base material reinforced with glass fiber. *Appl Polym Sci* 85: 1683-1697, 2002.
24. Kedjarune U, Charoenworakul N, Koontongkaew S. Release of methyl methacrylate from heat-cured and autopolymerized resins: Cytotoxicity testing related to residual monomer. *Aust Dent J* 44: 25-30, 1999.
25. Keskin Y. Farklı Yöntemlerle Polimerizasyonu Sağlanan Akriliklerin Bazı Fiziksel Özelliklerinin Değerlendirilmesi. Doktora Tezi. Ankara: Ankara Üniversitesi, 1993.
26. Kim SH, Watts DC. The effect of reinforcement with woven E-glass fibers on the impact strength of complete dentures fabricated with high-impact acrylic resin. *J Prosthet Dent* 91: 274-280, 2004.
27. Ladizesky NH, Chow TW, Cheng YY. Denture base reinforcement using woven polyethylene fiber. *Int J Prosthodont* 7: 307-312, 1994.
28. Ladizesky NH, Cheng YY, Ward IM. Acrylic resin reinforced with chopped high performance polyethylene fiber properties and denture construction. *Dent Mater* 9: 128-135, 1993.
29. Lamb DJ, Ellis B, Priestley D. Loss into water of residual monomer from autopolymerizing dental acrylic resin. *Biomaterials* 3: 155-159, 1982.
30. Lassila LVJ, Vallittu PK. The effect of fiber position and polymerization condition on the flexural properties of fiber-reinforced composite. *J Contemporary Dental Practice* 5: 1-12, 2004.
31. McCabe JF, Basker RM. Tissue sensitivity to acrylic resin. *Br Dent J* 140: 347-350, 1976.
32. Miettinen VM, Vallittu PK. Release of residual methyl methacrylate into water from glass fibre-poly methyl methacrylate composite used in denture. *Biomaterials* 18: 181-185, 1997.
33. Miller TE, Hakimzadeh F, Rudo DN. Immediate and indirect woven polyethylene ribbon-reinforced periodontal-prosthetic splint: a case report. *Quintessence Int* 26: 267-271, 1995.
34. Nalçacı A, Öztan MD, Yılmaz Ş. Cytotoxicity of composite resins polymerized with different curing methods. *Int Endod J* 37: 151-156, 2004.
35. Pfeiffer P, Rosenbauer EU. Residual methyl methacrylate monomer, water sorption, and water solubility of hypoallergenic denture base materials. *J Prosthet Dent* 92: 72-78, 2004.
36. Ramos V, Runyan DA, Christensen LC. The effect of plasma treated polyethylene fiber on the fracture strength of polymethyl methacrylate. *J Prosthet Dent* 76: 94-96, 1996.
37. Rudo DN. Ribbond, bondable reinforcement ribbon. 2001. Erişim tarihi: 29.04.2001. Erişim: <http://www.ribbon.com/newhome.htm>.
38. Rueggeberg FA, Craig RG. Correlation of parameters used estimate monomer conversion analysis of contemporary dental resins. *Dent Mater* 6: 241-249, 1990.
39. Ruyter IE, Oysaed H. Conversion in different depths of ultraviolet and visible light activated composite materials. *Acta Odontol Scand* 40: 179-192, 1982.
40. Samahzadeh A, Kugel G, Hurley E, Aboushala A. Fracture strengths of provisional restorations reinforced with plasma-treated woven polyethylene fiber. *J Prosthet Dent* 78: 447-450, 1996.
41. Shim JS, Watts DC. Residual monomer concentrations in denture base acrylic resin after an additional, soft liner, heat cure cycle. *Dent Mater* 15: 296-300, 1999.
42. Solnit GS. The effect of methyl methacrylate reinforcement with silane-treated and untreated glass fibers. *J Prosthet Dent* 66: 310-314, 1991.
43. Şekeroğlu T. Thermal and mechanical properties of ultra high modulus polyethylene reinforced poly (methyl methacrylate) cured by gamma radiation used as dental base material. Doktora Tezi. Ankara: Ortadoğu Teknik Üniversitesi, 2000.
44. Uzun G, Hersek N. Otopolimerizan akrilik rezinin dayanıklılığında plazma kaplı cam liflerin etkisi. *GÜ Dişhek Fak Derg* 18: 53-57, 2001.

45. Vallittu PK, Miettinen V, Alakuijala P. Residual monomer content and its release into water from denture base materials. *Dent Mater* 11: 338-342, 1995.
46. Vallittu PK, Alakuijala P, Lassila VP, Lappalainen R. In vitro fatigue fracture of an acrylic resin-based partial denture: An exploratory study. *J Prosthet Dent* 72: 289-295, 1994.
47. Vallittu PK. Ultra-high-modulus polyethylene ribbon as reinforcement for denture polymethyl methacrylate: A short communication. *Dent Mater* 13: 381-382, 1997.
48. Vallittu PK, Ruyter IE, Buykuilmaz S. Effect of polymerization temperature and time on residual monomer content of denture base polymers. *Eur J Oral Sci* 106: 588-593, 1998.
49. Vallittu PK, Ekstrand K. In vitro cytotoxicity of fibre-polymethyl methacrylate composite used in dentures. *J Oral Rehabil* 26: 666-671, 1999.
50. Williamson DL, Boyer DB, Aquilino SA, Leary JM. Effect of polyethylene fiber reinforcement on the strength of denture base resins polymerized by microwave energy. *J Prosthet Dent* 72: 635-638, 1994.
51. Yılmaz H, Aydın C, Çağlar A, Yaşar A. The effect of glass fiber reinforcement on the residual monomer content of two denture base resins. *Quintessence Int* 34: 148-153, 2003.

Yazışma Adresi

Prof. Dr. Özgül KARACAER

Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi

Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı, Ankara

e-posta: ozgulkaracaer1@yahoo.com