

## MİKRODALGA ENERJİSİ İLE POLİMERİZE EDİLEN AKRİLİK REZİNLERİN BAZI FİZİKSEL ÖZELLİKLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

Lale KARAĞAÇLIOĞLU\*

Yasemin KESKİN\*\*

### THE COMPARISON OF SOME PHYSICAL PROPERTIES OF ACRYLIC RESINS POLYMERIZED BY MICROWAVE ENERGY

#### ÖZET

Akrilik rezinler protez yapımında oldukça yaygın olarak kullanılan materyallerdir. Son yıllarda akrilik rezin monomer ve polimerlerinin fiziksel ve mekanik özelliklerinin yanı sıra, mikrodalga ve görünür ışıkla polimerize olan rezin sistemlerini de içeren laboratuvar tekniklerini kolaylaştırıcı özelliklere sahip teknikler de geliştirilmektedir.

Çalışmada farklı akrilik rezin protez kaide materyallerinin çeşitli fiziksel özelliklerinin karşılaştırılması amaçlanmıştır. Konvansiyonel akrilik rezin ve mikrodalga polimerizasyonu için özel olarak hazırlanmış rezinin her ikisi de mikrodalga enerjisi ile polimerize edilmiştir.

Bulgular su emilimi ve çözünürlük açısından her iki materyal arasında önemli bir fark olmadığını göstermiştir ( $p>0.05$ ). Ancak transvers bükülme, yorulma dayanıklılığı ve artık monomer miktarlarında ise istatistiksel olarak önemli farklılıklar görülmektedir ( $p<0.01$  ve  $p<0.05$ ).

**Anahtar Kelimeler:** Mikrodalga enerjisi, Akrilik rezin, Fiziksel özellik.

#### SUMMARY

Acrylic resin is the most commonly used material for dentures. In the past few years, acrylic resin monomers and polymers have also been modified to improve not only physical and mechanical properties, but also the working properties that facilitate laboratory techniques include microwave- and visible-light- activated polymerization of resin systems.

The aim of the study is to compare several physical properties of different acrylic resin denture base materials.

The conventionally processed acrylic resin and specifically processed acrylic resin for microwave polymerization were both cured by microwave energy.

The results showed no significant differences in water sorption and solubility between the materials ( $p>0.05$ ). Statistically significances were found in transverse deflection, fatigue strength and residual monomer content of acrylic resins ( $p<0.01$  ve  $p<0.05$ ).

**Key Words:** Microwave energy, Acrylic resin, Physical property.

#### GİRİŞ

Polimetil metakrilat rezinlerin polimerizasyon işlemleri için en yaygın yöntem su banyolu polimerizasyon tekniğidir.<sup>21</sup> Kuru ısı, buhar, infrared, indüksiyon veya dielektrik ısıtım teknikleri de oldukça başarılı sonuçlar vermektedir.<sup>5</sup> Son yıllarda bu listeye bir de mikrodalga enerjisi ile ısıtım işlemi eklenmiştir.

Mikrodalgaları tanımlamak için, bunların elektromagnetik spektrumdaki yerlerini bilmek gerekir. Elektromagnetik spektrum içinde görünür ışık spektrumu, ses dalgaları, radyo ve telsiz dalgaları, mikrodalgalar, kızıl ötesi ışınlar yer almaktadır. Yani mikrodalga ışınları radar ve telekomünikasyonda kullanılan ana elektromagnetik radyasyonun bir formudur.<sup>6</sup>

Nishii,<sup>20</sup> protez kaide rezinlerinin mikrodalga enerjisi ile polimerize edilebileceği yolundaki ilk çalışmayı yapmıştır. Sonraki yıllarda Kimura ve arkadaşları<sup>16,17</sup> yaptıkları çalışmalarında yöntemin bazı üstünlükleri olduğunu ifade etmişlerdir. Buna göre,

mikrodalga enerjisi kullanıldığında akrilin hamur şekillenme süresi ve polimerizasyon süresi kısalmaktadır. Ayrıca rezin kaideye oluşan renk değişikliği ve kırılma azalırken, ağız dokularına olan adaptasyon ise artmaktadır.

Mikrodalga enerjisi ile akrilik rezin polimerizasyonu çalışmalarında konvansiyonel rezin kullanılabildiği gibi, bu iş için geliştirilmiş özel akrilik rezinlerde bulunmaktadır. Bu tip rezinlerde monomer metil ve etil metakrilat karışımından oluşmuştur.<sup>23,25</sup> Levin ve arkadaşları<sup>19</sup> yeni teknolojilerin başarılı olabilmeleri için farklı materyal ve işlemler gerektirdiğini, bu polimerizasyon yöntemi için de uygun rezinin, yeterli polimerizasyon süresinin ve mikrodalga fırının ışınlama gücünün önemli olduğunu ifade etmişlerdir.

Bu çalışmanın amacı, konvansiyonel sıcak akrilik rezin ve mikrodalga yöntemi için özel olarak üretilmiş olan akrilik rezinlerin bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri üzerinde mikrodalga enerjisi ile polimerizasyon yönteminin ne gibi farklılıklara neden olabileceğinin incelenmesidir.

\* A.Ü. Dişhek. Fak. Protetik Diş Ted. Anabilim Dalı Öğretim Üyesi.

\*\* A.Ü. Dişhek. Fak. Protetik Diş Ted. Anabilim Dalı Uzman Dr.Dt.

## MATERYAL VE METOD

Araştırmamızda kullanılan konvansiyonel akrilik rezin (QC 20, De Trey, Weybridge, Surrey, England) ve mikrodalga akrilik rezinin (Acron MC, GC Dental Industrial Corp., Tokyo, Japan) her ikisi de mikrodalga enerjisi ile polimerize edilmiştir. Mikrodalga enerjisi ile polimerizasyon yönteminde, mikrodalgaları geçirme özelliğine sahip fiberle güçlendirilmiş plastik muflalar (FRP Flask, GC Industrial Corp., Tokyo-Japan) ve 2450 Mhz. mikrodalga salınımlı, 500 W gücünde, 10 ayrı mikrodalga ışınlama gücüne sahip bir mutfak tipi mikrodalga fırın (Vestel-Goldstar) kullanılmıştır.

Konvansiyonel akrilik rezinin toz-likit oranı 23 gr.: 10 ml. mikrodalga için özel olarak üretilmiş akrilik rezin ise toz-likit oranı 100 gr.:43 ml. olacak şekilde ön polimerizasyona tabi tutularak hazırlanmışlardır. Her iki rezin de özel plastik muflalar kullanılarak muflalama işlemlerinden geçirilmiştir. Mufladan çıkan rezin test örnekleri, tesviye ve polisaj işlemleriyle bitirildikten sonra aşağıdaki testlere tabi tutulmuşlardır.

### *Su emilimi ve çözünürlük testi*

Bu testler protez kaide rezinleri için hazırlanmış 12 no'lu ADA (American Dental Association) spesifikasyonuna<sup>1</sup> göre yapılmıştır. 50± 1 mm. çapında ve kalınlığında her bir rezin grubu için 15'er adet olacak şekilde test örnekleri hazırlanmıştır (Şekil 1-a). Disk şeklindeki test örnekleri 37±2°C'de 24 saat süreyle desikatörde tutularak kurutulmuş, daha sonra tartılmışlardır (M<sub>1</sub>=Birinci tartım). Tartılan örnekleri 24 saat süreyle kendilerine ait plastik kaplar içindeki distile suya atılarak 37 ±2°C'ye ayarlı etüvde bekletilmişlerdir. Bu süre sonunda sudan çıkarılan örnekler kurutma kağıdıyla yüzeylerindeki su damlaları emdirilecek şekilde kurutularak tekrar tartılmışlardır (M<sub>2</sub>= İkinci tartım). 1. ve 2.tartımlar sonucu elde edilen değerler aşağıdaki formülde yerlerine konularak, su emme miktarı hesaplanmıştır.

$$\text{Su emilimi: } \frac{M_2 - M_1 \text{ (mg)}}{S \text{ (yüzey alanı)(cm}^2\text{)}}$$

Daha sonra aynı örnekler yine desikatörde 37±2°C'de 24 saat bekletilmişler ve üçüncü kez tartılmışlardır (M<sub>3</sub>= Üçüncü tartım). Bu değerler ve 1. tartım değerleri aşağıdaki formüle uygulanarak, örneklerin çözünürlük miktarları belirlenmiştir.

$$\text{Su emilimi: } \frac{M_1 - M_3 \text{ (mg)}}{S \text{ (yüzey alanı)(cm}^2\text{)}}$$

### *Transvers bükülme testi*

Testler 12 no'lu ADA spesifikasyonuna göre yürütülmüş ve değerlendirilmiştir. Her deney grubu için 15'er adet 65x10x2.5 mm boyutlarında akrilik rezin bantlar (Şekil 1-b), testlerden önce 37±2°C'ye ayarlanmış etüvde 48 saat süreyle distile su içinde bekletilmişlerdir. Bu süre sonunda örnekler, ODTÜ Metalürji Mühendisliğinde hazırlanmış düzenekte 3500 gr. ve 5000gr.lık yüklemeler uygulanmıştır.

### *Yorulma dayanıklılığı testi*

Bu test için 90x18x10x3 mm. boyutlarında ve her deney grubu için 15'er adet olacak şekilde merkez bölgesinde daralma gösteren akrilik bantlar hazırlanmıştır (Şekil 1-c). Örnekler testlerden hemen önce 24 saat 37±2°C'de distile suda bırakılmışlardır. Test örnekleri 1375 devir/dakika ile çalışan yorulma test cihazında (Schenck-Germany) teste tabi tutulmuşlar ve her bir örnek için oluşan moment tespit edilmiştir. Bu esnada oluşan eğilme gerilimleri (bending stress) aşağıdaki bağıntılardan yararlanılarak hesaplanmıştır.

$$T = \frac{M \times C}{I} \quad I = \frac{1}{12} b x h^3$$

$$c = \frac{h}{2}$$

T= Eğilme gerilimi

M= Moment

I= Atalet momenti

c= Örnek kalınlığının yarısı

b= Örneğin ortasındaki en dar bölgenin genişliği

h= Örnek kalınlığı

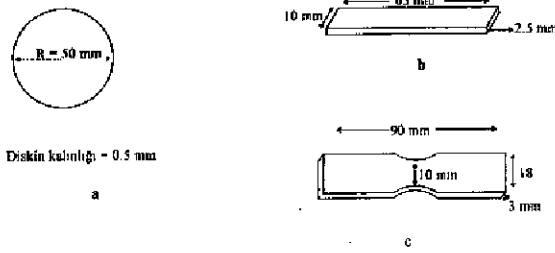
Eğilme gerilimleri ve örneklerin kırılma anında tespit edilen devir sayıları kullanılarak rezinlerin yorulma özellikleri belirlenmiştir.

### *Artık Monomer Testleri*

20x20x2 mm. boyutlarında hazırlanan mum yapılarından her deney grubu için 15'er adet akrilik rezin test örnekleri oluşturulmuştur. Bu örnekler 37±2°C'ye ayarlanmış etüvde 30 gün süreyle bekletilmişler ve bunlar toz haline getirilmişlerdir. Toz haline getirilmiş her örnekten alınan 1.5 gr. numune, % 99.5 saflıkta metanol içerisinde çözülerek, elde edilen

solüsyonlar Yüksek Basınç Sıvı Kromatografi Cihazında (Waters, Millipore Corp., ABD) analiz edilmişlerdir. Analiz sonucunda elde edilen kromatogramlardan rezinlerin artık monomer miktarları hesaplanmıştır.

Araştırmaya dahil edilen rezinlere uygulanan testler sonucu elde edilen veriler tek yönlü Varyans analizi ve Duncan testi uygulanarak istatistiksel olarak değerlendirilmiştir.



Şekil 1. Su emilimi ve çözünürlük (a), Transvers bükülme (b) ve yorulma dayanıklılığı (c), için hazırlanan örneklerin şekil ve boyutlarının şematik gösterimi.

## BULGULAR

Mikrodalga ile polimerize edilen iki tip rezine ait su emilimi ve çözünürlük değerleri ortalama ve standart hataları Tablo I'de gösterilmiştir. Her iki grup arasında su emilimi ve çözünürlük açısından önemli bir farklılık görülmemiştir ( $p > 0.05$ ).

Transvers bükülme testleri sonucunda elde edilen değerler istatistiksel olarak incelenmiştir. 3500 gr. ve 5000 gr.lık yüklemelere ait sonuçların ortalama ve standart hataları Tablo 2'de sunulmuştur. Buna göre, 3500 gr. ve 5000 gr.'lık her iki yüklenme sonucunda konvansiyonel akrilik rezin özel mikrodalga rezinine göre daha fazla bir bükülme değeri ortaya koymuştur. Mikrodalga enerjisi ile polimerize olan her iki grup arasında  $p < 0.01$  düzeyinde önemli bir farklılık saptanmıştır.

Her iki deney grubuna uygulanan yorulma dayanıklılığı testleri esnasında oluşan eğilme gerilmeleri ve kırılma anında tespit edilen devir sayılarına ait ortalamalar ve standart hatalar Tablo 3'de görülmektedir. Bu bulgular değerlendirildiğinde iki grup arasında eğilme gerilmeleri açısından önemli bir fark görülmezken

devir sayıları yönünden anlamlı bir farklılığın bulunduğu gözlenmiştir ( $p < 0.05$ ).

Artık monomer miktarlarına ait ortalama ve standart hatalarının gösterildiği Tablo 4'den de anlaşıldığı gibi en fazla artık monomer düzeyine sahip olan konvansiyonel rezinle, daha az artık monomer miktarına sahip olan mikrodalga işlemleri rezin arasındaki fark önemli bulunmuştur ( $p < 0.01$ ).

Tablo I. Su emilimi ve çözünürlük testlerine ait ortalama ve standart hatalar ( $Mg/cm^2$ ).

Materyal	Su Emilimi		Çözünürlük	
	n	$\bar{X} \pm Sx$	n	$\bar{X} \pm Sx$
Acron MC	15	$0.84 \pm 0.02$	15	$0.04 \pm 0.008$
QC 20	15	$0.85 \pm 0.02$	15	$0.03 \pm 0.009$

Tablo II. Transvers bükülme testlerine ait ortalama ve standart hatalar (mm).

Materyal	3500 gr da bükülme		5000 gr da bükülme	
	n	$\bar{X} \pm Sx$	n	$\bar{X} \pm Sx$
Acron MC	15	$1.31 \pm 0.04$	15	$2.67 \pm 0.04$
Mikr. QC 20	15	$1.49 \pm 0.05$	15	$3.12 \pm 0.009$

Dikey çizginin her iki ucundaki ortalamalar arasındaki fark  $p < 0.01$  düzeyinde önemlidir.

Tablo III. Yorulma dayanıklılığı testlerine ait eğilme gerilimi ve devir sayısı ortalama ve standart hataları.

Materyal	(kg/mm <sup>2</sup> ) Eğilme gerilimi		Devir sayısı	
	n	$\bar{X} \pm Sx$	n	$\bar{X} \pm Sx$
Acron MC	15	$9.75 \pm 0.27$	15	$3647 \pm 212$
Mikro QC 20	15	$10.45 \pm 0.20$	15	$3350 \pm 146$

Dikey çizginin her iki ucundaki ortalamalar arasındaki fark  $p < 0.05$  düzeyinde önemlidir.

Tablo IV. Akrilik rezinlerin artık monomer miktarlarına ait ortalama ve standart hataları (Değerler % V/V cinsinden ifade edilmiştir).

Materyal	n	$\bar{X} \pm Sx$
Acron MC	15	0.031±0.002
QC 20	15	0.095±0.009

Dikey çizginin her iki ucundaki ortalamalar arasındaki fark  $p < 0.01$  düzeyinde önemlidir.

## TARTIŞMA

Araştırmamızda, kolay temin edilebilen ve daha ekonomik olan konvansiyonel sıcak akrilik rezin ile mikrodalga rezinlerin her ikisi de uygulama kolaylığı ve kısa çalışma süresi gerektiren mikrodalga enerjisi ile polimerize edilmiş ve bazı özellikler açısından test edilmişlerdir.

Deneylerimiz için referans alınan ADA standartlarına<sup>1</sup> göre sıcak akrilik rezinlerin su emilimi  $0.7 \text{ mg/cm}^2$ , çözünürlük değeri ise  $0.04 \text{ mg/cm}^2$ 'den büyük olmamalıdır. Phillips<sup>21</sup> aynı değerlerin  $0.8 \text{ mg/cm}^2$  ve  $0.04 \text{ mg/cm}^2$ 'den fazla olmaması gerektiğini ifade etmiştir. Araştırmamızda elde ettiğimiz değerler ADA standartları<sup>1</sup> ve Phillips'in<sup>21</sup> gösterdiği sınırlar içinde bulunmaktadır.

Su emilimi sonuçları açısından mikrodalga enerjisi ile polimerizasyonu sağlanan konvansiyonel akriliğe ait değerler, daha önce yapılan araştırma ile<sup>13</sup> ortaya konulmuş olan ısı ile polimerize edilmiş konvansiyonel akriliğe ait değerlerle kıyaslandığında, konvansiyonel akriliğin mikrodalga enerjisi ile polimerize edilmesinin bir farklılık yaratmadığı gözlenmiştir. Ancak konvansiyonel yöntemde oldukça yüksek bulunan sıcak akriliğin çözünürlük değeri mikrodalga enerjisi kullanıldığında literatürde<sup>1,21</sup> belirtilen maksimum limitin altına düşmüştür. Bu da suya geçen serbest monomer miktarının azalmasıyla açıklanabilir.<sup>4</sup>

Polimetil metakrilat rezinlerin mekanik özelliklerinden biri olan transvers bükülme, materyalin elastik deformasyonu ile ilgili bir olaydır. Materyale belirli bir yük uygulandığında oluşan bükülme ve yük kaldırıldığında elastik

deformasyona bağlı olarak eski haline dönmesi önemli bir özelliktir. ADA'ya<sup>1</sup> göre rutinde kullanılan rezinlerin transvers bükülme limitleri  $3500 \text{ gr.}$ 'lık yüklemeye maksimum  $2.5 \text{ mm.}$ ,  $5000 \text{ gr.}$ 'lık yüklemeye ise  $2-5.5 \text{ mm.}$  olmalıdır. Anderson'a<sup>2</sup> göre bu değerler  $1-1.8 \text{ mm.}$  ve  $4-5 \text{ mm.}$  olmalıdır. Bulgularımıza göre her iki yüklemeye elde ettiğimiz değerler yukarıda ifade edilen sınırları aşmamaktadır.

Nishii<sup>20</sup> mikrodalga enerjisi ile 9 dakikada polimerize ettiği akrilde aynı değerleri  $1.2 \text{ mm.}$  ve  $2.2 \text{ mm.}$ , olarak elde etmiştir ki, bulgularımız bu değerlerle de ayrıca uygunluk göstermektedir.

Transvers bükülme miktarının azalması, kırılmaya karşı dayanıklılığı arttırmaktadır.<sup>2,21</sup> Dolayısıyla mikrodalga enerjisi ile polimerize edilen her iki rezinde en az bükülmeyi gösteren mikrodalga rezinin diğer rezine göre daha dayanıklı bir materyal olduğu düşünülebilir.

Protez kullanımı esnasında karşılaşılan kırılmalar, genellikle yapıda oluşan yorulmaya bağlıdır.<sup>14</sup> Yorulma özelliği, materyale gelen yüke ve dolayısıyla materyalin iç yapısında oluşan eğilme gerilimine (bending stress) bağlı olup, gerilim azaldıkça yorulma ömrü artar.<sup>2,21</sup> Reziner uygulanan yükle orantılı olarak deforme olmazlar ve iç yapılarındaki akma ve gerilim rahatlaması nedeniyle daha dikkat isteyen bir çalışma gerektirirler.<sup>14,18</sup> Bu nedenle her ne kadar protez kaide rezinlerinin ağız ortamındaki ömrünün uzun olması istense de, hizmet ömrünün belirleyicisi olan yorulma dayanıklılığı konusunda oldukça az sayıda çalışma yapılmış olduğundan,<sup>14,26</sup> bu konuda fazla tartışma olanağı bulunmamıştır.

Bu teste ait sonuç değerlerimize göre konvansiyonel rezin özel mikrodalga akriliğine göre daha kısa sürede yorulmaya uğramış ve kırılmıştır.

Polimerizasyon olayı tam olmadığında, reaksiyon sonunda polimerleşmiş monomer moleküllerine "artık monomer" denir. Polimerizasyonun tamamlanıp artık monomerin olabileceğince azaltılması için, polimerleştirme fazı kontrol edilebilir olmalıdır.<sup>7,8</sup>

Konvansiyonel yöntemle polimerizasyonda artık monomer miktarının azaltılmasında polimerizasyon süresinin uzun, polimerizasyon sıcaklığının ise yüksek tutulması gerekmektedir.<sup>11,12</sup> Ancak mikrodalga yönteminde, mikrodalgalar doğrudan rezine ulaşmakta ve burada ısı oluşturmaktadırlar. Sıcaklığın artması ile birlikte moleküllerin hareket hızı artmakta ve böylece hızlı ve kontrollü bir polimerizasyon oluşmaktadır.<sup>7</sup>

Bu çalışmada mikrodalga enerjisi ile polimerize edilen her iki rezinden, mikrodalga rezinin artık monomer miktarı % 0.31, konvansiyonel rezinin ise % 0.95 olarak belirlenmiştir. Bu değerler birçok araştırmacının 3,5,9-12 bulgularına göre oldukça düşük değerlerdir. Daha önceki çalışmamızda konvansiyonel rezine ait % 0.102'lik artık monomer değeri aynı rezin için polimerizasyon yöntemi olarak mikrodalga enerjisi kullanıldığında azalmıştır.<sup>15</sup> Bu durum, mikrodalga yönteminde polimerizasyonun kısa sürede büyük bir hızla ve yüksek kalitede gerçekleşmesinin artık monomer miktarının azaltılmasında önemli bir etken olduğunu ortaya koymaktadır.

Birçok araştırmacıya göre, artık monomer miktarı azaldığında rezinin bükülebilirliği azalırken, transvers dayanıklılığı, sertliği ve yoğunluğunun arttığı ifade edilmektedir.<sup>11,12,24</sup> Rezine içinde artık monomer bir plastizer gibi hareket etmekte, fakat daha düşük gerilme dayanıklılığı sertlik ve yorulma dayanıklılığı elde edilmektedir. Bu etkiler artık monomer oranı % 4'den daha fazla ise belirginleşmektedir.<sup>11,12,22,24</sup>

Çalışmamızda en az artık monomer içeren rezin olarak saptadığımız mikrodalga rezinin transvers bükülme değeri azalırken, yorulma dayanıklılığı artmıştır.

## SONUÇ

1. Su emilimi ve çözünürlük açısından her iki rezin arasında önemli bir fark görülmemiştir.

2. Mikrodalga akriliğin transvers bükülme değerleri konvansiyonel rezine göre daha az bulunmuştur.

3. Mikrodalga enerjisi ile polimerizasyon sözkonusu olduğunda konvansiyonel rezine göre mikrodalga rezini daha yüksek yorulma dayanıklılığına sahiptir.

4. Artık monomer miktarlarına bakıldığında mikrodalga ile polimerize olan özel mikrodalga akrili, yine mikrodalga enerjisi ile polimerize edilen konvansiyonel rezinden daha az artık monomer içermektedir.

Tüm sonuçlar dikkate alındığında genel olarak mikrodalga enerjisi ile polimerizasyon yönteminin akrilik rezinlerin incelenen fiziksel özellikleri açısından olumlu etkilere neden olduğu görülmektedir. Ayrıca bu yöntem için hazırlanmış akrilik rezinin yanısıra, gerektiğinde konvansiyonel rezinin de bu yöntemle kullanılması mümkündür.

## KAYNAKLAR

1. American Dental Association (ADA). Guide to dental materials and devices. 6th ed. 1972-1973.
2. Anderson JN. Applied Dental materials. 5th ed. Blackwell Scientific Publications, London, 1976.
3. Austin AT, Basker RM. The level of residual monomer in acrylic denture base materials. Br Dent J 1980; 149(19): 281-6.
4. Craig RG, O'Brien WJ, Powers JM. Dental Materials: Properties and manipulation. 3th ed CV Mosby, Com, St Louis, London, 1983.
5. Craig RG. Restorative Dental Materials. 7th ed CV Mosby, St Louis, 1985: Chap 19.
6. Copson DA. Microwave Heating. AVL Publishing Westport-Connecticut, 1962.
7. De Clerck JP. Microwave polymerization of acrylic resins used in dental prostheses. J Prosthet Dent 1987; 57(5): 650-8.
8. De Clerck JP. Une nouvelle méthode de polymérisation des résines de méthacrylate de méthyl. Actualités Odonto-Stomatologiques 1988; 163: 473-98.
9. Honorez P, Catalan A, Angnes V, Grimonster J. The effect of three processing cycles on some physical and chemical properties of a heat-cured acrylic resin. J Prosthet Dent 1989; 61(4): 510-7.
10. Huggett R, Brooks SC, Bates JF. The effect of different curing cycles on levels of residual monomer in acrylic resin denture base materials. Quint Dent Tech 1984; 8(6): 365-71.
11. Jerolimov V, Huggett R, Brooks SC, Bates JF. The effect of variations in the polymer/monomer mixing ratios on residual monomer levels and flexural properties of denture base materials. Quint Dent Tech 1985; 9(7): 431-4.
12. Kılıpçılar B, Karaağaçlıoğlu L, Hasanreisioğlu U. Evaluation of the level of residual monomer in acrylic denture base materials having different polymerization properties. J Oral Rehabil 1991; 118: 399-401.
13. Karaağaçlıoğlu L, Keskin Y. Farklı protez kaide materyallerinin su emilimi ve çözünürlük özelliklerinin incelenmesi. A Ü Diş Hek Fak Derg (Baskıda).
14. Kelly E. Fatigue failure in denture base polymers. J Prosthet Dent 1969; 21(3): 257-66.
15. Keskin Y, Karaağaçlıoğlu L. Farklı yöntemlerle polimerize edilen akriliklerin artık monomer miktarı açısından değerlendirilmesi. A Ü Diş Hek Fak Derg (Baskıda).
16. Kimura H, Teraoka F, Ohnishi H, Saito T, Yato M. Applications of microwave for dental technique (Part 1). -Dough- forming and curing of acrylic resin-. J Osaka Univ Dent Sch 1983; 23: 43-9.

17. Kimura H, Teraoka F, Saito T. Applications of microwave for dental technique (Part 2). Adaptability of cured acrylic resins. J Osaka Üniv Dent Sch 1984; 24: 21-9.
18. Leinfelder KF, Lemons JE. Clinical restorative materials and techniques. LEA and Febiger, Philadelphia 1988.
19. Levin B, Sanders JL, Reitz PV. The use of microwave energy for processing acrylic resins. J Prosthet Dent 1989; 61(3): 381-3.
20. 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.
21. Phillips RW. Skinner's Science of Dental Materials. 9th ed WB Saunders Com, Philadelphia 1991; Chap 12.
22. Polyzois GL, Zissis AJ, Demetriou PP, Kopsiaftis KP. Effects of curing cycle and denture base shape on the degree of cure of acrylic resin denture bases. Quint Dent Tech 1985; 9(1): 11-3.
23. Sanders JL, Levin B, Reitz PV. Porosity in denture acrylic resins cured by microwave energy. Quint Int 1987; 18(7): 453-6.
24. Shlosberg SR, Goodacre CJ, Munoz CA, Moore KB, Schnell RJ. Microwave energy polymerization of poly (methyl methacrylate) denture base resin. Int J Prosthodont 1989; 2(5): 453-8.
25. Takamata T, Setcos JC, Phillips RW, Boone ME. Adaptation of acrylic resin dentures as influenced by activation mode of polymerization. J Am Dent Assoc 1989; 119: 271-6.
26. Türköz Y, Karaağaçlıoğlu L, Bilir ÖG. Muhtelif protetik kuvvetlendiricilerin akriliklerde yorulma özellikleri üzerindeki etkileri. A Ü Diş Hek Fak Derg 1989; 16(1): 7-11.

**Yazışma Adresi** \_\_\_\_\_:

**Prof.Dr. Lale KARAAĞAÇLIOĞLU**  
Ankara Üniversitesi  
Dişhekimliği Fakültesi  
Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı  
Beşevler-ANKARA  
Telf: 212 62 50/301