

# Mikrodalga Enerjisi ile Akrilik Rezinlerin Polimerizasyonu

## The Use of Microwave Energy to Polymerize Acrylic Resins

Ahmet ÖZKÖMÜR<sup>1</sup> Orhun EKREN<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Pontificia Universidade Católica Do Rio Grande Do Sul, Dişhekimliği Fakültesi, Protetik Diş Tedavisi AD, Porto Alegre, BREZİLYA, <sup>2</sup>Serbest Dişhekimi

### Özet

Mikrodalga ile polimerize edilen rezinler daha kolay ve çabuk üretim sağlanması amacıyla geleneksel ısı ile polimerize olan resinlere alternatif olarak sunulmuşlardır. Mikrodalga enerjisi yolu ile polimerize edilen rezinler yeterli fiziksel ve biyolojik özelliklere sahiptirler. Bu makale, geleneksel sıcak su banyosu ve mikro dalga ile polimerizasyon yöntemleri arasında mekanik, biyolojik ve fiziksel açılarından karşılaştırma ortaya koyan bir literatür derlemesi sunmaktadır.

**Anahtar sözcükler:** Akrilik rezin, mikrodalga, protez kaidesi, polimerizasyon

### Abstract

Microwave-processed acrylic resins were introduced in dental practice as an alternative for conventional heat-processed in order to provide easier and faster processing. Microwave polymerized acrylic resins seem to possess adequate physical and biological properties. This paper presents a literature revision about acrylic resin polymerization by microwave energy, establishing a comparison between this method and the traditional water bath polymerization in the aspects of mechanic, biologic and physical properties.

**Keywords:** Acrylic resin, microwave, denture base, polymerization

### Giriş

Protetik uygulamalarda protez kaide materyali olarak kullanılan akrilik rezinlerin polimerizasyonu için günümüzde en sık kullanılan yöntem akrilik rezin kitlesinin bir su banyosu içerisinde ısı yolu ile polimerize edilmesidir.

Su banyosunda ısınmanın, dıştan muflanın iç kısımlarına doğru yavaşça gerçekleştiği geleneksel ısı ile polimerizasyonun yerine 1968 yılında Japon araştırmacı Nishii tarafından mikrodalga enerjisi yolu ile polimerizasyon fikri ortaya atılmıştır.<sup>1</sup> Bu sayede, en az 2 saat 30 dakika süren polimerizasyon süresi 9 dakikaya kısaltılmış ve işlem daha basit ve temiz bir hale getirilmiştir.<sup>2,3</sup>

Bu makalenin amacı, geleneksel sıcak su banyosu ve mikro dalga ile polimerizasyon yöntemleri arasındaki avantaj, dezavantajları ve akrilik rezinlerin özelliklerindeki etkilerini gösterir bir karşılaştırma ortaya koymaktır.

### Akrilik Rezinlerin Polimerizasyonu

#### 1. Akrilik Rezinlerin Kimyası

Akrilik rezinler, piyasada toz ve likit şeklinde bulunurlar. Toz, önceden polimerize olmuş poli(metil metakrilat)-PMMA mikro partiküllerinden ve polimerizasyon reaksiyonunun başlatıcısı olan benzoil peroksitten ibarettir. Likit ise, temel madde olarak metil metakrilat (MMA) monomeri içerir. Ayrıca likit içerisinde sıklıkla %1-2 oranında çapraz bağlantı ajanı ve saklanma koşullarında likitin kendiliğinden polimerize olmasını engellemek amacıyla eser miktarda hidrokinon bulunur. Mekanik özellikleri arttırmak amacı ile en sık kullanılan çapraz bağlantı ajanı etilen glikol dimetakrilattır (EGDMA). Toz ve likitin üretici firma tarafından belirtilen oranda karıştırılmasını takiben elde edilen hamur, ısı, ışık, kimyasal ve mikrodalga enerjisi gibi farklı yollar ile aktive edilebilen bir polimerizasyon işleminden geçer. Bu süreç

sonunda, monomer moleküllerinin kovalent bağlar ile bağlandığı bir polimetakrilat zinciri oluşur.

Phillips,<sup>4</sup> rezinlerin polimerizasyon safhalarını giriş, yayılma ve sonlanma olarak tanımlamaktadır. Giriş safhasında başlatıcı ajan enerji yüklenir ve kendi enerjisini monomer moleküllerine aktarır. Bu amaçla en çok kullanılan başlatıcı benzoil peroksittir ve ışıkla, 55°C sıcaklıkta ya da üçüncül bir amin ile reaksiyonu sonucu (kendiliğinden polimerize olan akrilik rezinlerin likitinde bulunan dimetil-p-toluidin) aktive olur. Yayılma fazı olan ikinci safhada monomer molekülleri birbiri ardısıra oluşmakta olan polimer zincirine bağlanırlar. Sonlanma safhasında ise, oluşan polimer zincirleri birbirleri ile direk bağlanırlar.

Polimerizasyon işleminde monomerlerin polimere dönüşmesi tamamen gerçekleşmez. İşlem sırasındaki birçok faktörün etkileşimine göre değişiklik gösteren oranlarda her zaman artık monomer kalmaktadır.

## 2. Mikrodalga ile Polimerizasyon

Mikrodalga fırını, vakum yoluyla elektrik enerjisini mikrodalga enerjisine dönüştüren ve bir manyetron aracılığı ile 2450MHz frekansta elektromanyetik dalgalar yayan bir cihazdır.<sup>5</sup>

Mikrodalgaları tanımlamak amacı ile elektromagnetik spektrum kullanılır (Şekil 1). Mikrodalga 300 -30000 MHz arasında frekansa sahip elektromagnetik dalga olarak tanımlanabilir. Mikrodalga enerjisi, akrilik rezinlerdeki benzoil peroksitin parçalanmasına sebep olur ve açığa çıkan serbest radikaller de polimerizasyon sürecini başlatırlar. Mikrodalga enerjisi ile ısıtma metoduna verilen diğer bir isim de dielektrik ısıtmadır ve elektro manyetik enerji iki mekanizma ile ısı enerjisine dönüşür.<sup>4</sup> Bunlardan birincisine dipol rotasyonu adı verilir ve moleküllerin sıralanması ve uygulanan elektriksel alan ile ilintilidir. Elektriksel alan uzaklaştırıldığında, moleküller düzensiz bir duruma geçerler ve bu düzene geçerken abzorbe edilmiş olan enerji ısı olarak salınır. İkinci mekanizma ise iyonik iletim olarak adlandırılır ve moleküllerin kendi aralarında uygulanan

elektriksel alan ile aynı frekansta çarpışma ve sürtünmeleri ile ortaya çıkar.<sup>1</sup> Mikrodalga enerjisi yolu ile akrilik rezinlerin ısıtılması eş zamanlı olarak karışımın bütününde gerçekleşir. Buna karşın, konvansiyonel ısınma dıştan içe gerçekleşir ve ısının ilerlemesi için iyi iletken malzemeler gerektirmektedir.

Mikrodalga enerjisi ile gerçekleştirilen polimerizasyon plastik fazın oluşum süresini kısaltmanın yanı sıra daha homojen bir rezin kitlenin elde edilmesini sağlar.<sup>6</sup> Teknik açıdan mikrodalga polimerizasyonunda protez kaidesinin muflaya alınma ve tepim işlemleri konvansiyonel metot ile aynıdır. Aradaki fark, mikrodalga ile polimerizasyonda kullanılan mufla genellikle enerjinin taşınmasına izin veren cam fiber ile güçlendirilmiş plastiktir. Plastik muflalar ilk olarak Kimura tarafından kullanılmıştır ve metal muflalar ile karşılaştırıldığında dayanıklılık açısından dezavantajları mevcuttur.<sup>7,8</sup>

Muflaya alma işlemini takiben mufla mikrodalga fırınında 500-600 W potansiyel ve 3 dakika süre ile mikrodalga enerjisine maruz bırakılır.<sup>6,9-14</sup> Fırındaki döner tabla dalgaların daha fazla ve homojen penetrasyonuna olanak sağlar.

Muflanın içerisindeki rezinlerin ısıl davranışları ısıtma yöntemine göre farklılık gösterir. Mikrodalga alanına maruz bırakılan plastik muflalardaki alçı ve resinin sıcaklığı kademeli olarak hızla artar. Resin kitlenin 65°C sıcaklığa ulaşması için sadece 1,5 dakika gereklidir ve maksimum sıcaklığı 120°C'yi aşmaz.<sup>9</sup>

## Polimerizasyon yönteminin akrilik rezinlerin özelliklerine etkisi

### 1. Pörözite

Pörözite çok faktörlü bir olaydır ve polimerizasyon sıcaklığı en sık görülen etkenidir. Pörözite, protezin yapısal olarak dayanıklılığının azalmasına sebep olacak şekilde akrilik protezin iç ya da dış yüzeyinde temizlenmesi mümkün olmayan alanların varlığına sebep olur. Yetersiz hijyen protez stomatitine davetiye çıkarabilir.<sup>15</sup>

Kalınlık, içsel pörözitenin en önemli sebebidir.<sup>14</sup> Literatürde mikrodalga polimerizasyonu ile konvansiyonel polimerizasyon arasında örneklerin

kalınlığı 3mm'den fazla olamaması şartı ile pörözite açısından fark bulunmadığını gösteren çalışmalar mevcuttur. Ancak akrilik kalınlığı 1cm ye yaklaştıkça mikrodalga polimerizasyonu ile daha yüksek pöröziteye rastlandığı vurgulanmıştır.<sup>10,16,17</sup> Bu gibi durumlarda, mikrodalga fırınının potansiyel değerinin düşürülerek uygulama süresinin artırılması pörözitenin azaltılmasında etkili olmaktadır.<sup>16,17</sup>

Yannikakis ve ark. tarafından yapılan çalışmada ince örneklerde de mikrodalga ile polimerizasyonun 2 saatlik su banyosu polimerizasyonu ile karşılaştırıldığında pörözitenin artabileceği ifade edilmiştir.<sup>18</sup>

Konvensiyonel akrilik rezinler mikrodalga ile polimerize edildiklerinde bu teknik için özel üretilen akrilik rezinlere göre daha yüksek pörözite göstermektedirler.<sup>15</sup> Mikrodalga polimerizasyonu için üretilen akrilik rezinler etil ve metil metakrilatın karışımı ile elde edilen bir monomer ve 100-150°C arasında düşük buhar basıncı sağlayan trietilen glikol içerirler. Bu geliştirmeler ile bu tip akrilik rezinlerde daha az pörözite gözlemlenmektedir.<sup>15</sup>

Soğutulma işleminin pörözite oluşumunda etkili olduğu ve hızla soğutulan akrilik rezinlerde ortam sıcaklığında soğumaya bırakılan akrilik rezinlere oranla daha fazla pörözite görüldüğü rapor edilmiştir.<sup>16</sup> Bunun yanısıra, Sanders ve ark. test ettikleri 4 çeşit akrilik rezinden ikisinde mikrodalga ile polimerizasyon sonrası hızlı soğutma ile (soğuk su içerisinde 45 dakika) daha yüksek pörözite bulunduğunu belirtmişlerdir.<sup>15</sup>

## 2. Sertlik

Günümüze kadar yapılan araştırmalarda çeşitli yazarlar arasında mikrodalga polimerizasyonu ve konvensiyonel su banyosu polimerizasyonu arasında ölçülen sertlik değerleri açısından anlamlı fark bulunmadığı konusunda görüş birliği bulunmaktadır.<sup>10,17,19-22</sup>

## 3. Darbe dayanımı

Blagogevic ve Murphy çalışmalarında polimerizasyon yönteminin akrilik rezinlerin darbe dayanımı üzerinde etkisi olduğunu göstermiş-

lerdir.<sup>19</sup> Araştırmacılar çalışmalarında 600 W/3 dakika mikrodalga ve 70°C/14 saat su banyosunu kullanmışlardır ve çalışma sonucunda konvensiyonel metodun üstün olduğunu bildirmişlerdir. Ancak test edilen 3 adet ısı ile polimerize olan akrilik rezinden mikrodalga polimerizasyonu için üretilen akrilik, mikrodalga muamelesi ile daha yüksek sonuçlar göstermiştir. Diğer iki konvensiyonel rezinden bir tanesinde fark bulunamamış, kimyasal olarak çapraz bağlayıcı ajan içermeyen diğer grupta işe düşüş gözlenmiştir.

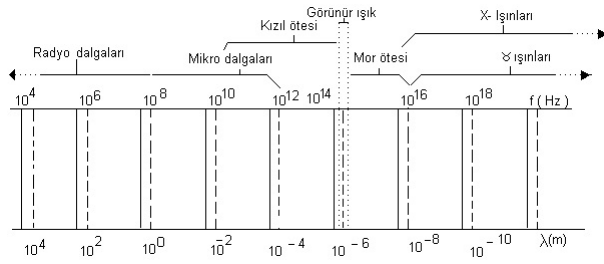
Faot ve ark. çalışmalarında kullandıkları üç mikrodalga ile polimerize olan akrilik rezinden ikisinde diğer mikrodalga grubu rezine ve konvensiyonel polimerizasyon grubuna göre daha düşük darbe dayanım değerleri bulmuşlar ve bunu malzemelerin kimyasal içerikleri ve farklı mikrodalga uygulama sürelerine bağlamışlardır.<sup>23</sup>

## 4. Su emilimi

Su emilimi protezin teslimini takiben yaklaşık ilk üç aylık süre içerisinde gerçekleşen bir olaydır. Söz konusu su emilimi akrilik rezinleri geliştirir ve boyutsal değişimlerine yol açar.<sup>13</sup> Literatürde az sayıda olmalarına karşın çelişkili raporlar mevcuttur. Sadamori ve ark. Çalışmalarının sonucunda mikrodalga ile polimerize edilen rezinlerin konvensiyonel yolla polimerize edilen rezinlere göre biraz daha fazla su emilim gösterdiklerini belirtmişlerdir.<sup>14</sup> Buna karşın, Rahal ve ark.<sup>24</sup> ve Öztürk ve ark.<sup>25</sup> iki yöntem arasında fark bulunmadığını göstermişlerdir. İlbay ve ark.<sup>26</sup> da araştırmalarında su emilimi açısından iki yöntem arasında anlamlı fark bulamamışlar ve elde edilen su emilimi değerlerinin ADA standartlarına uygunluğundan bahsetmişlerdir.

## 5. Renk Stabilitesi

Mikrodalga ile polimerize olan akrilik rezinlerin in-vitro yaşlandırma işlemleri sonrası renk stabilitelerinin konvensiyonel akrilik rezinler ile karşılaştırıldığı araştırmalarda genel olarak iki yöntem arasında fark olmadığı rapor edilmiştir.<sup>8,27,28</sup>



Şekil 1. Elektromanyetik Spektrum

## 6. Sitotoksosite ve Serbest Monomer Salınımı

Akrilik rezinlerin protez kaide materyalinin sıkı temas halinde olduğu ağız içi dokular üzerindeki sitotoksik etkilerinin klinik yönlerini belirlemek zordur. Sitotoksosite analizleri materyalin biyoyumluluğu ile doğrudan ilişkilidir. Protez kaide rezinlerinin yapısında bulunan artık monomer ağız içi dokularda irritasyon, hassasiyet, inflamasyon ve alerjik reaksiyonlar ile ilişkilendirilmiştir.<sup>29-34</sup> Bunun yanısıra, artık monomer konsantrasyonu, protez kaidesi akrilik rezinlerinin mekanik özelliklerinin belirlenmesinde önemli bir parametredir.<sup>35</sup>

De Clerk<sup>2</sup> mikrodalga enerjisi ile polimerizasyon yöntemi ile konvansiyonel su banyosu yöntemini kıyaslayarak mikrodalga polimerizasyonunda daha düşük seviyelerde artık monomer bulduklarını rapor etmiştir.

Truong ve Thomasz da<sup>36</sup> sıcak su banyosu polimerizasyonu ve mikrodalga enerjisi polimerizasyonu ile meydana gelen artık monomer Salınımını karşılaştırmış ve su banyosu ile polimerize edilen örneklerin biraz daha fazla monomer salınımı gerçekleştirdiğini belirtmiştir. Al Dori ve ark.<sup>16</sup> tarafından gerçekleştirilen çalışma sonuçları da mikrodalga enerjisi kullanımıyla test edilen akriliklerde serbest monomer mikratında azalma ve daha yüksek dönüşüm derecesi ortaya koymaktadır.

Özetle, derlenen çalışmalar göstermektedir ki; kimyasal yolla polimerize olan akrilik rezinler ısı ile polimerize olanlardan daha sitotoksiklerdir. Kimyasal yolla polimerize olan akrilik rezinler ise mikrodalga ile polimerize olan rezinlere oranla daha yüksek sitotoksositeye sahiptir.<sup>37</sup>

Bu raporları mikrodalga enerjisinin akrilik kitle içerisindeki monomer moleküllerinde neden olduğu çok yüksek frekanslı hareketlerin iç ısıyı arttırması ve daha yüksek bir dönüşüm derecesine sebep olması ile açıklamak mümkündür.<sup>2</sup>

Blagogevic ve Murphy<sup>19</sup> ise gerçekleştirdikleri kromotografik çalışmada 14 saat 70°C ve takiben 3 saat kaynatma işleminden oluşan çok uzun bir polimerizasyon döngüsü ile artık monomer açısından mikrodalga polimerizasyonundan iyi sonuçlar bildirmişlerdir. Bartoloni ve ark. ise aynı yöntem ile 9 saat 74°C'de gerçekleştirdikleri su banyosu polimerizasyonu sonrası polimerizasyon teknikleri arası fark bulamamışlardır.

Şunu vurgulamak gerekir ki; sitotoksik ve artık monomer test sonuçları klinik durumlara uygulanabilirliği ciddi sınırlamalar içermektedir. Ancak bu değerlendirmeler dişhekimliğinde kullanılan malzemelerin biyolojik davranışları ile ilgili hayati bilgiler vermektedir.

## 7. Yapay Dişlere Adhezyon

Protez kaidesi akrilik rezinlerinin yapay dişlere adhezyonu ile ilgili literatürde çelişkili raporlar mevcuttur. Kimura ve ark.<sup>8</sup> mikrodalga ve sıcak su polimerizasyonu arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulamamışlardır. Polyzois ve Dahl, Schneider ve ark ile Takahashi ve ark. çalışmalarında yapay dişlerin sıcak su ile polimerize edilen akriliklere daha iyi yapıştıklarını belirtmişlerdir.<sup>38-40</sup> Geerts ve Jooste<sup>41</sup> ise yaptıkları çalışmada mikrodalga enerjisi ile polimerize olan rezinler lehine adhezyon sonuçları rapor etmişlerdir. Schneider ve ark.<sup>38</sup> ise kullanılacak akrilik diş çeşidi ve protez kaide akriliği ikilisinin uyumunun önemini belirtmektedirler.

## 8. Esneme Dayanımı

Mikrodalga enerjisi ile polimerize olan akrilik rezinler ve ısı ile polimerize olan akrilik rezinlerin esneme dayanıklılığının karşılaştırıldığı çalışmalarda bir çok yazar yöntemler arası dayanıklılık açısından fark bulunmadığını rapor etmişlerdir.<sup>10,13,42</sup> Ayrıca mikro dalga ile polimerize

edilen akrilik rezinlerin ısı ile polimerize olan rezinlerden daha yüksek dayanıklılık gösterdiğini belirten çalışmalar da mevcuttur.<sup>11,43</sup>

## 9. Adaptasyon

Akrilik rezin kaideli protezlerin yapımında polimerizasyon büzülmesi ve protez kaidesinin distorsiyonu kaçınılmazdır. Bu yan etkiler yapay akrilik rezin kaideli protezlerin başarısında hayati öneme sahip olan protez uyumsuzluklarına ve diş konumlarının değişmesine neden olabilir.<sup>44-46</sup>

Teraoka ve Takahashi<sup>5</sup> maksimum adaptasyona sahip tam protez yapım tekniği geliştirme çalışmalarında polimerizasyon işlemi sırasında adaptasyonun arttırılmasını sağlayacak tavsiyelerde bulunmuşlardır. Araştırmacılara göre;

1. Muflanın üst yarısında kullanılan alçı mümkün olan en az miktarda su içermelidir.
2. Rezin mufla içerisine en çabuk şekilde yerleştirilerek tüm polimerizasyon süresince en fazla 3,5 Mpa'lık sabit basınç altında tutulmalıdır.
3. Polimerizasyon için gerekli en az sıcaklık derecesi kullanılmalıdır.
4. Mufla içerisindeki akrilik rezin üniform şekilde önce mukozaya temas edecek yüzeyi polimerize olacak daha sonra dişlere doğru polimerizasyon devam edecek şekilde polimerize edilmelidir.

Literatürde mikrodalga ile polimerize olan akrilik rezinlerin ısı ile polimerize olan konvansiyonel rezinlerden daha iyi adaptasyon gösterdiklerini rapor eden birçok çalışma mevcuttur.<sup>5,43,47,48</sup>

## 10. Boyutsal Stabilité

Poli(metil metakrilat) kaideli protezlerin yapım aşamasında ısıtma sırasında termal genişleme, soğutma sırasında büzülme ve polimerizasyon büzülmesi kaynaklı boyutsal değişikliklere uğramaları kaçınılmazdır.

Sadamori ve ark.<sup>14</sup> yaptıkları çalışmada ısı ile polimerize olan akrilik rezinlerin polimerizasyon sonrası daha az boyutsal deformasyon göster-

diklerini ancak zamanla bu farkın kapandığını ifade etmişlerdir.

## Tartışma

Geleneksel su banyosu ile elde edilen ısı yolu ile akrilik rezinlerin polimerizasyonu yaklaşık 9 saatlik bir süreyi kapsamaktadır. Mikrodalga enerjisinin kullanımı ile bu süre 3 dakikaya indirilebilmiştir. Bu iki yöntem arasındaki gözlenen farklılıklar klinik açıdan ciddi önem taşımaktadır.<sup>49</sup> Kalın protez kaidelerindeki pörözite miktarı ve gözlenme sıklığı, düşük potansiyel değerlerinde ve daha uzun süreli polimerizasyon süreleri uygulanarak önemli ölçüde azaltılabilir. Mikrodalga ile polimerizasyon tekniği doğru seçilmiş güç ve süre değerlerinde akrilik rezinlerin özelliklerinde en az seviyede değişimlere yol açar. Böylece gözlemlenen pörözitenin ve boyutsal değişimin en aza indirilmesi sağlanır. Mikrodalga enerjisi ile polimerizasyon tekniğinin en önemli avantajları; daha az ekipman gerektirmesi, zamandan tasarruf sağlaması, daha temiz bir çalışma ortamı sağlaması, daha düşük seviyede polimerizasyon büzülmesi ve boyutsal değişikliğe sebep olması ve buna bağlı olarak protez kaidesinin alçıyla olan adaptasyonu daha iyi olmasıdır. Ayrıca artık monomer miktarı geleneksel polimerizasyon yöntemlerinden düşüktür.<sup>49</sup> Bu teknik ile akrilik malzemenin içten ve dıştan eşit ısıtılması ve hızlı sıcaklık artışı sağlanır. Klasik muflalama yönteminde kullanılan alçı materyalinin ısı muflanın kenarlarında, orta kısma oranla daha yüksektir. Halbuki mikrodalga ile polimerizasyonda orta kısım daha hızlı ısınmaktadır. Aynı zamanda muflanın orta kısmıyla kenarları arasındaki ısı farkı neredeyse yok denecek kadar azdır. Ayrıca kullanılan plastik mufla klasik teknikteki metal muflaya kıyasla daha çabuk soğumaktadır.<sup>50</sup>

## Sonuç

Mikrodalga enerjisinin akrilik rezinlerin polimerizasyonu için kullanılması, hızlı, temiz ve ekonomik açıdan avantajlı olması sebebiyle protez kaidelerinin yapımında kullanılabilecek çok iyi bir yöntemdir. Mikrodalga enerjisi ile polimerizasyon yönteminin hassas noktaları kolaylıkla

kontrol altında tutulabilir. Bununla birlikte spesifik olarak mikro dalga enerjisi ile polimerize olabilen akriliklerin geliştirilmesi gerekmektedir.

## Kaynaklar

1. Nishii M. Studies on the curing of denture base resins with microwave irradiation: with particular reference to heat - curing resins. *J Osaka Dent Univ* 1968; 2: 23-40.
2. De Clerck JP. Microwave polymerization of acrylic resins used in dental prostheses. *J Prosthet Dent* 1987; 5: 650-658.
3. Sanders JL, Levin B, Reitz PV. Porosity in denture acrylic resins cured by microwave energy. *Quintessence Int* 1987; 18: 453-456.
4. Phillips WR. *Skinner's Science of Dental Materials*. 9th Ed., WB Saunders Co., ABD, 1991, 91-102.
5. Teraoka F, Takahashi J. Controlled polymerization system for fabricating precise dentures. *J Prosthet Dent* 2000; 83: 514-520.
6. Kimura H, Teraoka F, Ohnishi H, Saito T, Yato M. Application of microwave for dental technique (part 1). *J Osaka Dent Univ* 1983; 23: 43-49.
7. Kimura H, Teraoka F, Ohnishi H, Saito T, Yato M. Application of microwave for dental technique (part 2). *J Osaka Dent Univ* 1984; 24: 21-29.
8. Levin B, Sanders JL, Reitz PV. The use of microwave energy for processing acrylic resins. *J Prosthet Dent* 1989; 61: 381-383.
9. Bayraktar G, Güvener B, Bural C, Uresin Y. Influence of polymerization method, curing process, and length of time of storage in water on the residual methyl methacrylate content in dental acrylic resins. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater* 2006; 76: 340-345.
10. Keenan PL, Radford DR, Clark RK. Dimensional change in complete dentures fabricated by injection molding and microwave processing. *J Prosthet Dent* 2003; 89: 37-44.
11. Barbosa DB, de Souza RF, Pero AC, Marra J, Compagnoni MA. Flexural strength of acrylic resins polymerized by different cycles. *J Appl Oral Sci* 2007; 15: 424-428.
12. Bartoloni JA, Murchison DF, Wofford DT, Sarkar NK. Degree of conversion in denture base materials for varied polymerization techniques. *J Oral Rehabil* 2000; 27: 488-493.
13. Del Bel Cury AA, Rached RN, Ganzarolli SM. Microwave-cured acrylic resins and silicone-gypsum molding technique. *J Oral Rehabil* 2001; 28: 433-438.
14. Sadamori S, Ishii T, Hamada T. Influence of thickness on the linear dimensional change, warpage, and water uptake of a denture base resin. *Int J Prosthodont* 1997; 10: 35-43.
15. Sanders JL, Levin B, Reitz PV. Porosity in denture acrylic resin cured by microwave energy. *Quint Int* 1987; 18: 453-456.
16. Al Doori D, Huggett R, Bates JF, Brooks SC. A comparison of denture base acrylic resins polymerized by microwave irradiation and by conventional water bath curing systems. *Dent Mater* 1988; 4: 25-32.
17. Reitz PV, Sanders JL, Levin B. The curing of denture acrylic resins by microwave energy. Physical properties. *Quint Int* 1985; 6: 547-551.
18. Yannikakis S, Zissis A, Polyzois G, Andreopoulos A. Evaluation of porosity in microwave-processed acrylic resin using a photographic method. *J Prosthet Dent* 2002; 87:615-619.
19. Blagojevic V, Murphy VM. Microwave polymerization of denture base materials. A comparative study. *J Oral Rehabil* 1999; 26: 804-808.
20. Frangou MJ, Polyzois GL. Effect of microwave polymerization on indentation creep, recovery and hardness of acrylic denture base materials. *Eur J Prosthodont Restor Dent* 1993; 1: 111-115.
21. Alkhatib MB, Goodacre CJ, Swartz ML, Munoz-Viveros CA, Andres CJ. Comparison of microwave-polymerized denture base resins. *Int J Prosthodont* 1990; 3: 249-255.
22. Shlosberg SR, Goodacre CJ, Munoz CA, Moore BK, Schnell RJ. Microwave energy polymerization of poly (methyl methacrylate) denture base resin. *Int J Prosthodont* 1989; 2: 453-458.
23. Faot F, Costa MA, Del Bel Cury AA, Rodrigues Garcia RC. Impact strength and fracture morphology of denture acrylic resins. *J Prosthet Dent* 2006; 96: 367-373.
24. Rahal JS, Mesquita MF, Henriques GE, Nóbilo MA. Influence of chemical and mechanical polishing on water sorption and solubility of denture base acrylic resins. *Braz Dent J* 2004; 15: 225-230.
25. Öztürk AN, İnan O, Yöndem I. Dimensional changes and water sorption of two acrylic polymer materials reinforced with glass fibers. *Eur J Prosthodont Restor Dent* 2003; 11: 129-132.
26. İlbay SG, Güvener S, Alkumru HN. Processing dentures using a microwave technique. *J Oral Rehabil* 1994; 21: 103-109.
27. May KB, Shotwell JR, Koran A, Wang R. Color stability: denture base resins processed with the microwave method. *J Prosthet Dent* 1996; 76: 581-589.

28. Bonatti MR, Cunha TR, Regis RR, Silva-Lovato CH, Paranhos HF, de Souza RF. The effect of polymerization cycles on color stability of microwave-processed denture base resin. *J Prosthodont* 2009; 18: 432-437.
29. Fisher AA. Allergic sensitization of the skin and oral mucosa to acrylic resin denture materials. *J Prosthet Dent* 1956; 6: 593-602.
30. Guinta J, Zablotsky N. Allergic stomatitis caused by self-polymerizing resin. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1976; 41: 631-637.
31. McCabe JF, Basker RM. Tissue sensitivity to acrylic resin. *Br Dent J* 1976; 140: 347-350.
32. Basker RM, Sturdee DW, Davenport JC. Patients with burning mouths: a clinical investigation of causative factors, including the climacteric and diabetes. *Br Dent J* 1978; 145: 9-16.
33. Kallus T. Evaluation of the toxicity of denture base polymer after subcutaneous implantation in guinea pigs. *J Prosthet Dent* 1984; 52: 126-134.
34. Ali A, Bates JF, Reynolds AJ, Walker DM. The burning mouth sensation related to the wearing of acrylic dentures: an investigation. *Br Dent J* 1986; 161: 444-447.
35. Harrison A, Huggett R. Effect of the curing cycle on residual monomer levels of acrylic resin denture base polymers. *J Dent* 1992; 20: 370-374.
36. Truong VT, Thomasz FG. Comparison of denture acrylic resins cured by boiling water and microwave energy. *Aust Dent J* 1988; 33: 201-4.
37. Sheridan PJ, Koka S, Ewoldsen NO, Lefebvre CA, Lavin MT. Cytotoxicity of denture base resins. *Int J Prosthodont* 1997; 10: 73-77.
38. Schneider RL, Curtis ER, Clancy JMS. Tensile bond strength of acrylic resin denture teeth to a microwave or heat-processed denture base. *J Prosthet Dent* 2002; 87: 615-619.
39. Takahashi Y, Chai J, Takahashi T, Habu T. Bond strength of denture teeth to denture base resins. *Int J Prosthodont* 2000; 13: 59-65.
40. Polyzois GL, Dahl JE. Bonding of synthetic resin teeth to microwave or heat activated denture base resin. *Eur J Prosthodont Restor Dent* 1993; 2: 41-44.
41. Geerts GA, Jooste CH. A comparison of the bond strengths of microwave- and water bath-cured denture material. *J Prosthet Dent* 1993; 70: 406-409.
42. Memon MS, Yunus N, Razak AAA. Some mechanical properties of a highly cross-linked, microwave-polymerized, injection-molded denture base polymer. *International J Prosthodont* 2001; 14: 214-218.
43. Phoenix RD, Mansueto MA, Ackerman NA, Jones RE. Evaluation of mechanical and thermal properties of commonly used denture base resins. *J Prosthodont* 2004; 13: 17-27.
44. Baemmert RJ, Lang BR, Barco MT, Jr., Billy EJ. Effects of denture teeth on the dimensional accuracy of acrylic resin denture bases. *Int J Prosthodont* 1990; 3: 528-537.
45. Jackson AD, Lang BR, Wang RF. The influence of teeth on denture base processing accuracy. *Int J Prosthodont*. 1993; 6: 333-340.
46. Garfunkel E. Evaluation of dimensional changes in complete dentures processed by injection-pressing and the pack-and press technique. *J Prosthet Dent* 1983; 50: 757-761.
47. Wallace PW, Graser GN, Myers ML, Proskin HM. Dimensional accuracy of denture resin cured by microwave energy. *J Prosthet Dent* 1991; 66: 403-408.
48. Takamata T, Setcos JC, Phillips RW, Boone ME. Adaptation of acrylic resin dentures as influenced by the activation mode of polymerization. *J Am Dent Assoc* 1989; 119: 271-276.
49. Anusavice KJ. Phillips' Science of Dental Materials 11th Ed. Florida, USA, 727-34.
50. Azzarri MJ, Cortizo MZ, Alessandrini JL. Effect of the curing conditions on the properties of an acrylic denture base resin microwave polymerized. *J Dent* 2003; 31: 463-468.

---

**Yazışma Adresi:**

Dr. Ahmet ÖZKÖMÜR  
 Rua Sao Francisco Da California 93/901 Porto Alegre - BRAZİL  
 Tel : 0 555 133438490  
 E-posta : aozkomur@yahoo.com