

TAM PROTEZLERİN YAPIMINDA KULLANILAN AKRİLİK REZİNLERİ GÜÇLENDİRME YÖNTEMLERİ

REINFORCING METHODS OF THE ACRYLIC RESINS USED FOR THE FABRICATION OF COMPLETE DENTURES

Dr. Rukiye KAPLAN*

Dr. T. Burak ÖZÇELİK**

Prof. Dr. Ayhan GÜRBÜZ***

ÖZET

Tam protezlerin yapımında yaklaşık olarak 70 yıldır polimetil metakrilat esaslı akrilik rezinler kullanılmaktadır.

Protez kaide materyali olarak kullanılan akrilik rezinlerin estetik, yüzey düzgünlüğü, düşük su emilimi ve uygun fiyat gibi pek çok avantajları olmakla birlikte mekanik özelliklerinin düşük olması en önemli dezavantajlarıdır. Kaide rezinlerinin mekanik özelliklerinin yetersizliği, hareketli protez kullanan hastalarda protez kırılması şikayetine sıklıkla neden olabilir. Bu durumun giderilmesi için günümüze kadar pek çok materyal ve yöntem geliştirilerek daha verimli restorasyonlar yapılmaya çalışılmaktadır.

Protez kaidelerinin güçlendirilmesi amacıyla, alüminyum ve çelik kaide plakları, paslanmaz çelik tel, kafes ve ızgaraların kullanımı, metal toz ve partiküllerin akrilik rezinlere ilave edilmesi, polietilen, cam, karbon/grafit veya aramid gibi fiber sistemlerinin değişik oranlarda ve formlarda kullanılması, ayrıca çapraz bağlantı ajanlarının ve kopolimerlerin rezinlere ilave edilmeleri gibi çeşitli adımlar atılmıştır.

Bu çalışmanın amacı, akrilik rezin protez kaide rezinlerinin mekanik özelliklerini artırmaya yönelik olarak yapılan çalışmalar, kullanılan materyaller ve bunların etkilerinin değerlendirilmesidir.

Anahtar kelimeler: Polimetil metakrilat, Dişhekimliğinde fiberler, Güçlendirme yöntemleri.

SUMMARY

Polymethyl metacrylate containing acrylic resins are used for over 70 years in fabricating complete dentures.

Though esthetics, low water absorption and surface smoothness are advantages of acrylic resins as denture base material, low mechanical properties are their main disadvantage. Due to insufficient mechanical properties, patients wearing removable often complain about denture fracture. Many materials and methods are developed to overcome this problem and tried to make restoration to serve better.

Aluminum and steel plates, using stainless steel wire and lattice, adding metallic powder and particles into acrylic resin, using fiber polyethylene, glass, carbon or graphite with various quantity and forms, adding cross linked bonding agent and copolymers into resin are the attempts to strengthen denture bases.

The aim of this study is to evaluate the methods and materials used to reinforce denture base resins, and their effectiveness as well.

Key Words: Polymethyl metacrylate, Fiber in dentistry, Reinforcement methods

Tam protezlerin yapımında yaklaşık olarak 70 yıldır polimetil metakrilat (PMMA) esaslı akrilik rezinler kullanılmaktadır.¹⁻³

Kaide rezinleri genellikle iyi bir estetik, kabul edilebilir boyutsal stabilite, düşük su emilimi ve suda çözünürlük göstermesiyle birlikte yapım ve laboratuvar işlemlerinin kolay olması gibi pek çok avantaja sahiptir.^{4,5}

Ancak çarpma dayanıklılığı, yorulma direnci ve transvers dayanıklılık gibi mekanik özelliklerinin zayıf olması önemli dezavantajları arasındadır.⁶ Bu zayıf özellikler nedeniyle tam protezlerde meydana gelen kırılmaları önlemek için pek çok araştırma yapılmıştır.^{5,6}

Tam ve overdenture protezlerde kaide kırılmalarına neden olan temelde iki tip kuvvet mevcut olup, bunlar çarpma ve yorulma kuvvetleridir.⁷⁻⁹

* Ağız ve Diş Sağlığı Merkezi, Diyarbakır.

** Başkent Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı, Ankara.

*** Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı, Ankara.

Yorulma, çiğneme sırasında çok sayıda tekrarlayan düşük yoğunlukla kuvvetlerin etkisiyle oluşur ve protezlerin yoğun gerilime maruz olan bölgelerinde mikro çatlaklar meydana gelir. Eğer bu kuvvetlerin yoğunluğu ve etkisi sürekli olursa protez kaidelerinin zayıflamasına neden olur. Böylece tam protez kullanan hasta yumuşak bir gıda yerken veya su içerken ani çok küçük bir harekette protezin kırılmasından şikayet eder.

Akrilik rezin protez kaideleri bir yılda yaklaşık olarak 500.000 eğilmeye maruz kalmaktadır. Buna bağlı olarak da protezlerde deformasyonlar ve kırılmalar meydana gelir. Genellikle üst çene tam protezlerde orta hat boyunca görülen kırılmalara yorulma kuvvetleri neden olmaktadır.^{3,9,10}

Tam protezlerinin kırılmasına yol açan diğer kuvvetler çarpma kuvvetleridir. Özellikle protezleri temizlerken sert zemin üzerine düşürülmesi veya hapşırma, aksırma ve öksürme gibi ani hareketler sırasında ağızdan fırlayarak düşmesi sonucu kırılmalar olabilir.¹¹

Tam, bölümlü ve overdenture gibi akrilik rezin kaide plağına sahip protezlerin kırılmasında etkili olan predispozan faktörler şunlardır;

- Kaide plağının deformasyonu,^{11,12}
- Kaide plağı ile destek doku uyumsuzluğu,¹²
- Yetersiz rölyef yapılması,
- Yapay diş aşınmaları,
- Tekrarlanan protez tamirleri.¹⁰

Protez kaide materyallerinin özelliklerini artırma-ya yönelik olarak son 30 yıl içinde oldukça fazla çalışma yapılmıştır. Bu çalışmalar sonucunda bir çok yeni yöntem ve materyal geliştirilmiştir. Bunlar; PMMA esaslı akrilik rezinlere alternatif materyaller, akrilik rezinlerin kimyasal modifikasyonu, metallerin ilave edilmesi ve farklı fiber sistemlerinin ilave edilmesidir.^{11,12}

Akrilik rezinlere alternatif materyaller:

Akrilik rezinlerin mekanik özelliklerinin yetersiz olması nedeniyle protez kaide yapımında farklı materyaller geliştirilmiştir.

Poliamid, epoksi rezin, polikarbonat, kopolimerler, naylon, vinil akrilik ve polistiren bu amaçla üretilmiş olan kaide materyalleridir.¹³

Bunlardan polisitiren; ısı ile yumuşatılarak enjeksiyon yöntemi kullanılarak basınçla mufla içerisinde gönderilir. Dokuya daha uyumlu protez kaide plağı yapmak için ısı ile kolayca yumuşatılıp direk olarak muflaya yerleştirilen polisitiren levhalar şeklinde de kullanıma sunulmuştur.^{3,13}

Vinil kopolimer rezinlerde PMMA yerine bir vinil klorür veya vinil asetat kopolimeri kullanılır. Vinil kopolimeri metil metakrilat monomer ile doyurularak plastik jel haline getirilir ve oluşan bu jel muflaya konularak ısı ile polimerleştirilir. Elde edilen rezin PMMA ile vinil kopolimer karışımı olup mekanik özellikleri ideal olmaktan uzaktır.¹³

Akrilik rezinlerin kimyasal modifikasyonu:

Şeffaf PMMA rezinlerin lastik ile güçlendirilmiş şeklinde elde edilip üretimi oldukça önemlidir. Lastik ilave edilmesiyle akrilik polimer matriks ile lastik faz arasında bir ağ bağlantısı oluşur ki bu şekilde elde edilen rezinlere yüksek dayanımlı (high impact arclik resin) rezinler denir. Bunlar standart rezinlere oranla daha fazla enerji absorbe ettikleri için kırılmaya karşı oldukça yüksek direnç gösterirler.^{6,14}

Lastik fazı oluşturan bütadien stiren düşük molekül ağırlığına sahip olup (15-35 000 birim) ağırlıkça %30 oranında metil metakrilat monomere ilave edilir.

Bütadien stiren reaktif akrilat grupları içermekte ve böylece akrilik rezin ile kimyasal bağlantı sağlanmaktadır. Bu şekilde üretilen akrilik rezinler bugüne kadar geliştirilen en başarılı ve en çok kabul gören rezinler olarak konvansiyonel akrilik rezinlere alternatif oluşturmaktadır. Fakat bunların maliyeti çok yüksek olduğu için rutin klinik kullanımları sınırlı kalmaktadır.^{6,14}

Akrilik rezinlere metallerin ilavesi:

Akrilik rezinlere alüminyum ve çelik kaide plakları, paslanmaz çelik tel, ızgara ve kafes yapımı, metal partiküllerinin ilave edilmesi ile tam protez kaidelerinin kırılmaya karşı direnci artırılmaya çalışılmıştır.¹⁵ Alt çene tam protez kaide plağında vityum kullanımı ile kırığa karşı iyi sonuçlar alınmıştır.¹⁶

Metallerle yüksek oranda güçlendirme elde etmek için bunların kaide plağındaki gerilim bölgelerine ve kırık hatlarına dik yerleştirmeleri gerekmektedir. Ayrıca metalin kalınlığının da bükülmeye dirençli olacak şekilde belli oranda olması gerekir. Çok ince krom-nikel paslanmaz çelik tel kullanımının metallerde güçlendirmeden ziyade kaide plaklarında kırılmalara neden oldukları görülmüştür.¹⁷

Gümüş, bakır ve alüminyum metal partiküllerinin farklı oranlarda karıştırılarak akrilik tam protez kaidelerine ilave edilmeleriyle kaidenin basma direnci ve transvers dayanıklılığında artma olduğu rapor edilmiştir.¹⁸

Akrilik rezin ile metallerin bağlantısının yüksek olmasını sağlamak için son yıllarda metal adeviz rezinler geliştirilmiştir. Alüminyum oksit kumla muamele edilerek matriks arasındaki bağlantıyı artıran ve ince bir film tabakası oluşturan silan bazlı kimyasal maddeler bu amaçla kullanıma sunulmuştur.¹⁹

Metallerin çeşitli formlarda akrilik kaide materyallerine ilave edilmesiyle elde edilen güçlendirme etkisinin sınırlı olduğunu bildiren bazı araştırmacılar metallerin yabancı cisim etkisi oluşturarak tam protezlerin dayanıklılığını azalttığını bildirmişlerdir.^{15,19}

Akrilik rezinlere fiberlerin ilavesi:

Akrilik tam protez kaide materyallerine fiberlerin ilavesiyle oluşan polimer kompozit maddelerin kullanımına yönelik çalışmalar son 30 yıl içinde giderek artmıştır.²⁰⁻²²

Fiber ile güçlendirilmiş akrilik rezinlerin direncini etkileyen faktörler; Fiber tipi, fiber formu, miktarı, polimer matriks ile fiber bağlantısı ve her bir fiber yüzeyinin polimer matriks ile temas etmesidir.^{23,24}

Konuyla ilgili literatüre bakıldığında şekil bakımından kullanımda: Sürekli paralel tek yönlü fiberler (continuous unidirectional fibers), 4-6 mm uzunluğunda kesilerek elde edilen fiberler (chopped fibers) ve örgülü yapıda dokuma formundaki fiberler (woven fibers) arasında farklı sonuçlar elde edildiği görülmektedir.²⁵

Sürekli paralel fiberler sadece tek yönde direnç sağlarlar. Bunlar 1000-200.000 arasında fiber demetinden oluşur.²⁶

Dokuma formunda ilave edilen fiberler rezin polimerin dayanıklılığını hem transversal hemde vertikal olmak üzere iki yönde artırır.^{26,27}

Kısa kesilmiş fiberler polimer matriks içerisine rastgele ilave edilirler. Bu tip fiber ilavesinde en önemli dezavantaj fiberlerin polimer içinde homojen dağılması ve belli bölgelerde yığılması ayrıca tam protezlerde yüzeylerde fiber uçlarının ortaya çıkması dolayısıyla protezin tesviye ve polisajının zor olmasıdır.²⁷

Ayrıca yüzeyde beliren fiber uçları doku irritasyonlarına veya allerjik reaksiyonlara da neden olabilir.²⁶⁻²⁸

Fiber ile polimer matriks arasında yeterli adezyon olması akrilik rezinin dayanıklılığın artırılmasında önemli faktörlerden birisidir. Bunu sağlamak için silan kaplama ajanları, fiber yüzeylerinin pöröz polimerler ile doyurulması, fiber yüzeylerine asit etching veya gaz-plazma uygulanması yapılmaktadır.²⁷

Silan kaplama ajanlarının cam fiberlerde kullanılmasıyla cam fiber-polimer matriks arasındaki adezyonun daha yüksek olduğu bildirilmektedir. Cam fiberler silika yapısındadır ve silika yüzey ile silan materyalindeki silanol grupları arasındaki kondansasyon reaksiyonu oluşarak siloksan köprü meydana gelir. Ayrıca polimer matriks üzerindeki mikroboşluklara silan adsorpsiyonu ile de fiber-rezin bağlantısı artmaktadır.²⁸ Akrilik rezin-fiber bağlantısının da diğer önemli bir faktör de her bir fiber yüzeyinin polimer matriks ile temasta olmasıdır. Polimer ile temas etmeyen fiber yüzeylerinde mikroboşluklar oluşur bu da fiber-polimer matriks yapısını bozarak su emilimini artırır. Dolayısıyla bağlantı dayanıklılığı ve bitmiş protezin direnci de düşer.^{27,28}

Akrilik rezinlerin mekanik özelliklerini artırmak için safir ve suni ipek iplikleri, yüksek dayanımlı propilen, PMMA, seramik, alüminyum, silika, cam, polietilen, aramid ve karbon fiberler kullanılmıştır.

Özellikle karbon, aramid, cam ve polietilen fiberlerin akrilik rezinlere ilave edilerek kullanılmalarıyla ilgili pek çok araştırma yapılmıştır.²⁶⁻²⁸

Aramid fiberler:

Sentetik olarak üretilen -Co-NH grupları ile aromatik karbon halkalarının kimyasal bağlantısından oluşan organik bir bileşiktir. Çekme direnci 104 MPa, elastik modülüs değeri 50-130 Gpa ve yoğunluğu 1.4gr / cm³ olan aramid fiber mekanik özellikleri yüksek ve toksik özellik göstermeyen materyallerdir.

Sanayide yoğun olarak kullanılan bu fiberlerin diş hekimliğinde akrilik rezinlere ilave edilmeleriyle ilgili araştırmalar bulunmaktadır. Bu fiberler sarı renkte oldukları için estetik sakınca yaratmayacak şekilde üst çene tam protezlerin palatal ve posterior bölgeleri ile alt çene tam protezlerin lingual kısımlarında olmalıdır.²⁹

Sürekli paralel aramid fiberin (Kevlar) akrilik rezinin yorulma direnci ile dayanıklılığını artırdığı bildirilmektedir. Ağırlıkça %20 oranında aramid fiberin akrilik rezine ilavesiyle dayanıklılığın %200 oranında arttığı ifade edilmiştir.²⁹

Ağırlıkça %17 oranındaki Kevlar aramid fiberin protez akriliğinin çekme direncini 41 MPa'dan 109.6 MPa değerine yükselttiği belirtilmektedir.²⁹

Konvansiyonel ısı ile polimerize olan akrilik rezine %0.5-1-2 oranlarında sürekli paralel Kevlar aramid fiber ilave edilmesiyle çarpma direnci bütün fiberli gruplarda kontrol grubundan yüksek olduğu, özellikle %2 fiber ilave edilmiş akrilik rezinlerde direncin daha üstün olduğu tespit edilmiştir. Bu tip sürekli paralel

fiberlerin protezin kırılması durumunda kırık parçalarının ayrılmasını önleyerek fonksiyonel bakımdan tam protezlerde kullanılmaları önerilmiştir.³⁰

Karbon Fiberler:

Karbon fiber ilk olarak 19.yüzyılın sonlarına doğru Edrson tarafından bambu çubuklarının karbonizasyonu ile elde edilmiş organik yapıdır.¹¹

Sentetik olarak da poliakrilonitrilden (PAN) elde edilir.³¹

Karbon fiber düşük ağırlıklı %1-2'lik uzama düzeyine sahip, ısıya dayanıklı, yoğunluğu 1.8g/cm³ yüksek çekme dayanıklılığı (1373-3432 MPa) ve yüksek elastik modülüs (250 GPa) değerlerine sahiptir. Alerjik, sitotoksik ve karsinojenik etkisinin olmadığı belirtilmektedir.³¹

1971 yılında ilk kez Schreiber tarafından akrilik rezinleri güçlendirmek amacıyla kullanılan karbon fiberlerin çarpma dayanıklılığını %50 oranında artırdığı belirtilmiştir.^{31,32}

Sürekli paralel ve dokuma formundaki karbon fiberlerin akrilik kaide rezinin transvers dayanıklılığına etkisinin incelendiği bir araştırmada tek yönlü paralel fiberlerin dayanıklılığa katkılarının yüksek olduğu belirtilmiştir.³¹

Karbon fiberlerde tıpkı aramid fiberler gibi estetik değildir. Siyah renkte olduğu için protezlerin posterior ve lingual kısımlarında kullanılmaları olabilir.³²

Günümüzde karbon ve aramid fiberler artan estetik beklentilerden dolayı tam protezlerin dayanıklılığının artırılmasında hemen hemen hiç kullanılmamaktadırlar.

Üst tam protezlerinin sık sık kırılmasından şikayetçi olan 28 hastaya karbon fiber takviyeli akrilik tam protezler yapılmıştır. Böylece güçlendirilen protezlerin ortalama kullanım sürelerinin iki kat arttığı belirtilmiştir.³³

Cam fiberler:

Temel yapısı silis-kum olan cam fiberler; az miktarda sodyum, kalsiyum, alüminyum, bor ve demir gibi element oksitleri içermekte olup polimer esaslı akrilik rezinlerde yaygın olarak kullanılan beyaz renkte, oldukça estetik ve ucuz bir güçlendirme metaryelidir.³⁴

Yapısındaki silis atomları üç boyutlu polihedra ağını oluşturmak için oksijen atomlarına kovalent bağlarla bağlıdır.³⁴

Yoğunluğu 2.54 g / cm³, elastik modülüs değeri 73 GPa, çekme direnci 3400 MPa ve kırılma anındaki uzama miktarı %2.8 dir. Sitotoksik ve karsinojenik olmayan fiberlerde elektrik iletkenliği yüksektir.^{34,35}

Cam fiberlerin kullanımında dikkat edilmesi gereken nokta çıplak el ile tutulduğu zaman deri irritasyonlarının ve alerjinin görülmesidir.³⁶ Tam protez kaidelerinin dış yüzeylerinde ortaya çıkması ile mukoza irritasyonlarına neden olabilir.^{36,37}

Cam fiberlerin diş hekimliği uygulamalarında kullanılmaları özellikle son yıllarda popüler hale gelmiştir.³⁷ Bu amaç için üretilen sürekli paralel (Stick, Stick Tech, Findland) ve dokuma formundaki fiberlerin (Stick-Net Turku, Finland) yüzeyi silanlanarak pöröz polimer ile önceden doyurularak akrilik rezinler ile adezyonu artırılmaya çalışılmıştır.

Bu avantajları nedeniyle son yıllarda cam fiberler protez dışında diş hekimliğinin diğer bölümlerinde de kullanılmaya başlanmıştır.^{37,38}

Sürekli paralel cam fiberlere silan uygulanarak ağırlıkça %58 oranında akrilik rezinlere ilave edildiği zaman transvers dayanıklılık %145 oranında artmıştır.³⁹

Yüzey modifikasyonu yapılmayan ve %1 oranında ilave edilen sürekli paralel cam fiberler ise rezin dayanıklılığını %25 oranında artırmıştır.³⁹

2 mm uzunlukta kesilerek protez kaide rezinine %1-2-5-10 ve 15 oranlarında ilave edilen cam fiberlerin güçlendirme etkisi incelenmiştir. Sonuçta rezinin transvers dayanıklılığı 76 KPa değerinden %1 cam fiber içeren grupta 90 KPa değerine yükseldiği ve %15 oranında ise en düşük dayanıklılık değeri elde edilmiştir.⁴⁰

Polietilen Fiberler:

Polietilen; doğal polimer yapısında (-CH₂=CH₂)_n formülü ile etilen polimerdir. Çok yüksek molekül ağırlığına sahip polietilen fiber kristalin, dayanıklı, biy uyumlu, inert, kırılma olmayan ve translusent materyallerdir. Yoğunluğu 0.99 g/cm³ olup oldukça hafiftir.^{41,42}

Polietilen fiberin akrilik rezin ile adezyonunu artırmak için fiber yüzeyine kromik asit, silan veya gaz-plazma uygulamaları yapılmaktadır. Diş hekimliği uygulamalarında kullanılmak üzere üretilen Ribbond plazma uygulanmış çapraz bağlı kilit örgü (cross link lero-stitch) özel formu ile şeritler halinde 1-2-4-10 mm eninde üretilmektedir. Çok yüksek molekül ağırlıklı (ultra-high molecular weight) polietilen fiber yapısından olan Ribbond 4 ve 10 mm olan formları protez kaidelerini güçlendirmek amacıyla üretilmiştir.^{21,43,44}

Ayrıca dokuma formunda hazırlanıp yüzeyi soğuk gaz-plazma uygulamasıyla modifiye edilmiş Dyneema polietilen fiberler (Holland), Spectra sistem

(USA) and Connect (USA) gibi polietilen fiber sistemleri bulunmaktadır.⁴⁵

Ribbon fiber; elastik modülüsü 171 GPa, çekme direnci 3.0 GPa, erime sıcaklığı 147°C ve çelikten 10 kat daha dirençli bir materyaldir.⁴⁵

Sürekli paralel formdaki cam, karbon ve aramid fiberlerin akrilik rezinin kırılma direncine etkilerinin incelenmesinde; ağırlıkça %7.39 cam fiber %2.08 karbon ve %2.3 aramid fiber silan uygulanarak ve silansız olarak rezine ilave edilmiştir. Sonuçta silanize cam fiberler akriliğin direncini önemli düzeyde artırdığı karbon fiberlerde silan etkisinin olmadığı, aramid fiberlerde de direncin belirgin olarak arttığı gözlenmiştir.¹⁹

Isı ile polimerize olan akrilik rezinin transvers dayanıklılığı 76 MPa değerine yükselmiştir. Dokuma cam fiber ilavesinde ise (Stick-Net) 99 MPa olduğu tespit edilmiştir.⁴⁶

Sürekli paralel polietilen fiberin ışık ile polimerize olan (Triad, Dentsply) rezine ilavesinde transvers dayanıklılık 49.9 MPa'dan 73.8 MPa değerine yükselmiştir.⁴⁷

Vallittu protez kaide akriliğinin transvers dayanıklılığına Ribbon polietilen fiberin etkisini incelediği çalışmasının sonucunda, fiber ilavesiyle akrilik rezinin dayanıklılığının orta derecede arttığını ve tek tabaka fiber ilavesinde ise 124.7 MPa değerine yükseldiğini belirtmiştir.⁴⁴

Sonuç olarak, Protetik diş tedavilerinin önemli bir kısmını tam ve bölümlü hareketli protezler oluşturmaktadır. Bu tip protezleri kullanan hastalar genellikle yaşlı ve biyolojik potansiyelleri zayıf olan kişilerdir. Bu koşullar göz önüne alındığı zaman dayanıklı, sağlam, boyutsal stabilitesi iyi, düştüğünde kolay kırılmayan, çok uzun süre hiçbir rahatsızlık ve sorun çıkarmadan kullanılacak protezlerin yapılması zorunlu hale gelmektedir.

Bunu başarmak için yeni geliştirilen ve daha iyi sonuçlar veren yöntem ve materyallerin bilinerek klinikte hastaların yararına kullanılması gerekmektedir.

KAYNAKLAR

1. O' Brien WJ: *Dental Materials: Properties and selection*. 2nd ed. Chicago, Illinois. Quintessence publishing Co.Inc. 1989: 79-89.
2. Zaimoğlu A, Can G, Ersoy AE, Aksu L: *Diş hekimliğinde maddeler bilgisi*. 17. baskı. A.Ü. Diş Hekimliği Fakültesi Yayınları. No:17 Ankara, 1993; 183-223.
3. Kaplan R. *Isı ve mikrodalga enerjisi ile polimerize olan akrilik kaide rezinlerine dental fiber sistemlerinin etkilerinin in-vitro olarak değerlendirilmesi*. A.Ü. Sağlık Bilimleri Enstitüsü. Doktora Tezi. Ankara, 2002.
4. Vallittu P.K: *A review of methods used to reinforced denture base resins*. *J Prosthodontics* 1995; 4(3): 183-87.
5. Vallittu P.K: *A review of fiber reinforced denture base resins*. *J Prosthodontics* 1996; 5(4): 270-76.
6. Kim SH, Watts DC: *The effect of reinforcement with woven E-glass fibers on the impact strenght of complete dentures fabricated with-high-impact aciyliğ resin*. *J Prosthet Dent* 2004; 91: 274-80.
7. Rodfort RA: *Further development and evaluation of high impact-strength denture base materials*. *J Dent* 1990; 18: 151-57.
8. Zappini G, Kammann A, Wachter W: *Comparison of fracture tests of denture base materials*. *J. Prosthet Dent* 1985; 53:670-73.
9. Morris JC, Khan Z, Von Fraunhofer JA: *Palatal and the flexural strenght of maxillary denture bases*. *J Prosthet Dent* 1985; 53:5670-73.
10. Jagger DC, Harrison A, Jandt KD: *The reinforcement of dentures*. *J Oral Rehabil* 1999; 26:185-194.
11. Jagger D, Harrison A: *The fractured denture solving the problem. An uptade for general dental pratice*. *Piimary Dental Crare*. 1998:5:159-162.
12. Vallittu PK: *Comprassion of two different silane compounds used for improving adhesion between fibres and acrylic denture base material*. *J Oral Rehabil*. 1993 a: 20: 533-39.
13. Rawl Hr, Star J, Kasten FH, Murray M, Smid J, Cabasso I: *Radiopaque acrylic resins containing miscible heavy-metal compounds*. *Dent Mater* 1990; 6: 250-55.
14. Rodfort RA. *Further development and evaluation of high-impact strength denture base materials*. *J Dent* 1990: 137: 532-36.
15. Ruffino AR: *Effect of stainless steel strengtheners on fracture resistance of the arcylic resin complete denture base*. *J Prosthet Dent* 1985: 54: 75-8.
16. Berry HH, Funk OJ: *Vitallium strengthener to prevent lower denture breakage*. *J Prosthet Dent* 1971: 137: 532-36.
17. Vallittu PK, Lassila VP: *Effect of metal strengtheners surface roughness on fracture resistance of acrylic denture base material*. *J Oral Rehabil* 1992: 19: 385-91.

18. Sehajpal SB, Sood VK: Effect of fillers on some physical properties of acrylic resin. *J Prosthet Dent* 1989; 61: 746-51.
19. Vallittu PK: Effect of some properties of metal strengtheners on the fracture resistance of acrylic denture base material. *J Oral Rehabil* 1993; 20: 241-48.
20. Narva KK, Lassila LV, Vallittu PK: The static strength and modulus of fiber reinforced denture base polymer. *Dent Mater* 2005; 21: 421-28.
21. Rudo DN: Ribbond, Bondable reinforcement ribbon. Erişim: <http://www.ribbon.com/newhome.htm>. Erişim tarihi: 2005.
22. Memon MB, Yunus N, Razak AAA: Some mechanical properties of a highly cross-linked microwave-polymerized, injection-molded denture base polymer. *Int J Prosthodont* 2001; 14:214-18.
23. Dyer SR, Lassila LVJ, Jokinen M, Vallittu PK: Effect of fiber position and orientation on fracture load of fiber-reinforced composite. *Dent Mater* 2004; 20: 947-55.
24. 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* 2004; 91: 274-80.
25. Ellakwa AE, Shoital AC, Marquis PM: Influence of fiber type and wetting agent on the flexural properties of an indirect fiber reinforced composite. *J Prosthet Dent* 2002; 88: 485-90.
26. Ladizesky NH, Chow TW: Reinforcement of complete denture bases with continuous high performance polyethylene fibers. *J Prosthet Dent* 1992; 68: 934-39.
27. Ladizesky. NH, Chow TW, Cheng YY: Denture base reinforcement using woven polyethylene fiber. *Int J. Prosthodontic* 1994; 7: 307-14.
28. Vallittu PK: Comparison of in-vitro fatigue resistance of acrylic resin partial denture reinforced with continuous glass fibres or metal wire. *J Prosthodont* 1996; 5: 115-21.
29. Galan D, Lynch E: The effect of reinforcing fibres in denture acrylics. *J Irish Dent Assoc.* 1990; 30: 109-113.
30. Berrong IM, Weed RM, Young JM: Fracture resistance of Kevlar reinforced poly methyl (methacrylate) resin: A primarily study. *Int J Prosthodont* 1990; 3: 391-95.
31. Yazdanie N, Mahood M: Carbon fiber acrylic resin composite: An investigation trasverse strenght *J Prosthet Dent* 1985; 54: 543-47.
32. Schreiber CK: Polymethyl methacrylate reinforced with carbon fibres. *Br Dent J* 1971; 130: 29-30.
33. Bowman AJ, Manley TR: The elimination of biekages in upper dentures by reinforcement with carbon fibre. *Br Dent J.* 1984; 156: 87-9.
34. Vallittu PK: Some aspects of the tensile strenght of unidirectional glass fibre polymethyl methacrylate composite used in dentures. *J Oral Rehabil* 1998; 25: 100-5.
35. Goldberg JA, Burstone CJ: The use of contionous fiber reinforcement in Dentistry. *Dent Mater* 1992; 8: 197-202.
36. Mutlu Ö, Breuklander MH, Vallittu PK: The effect of box prepatation on the strength of glass fiber-reinforced composite inlay retained fixed partial dentures. *J Prosthet Dent* 2005; 93: 337-45.
37. Vallittu PK: Glass fibers. Erişim: <http://www.sticktech.com>. Erişim tarihi: 2005.
38. Narva KK, Vallittu PK, Helenius H, Urpa AY: cilinical survey of acrlic resin removable denture repairs with glass-fiber reinforcement. *Int J Prosthodont* 2001; 14; 219-24.
39. Vallittu PK: Acrylic resin fibre composite. Part II: The effect of polyinerization shrinkage of polymethyl methaciylate applied to fibre roving on transverse strenght. *J Prosthet Dent* 1994; 71: 613-17.
40. Stipho HD: Effect of glass reinforcement on some mechanical properties of outopolymerizing polymethyl methacrylate *J Prosthet Dent* 1998; 79: 580-84.
41. Ladizesky NH, Pang MKM, Chow TW, Waid IM: Acrylic resins reinforced with woven highly drawn linear polyethylene fibres 3 Mechanical properties and futher aspects of denture construction. *Aust Dent J* 1993; 38: 1: 28-38.
42. Braden M, Davy KWM, Parker S, Ladizesky NH, Ward IM: Denture base polymethyl methaciylate reinforced with ultra-high modulus polyethylene fibres. *Br Dent J* 1988; 164: 109-13.
43. Gutteridge DL: Reinforcement of polymethyl methacrylate with ultra-high modulus polyethylene fibre. *J Dent* 1992; 20: 50-4.

44. Vallittu PK: *Ultra-high modulus polyethylene ribbon as reinforcement for denture polymethyl methacrylate: A short communication. Dent Mater 1997; 13: 381-82.*
45. Rudo DN, Karbhari VM: *Physical behaviours of fiber reinforcement as applied to tooth stabilization. Dent Clin North Am 1999; 43: 10-35.*
46. Vallittu PK: *Flexural properties of acrylic resin polymers reinforcement with unidirectional and woven glass fibers. J Prosthet Dent 1999; 81: 318-26.*
47. Dixon DL, Breeding LC: *The transverse strength of three denture base resins reinforced with polyethylene fibres. J prosthet Dent 1992; 67: 417-19.*

Yazışma Adresi:

Tuncer Burak Özçelik

Başkent Üniversitesi Adana Uygulama ve
Araştırma Merkezi Hastanesi Diş Polikliniği
Dadaloğlu mah. 39. Sok. No: 6 01260
Yüreğir-Adana

Telefon Numarası: 0 322 327 27 27

Fax: 0 312 215 29 62

E-Mail: tbozcelik@yahoo.com