

Yazışma Adresi  
Correspondence Address

**Faik TUĞUT**  
Sivas Cumhuriyet Üniversitesi,  
Diş Hekimliği Fakültesi,  
Protetik Diş Tedavisi AD.,  
Sivas,Türkiye  
tugut78@hotmail.com

**Geliş Tarihi** : 22 Temmuz 2022  
Received

**Kabul Tarihi** : 25 Kasım 2022  
Accepted

**E Yayın Tarihi** : 24 Şubat 2023  
Online published

**Bu makalede yapılacak atf**  
Cite this article as

**Tuğut F, Göze Saygın A, Yılmaz O.**  
Farklı güç seviyelerinde thulium  
fiber lazer uygulanan protez kaide  
maddesi ile yumuşak astar  
materyali arasındaki bağlantının  
değerlendirilmesi: pilot çalışma  
**Akd Diş Hek D 2023; 2(1): 9-13**

**Faik TUĞUT**  
Sivas Cumhuriyet Üniversitesi,  
Diş Hekimliği Fakültesi,  
Protetik Diş Tedavisi AD.,  
Sivas,Türkiye  
**ORCID ID:** 0000-0002-6323-407X

**Ayşegül GÖZE SAYGIN**  
Sivas Cumhuriyet Üniversitesi,  
Diş Hekimliği Fakültesi,  
Protetik Diş Tedavisi AD.,  
Sivas,Türkiye  
**ORCID ID:** 0000-0003-2826-5011

**Oğuzhan YILMAZ**  
Sivas Cumhuriyet Üniversitesi,  
Diş Hekimliği Fakültesi,  
Protetik Diş Tedavisi AD.,  
Sivas,Türkiye  
**ORCID ID:** 0000-0002-6414-3647

# Farklı Güç Seviyelerinde Thulium Fiber Lazer Uygulanan Protez Kaide Maddesi ile Yumuşak Astar Materyali Arasındaki Bağlantının Değerlendirilmesi: Pilot Çalışma

## Evaluation of Tensile Bond Strength Between the Thulium Fiber Laser Applied Denture Base Material and the Soft Lining Material at Different Power Levels: A Pilot Study

### ÖZ

#### Amaç:

Farklı güçteki thulium lazer uygulamasının silikon esaslı yumuşak astar materyali ile akrilik rezinin bağlanma dayanımı üzerindeki etkinliğini değerlendirmektir.

#### Gereç ve Yöntemler:

Yüz adet dambıl şekilli polimetilmetakrilat (PMMA) esaslı standardize örnekler (36 x 12 x 7 mm) hazırlandı. Uygulanan yüzey işlemine göre örnekler rastgele ayrıldı (Grup I: Kontrol, Grup II: 2W thulium lazer, Grup III: 2.4W thulium lazer, Grup IV: 3W thulium lazer, Grup V: 3.4W thulium lazer). Akrilik örneklerin lazer uygulanan yüzeylerine silikon esaslı yumuşak astar materyali (Molloplast-B) uygulanarak polimerize edildi. Bağlantı dayanım testi bir universal test cihazında 5 mm/dk kafa hızında uygulandı. Verilerin değerlendirilmesinde Kruskall Wallis ve Mann Whitney U testleri kullanıldı (SPSS 22.0).

#### Bulgular:

En yüksek ortalama bağlanma kuvveti Grup III'de elde edilirken ( $41.02 \pm 12.19$ ), en düşük ortalama bağlanma kuvvet değeri Grup IV'te elde edildi ( $25.28 \pm 8.18$ ). Grup I - Grup II, Grup II - Grup IV, gruplar arasındaki farklılık istatistiksel olarak anlamlı bulundu ( $P = 0.001$ ). Grup I - Grup III, Grup IV - Grup V örnekler arasında bağlanma kuvveti değerlerinde istatistiksel olarak fark yoktu ( $P > 0.05$ ).

#### Sonuç:

Thulium lazerin farklı güçlerde uygulanması, PMMA ile yumuşak astar malzemesi arasındaki çekme bağ kuvvetini arttırmıştır. Ayrıca, en yüksek değeri elde etmek için 2W thulium lazer uygulanabilir.

#### Anahtar Sözcükler:

Thulium lazer, Yumuşak astar maddesi, Akrilik rezin, Bağlanma kuvveti

### ABSTRACT

#### Objectives:

To evaluate the effectiveness of different power thulium laser on the tensile bond strength of silicone-based soft lining material and acrylic resin.

## Material and Methods:

A total of 100 dumbbell-shaped heat-polymerized polymethylmethacrylate (PMMA) samples were performed (36 x 12 x 7 mm). The samples were randomly according to the applied surface treatment (Grup I: Control, Grup II: 2W thulium laser, Grup III: 2.4W thulium laser, Grup IV: 3W thulium laser, Grup V: 3.4W thulium laser). The laser applied surfaces of the acrylic samples were polymerized by applying silicone-based soft primer material (Molloplast-B). Bonding strength tests were performed to the samples with use of a universal testing device at a crosshead speed of 5 mm/min. Kruskal Wallis and Mann Whitney U tests were used to evaluate the data.

## Results:

While the highest average bond strength value was observed in the Group III (41.02 ± 12.19) and the lowest average bond strength value was observed in the Group I (30.70 ± 6.47). There was statistically significance between Group I - Group II, Group II - Group IV ( $P = 0.001$ ). However, there was no statistically significant difference in bond strength values between Group I - Group III, Group IV - Group V ( $P > 0.05$ ).

## Conclusion:

Application of the thulium laser at different power increased the tensile bond strength between PMMA and soft lining material. In addition, To obtain the highest value, 2W thulium laser can be applied.

## Key Words:

Thulium laser, Soft lining material, Acrylic resin, Bond strength

## GİRİŞ

Yumuşak astar materyalleri, kaide materyali altında kalan yumuşak dokulara gelen oklüzal kuvvetlerin daha az ve dengeli dağıtılmasına yardımcı bir yastık görevi gören polimer yapılı kaplama materyalleridir. Protezin tutuculuğunu arttırmak, andırkatlı bölgelere protezin adaptasyonunu sağlamak, irritasyona uğramış dokuların iyileşmesini hızlandırmanın yanı sıra doğuştan veya sonradan kazanılmış damak defektlerinde tedavi amacıyla kullanılırlar (1,2).

Klinik kullanımda yumuşak astar materyallerinin protez kaidesi ile arasındaki bağlantının kuvvetli olması gerekir (2-4). Ancak, oral kavitedeki değişkenlerden ve polimerlerin zayıf bağlanma karakterlerinden dolayı akrilik rezin ile yumuşak astar materyalinin bağlantısı zamanla azalabilir. İslanabilme özelliği oldukça zayıf olan polimerlerin ıslanabilirliğini artırmak için yüzeylerine yüzey şartlandırma işlemlerinin uygulanması oldukça ilgi uyandıran bir konudur. Literatürde yumuşak astar materyali ile akrilik rezin arasındaki bağlanma gücünü artırma yöntemlerini araştıran çalışmalar mevcuttur (5,6). Akrilik yüzeyinde pürüzlülüğü çeşitli yöntemlerle (lazerler, alümina ile aşındırma, kumlama, kimyasal yolla aşındırma ve frezleme) artırarak yumuşak astar materyali ile akrilik rezin arasındaki bağlanma direnci

değerlendirilmiştir (1,2). Üşümez ve ark. (1) akrilik rezin ile astar materyalinin bağlantısını arttırmada kumlama ve Nd:YAG lazerin bulgularını benzer bulsa da, Gündoğdu ve ark. (2) lazer uygulaması yerine asitlemenin bağlantıyı daha olumlu yönde etkilediği sonucuna varmışlardır. Yüzeyin pürüzlendirilmesi ile bağlanma direncinin arttırılacağı belirtilmiştir.

Lazerler 1990'lı yılların başından itibaren diş hekimliğinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Diş çürüklerinin temizlenmesi, kavite preparasyonu, periodontal cerrahi, diş etinin şekillendirilmesi, kemik dokusunda yapılan cerrahi işlemler, koyu renkli diş etlerinin renginin açılması, diş beyazlatma, pulpa kanallarının sterilizasyonu, çekim sonrası yara iyileşmesi, kök düzleştirilmesi, yüzey pürüzlendirmesi ve seramik braketlerin sökülmesi gibi birçok alanda lazerler kullanılmaktadır. Son zamanlarda, lazerlerin, malzemelerin yüzeyini değiştirmek için nispeten güvenli ve kolay bir yol sağladığı gösterilmiştir (1).

Mevcut lazer teknolojisinin en yeni ürünü olan fiber lazerler, endüstriyel ve biyomedikal uygulamalara uyumlu olmaları ve çok kısa sürede yüksek güç üretebilmeleri nedeniyle diş hekimliğinde de uygulama alanına sahiptir (3). Fiber lazerler diğer lazerlere kıyasla daha az mekanik ve termal hasara neden olurken yüzeyleri hızlı ve güçlü bir şekilde etkiler (4). Ultra hızlı fiber lazerler çoğunlukla diş hekimliğinde implantların yüzeyini değiştirmek için kullanılır (5). Bir fiber lazer çeşidi olarak thulium fiber lazer tıp alanında ürolojik cerrahide tercih edilmektedir. Diş hekimliği alanında kullanılan lazerlere kıyasla daha az penetrasyon derinliğine sahip olması sebebiyle thulium fiber lazerlerin antibakteriyel etkinliği üzerine yapılan çalışmalar mevcut olsa da (12,13), bağlantı dayanımını araştırmak amacıyla pürüzlendirme üzerine araştırmaya rastlanmamıştır. Akrilik rezinlere kıyasla yumuşak astar materyalleri daha kısa bir ömür beklentisine sahip oldukları için, günümüzde hareketli protezlerde geçici çözümler olarak kabul edilmektedir. Bu nedenle amaç, uzun süreli bağlantı için akrilik yüzeylerin lazerle yüzey pürüzlendirmede standardize ve optimize edilmesidir. Bu pilot çalışmada amaç; farklı parametrelerdeki thulium fiber lazerin akrilik rezin esaslı kaide materyali ile yumuşak astar materyali arasındaki bağlanma kuvveti üzerindeki etkinliğini araştırmaktır. Thulium lazerin akrilik ile yumuşak astar materyali arasındaki bağlanma dayanımını güçlendirmeyeceği hipotezi test edilecektir.

## GEREÇ ve YÖNTEMLER

Çalışmada silikon esaslı yumuşak astar materyali (Molloplast B, Detax GmbH, Ettlingen, Almanya) ve ısıyla polimerize olan akrilik rezin (Paladent; Heraeus Kulzer, Hanau, Almanya) kullanıldı. Akrilik rezin yüzeyinin pürüzlendirilmesi amacıyla 1940 nm boyunda, 8J enerjiye sahip thulium lazer (Olympus, USA) kullanıldı.

Çekme testi için kullanılacak akrilik örneklerin elde edilmesi amacıyla; 36 mm uzunluğunda, kalın kısmın çapı 12 mm, ince kısmın çapı 7 mm olan pirinçten kalıplar elde edildi (Resim 1).



**Resim 1.** Çekme testi için akrilik örneklerin elde edilmesinde kullanılan pirinçten kalıp

Bu pirinçten kalıplar standart muflalama işlemi ile alçı içine gömülerek negatifleri elde edildi. Klasik muflalama işlemleri için negatif boşluklara ısı ile polimerize olan akrilik hazırlanıp yerleştirilerek üretici firma talimatlarına doğrultusunda polimerizasyon işlemleri tamamlandı. Örneklerin yumuşak astar bağlanacak olan yüzeyi 600 gritlik zımpara kağıdı kullanılarak standardize edildi. Örnekler rastgele seçilerek akrilik materyalin yumuşak astar ile bağlanacak olan yüzeyine 1940 nm dalga boyunda ve farklı güçlerde thulium fiber lazer uygulanmak üzere aşağıda belirtildiği şekilde gruplar oluşturuldu ( $n = 10$ ).

Grup I. (Kontrol) Yüzey işlemi olarak Molloplast-B yumuşak astar maddesinin primo adezivi sürüldü ve 60 dk bekletildi.

Grup II. 2W, 8J, 20 sn.

Grup III. 2.4W, 8J, 20 sn.

Grup IV. 3W, 8J, 20 sn.

Grup V. 3.4W, 8J, 20 sn.

İki örnek arasına yerleştirilmek üzere standartlara uygun şekilde 3 mm kalınlığında ve 7 mm çapında silikon kalıplar hazırlandı. Örnekler arasındaki negatif boşlukları elde edebilmek için silikon kalıplar mum yerleştirilerek birleştirildi. Birleştirilen akrilik rezin kalıplar arasındaki negatif boşluğun elde edilebilmesi için klasik muflalama tekniği ile alçı içerisine gömüldü ve mum uçurma işlemi yapıldı. Yumuşak astar maddesi, üreticinin önerileri doğrultusunda, PMMA örnekleri arasındaki boşluğa uygulanarak muflalar kapatıldı. 10-15 dk 100 kp'da preste bekletildikten sonra muflalar soğuk suyun içine konuldu ve kaynatıldıktan sonra 30 dk bekletildi. Akabinde ısı kaynağı kapatılıp suyun soğuması beklenilerek polimerizasyonu sağlandı.

Bekletme süresi sonunda, universal test cihazına (Lloyd LF Plus; Ametek Inc, Lloyd Instruments, Leicester, İngiltere) bağlanan örnekler, 5 mm/dk kafa hızında çekme testi uygulandı. Değerler MPa olarak elde edildi. Yüzey işlemi uygulanan örnek yüzeyleri taramalı elektron mikroskobu (TEM) altında incelendi.

### İstatistiksel Analiz

Çalışmanın verileri SPSS (Ver:22.0) programına yüklendi. Verilerin normal dağılıma uygunluğu Kolmogorov-Simirnov test yöntemi ile belirlendikten sonra, çalışma verilerinin analizinde non-parametrik test yöntemleri kullanıldı. Kruskal Wallis ve Mann Whitney U testleri kullanılarak yapılan karşılaştırmada  $P < 0.05$  önemli olarak kabul edildi.

## BULGULAR

Yüzey işlemi uygulanan akrilik örneklerin bağlanma dayanımı, ortalama ve standart sapma değerleri Tablo 1'de görülmektedir.

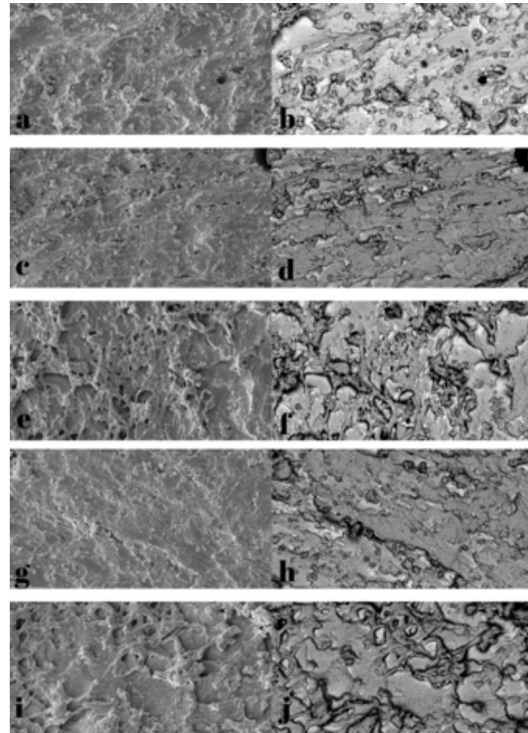
**Tablo 1.** Gruplara ait örneklerin bağlanma dayanımı sonuçları (Mpa)

	n	Ortalama $\pm$ SS (Mpa)	P
Grup 1	10	30.70 $\pm$ 6.47 <sup>a</sup>	0.001*
Grup 2	10	40.29 $\pm$ 4.19 <sup>a,b,c</sup>	
Grup 3	10	41.02 $\pm$ 12.19	
Grup 4	10	25.28 $\pm$ 8.18 <sup>b</sup>	
Grup 5	10	27.84 $\pm$ 8.03 <sup>c</sup>	

SS: Standart sapma \*Aynı küçük harfler ile gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlıdır ( $P < 0.05$ )

En yüksek çekme bağlantı dayanımı değerleri sırayla Grup III (41.02  $\pm$  12.19 MPa) ve Grup II'de (40.29  $\pm$  4.19 MPa) elde edilirken, en düşük dayanım bulgusu Grup IV'te (25.28  $\pm$  8.18 MPa) elde edildi. İstatistiksel olarak anlamlı farklılıklar Grup I- Grup II, Grup II- Grup IV ve Grup II- Grup V arasında elde edilirken, diğer gruplar arası farklılık anlamsız bulundu ( $P > 0.05$ ).

Örneklere ait TEM görüntüleri 1.00 kx büyütmede ele alınmıştır (Resim 2). TEM görüntüleri incelendiğinde kontrol grubuna ait görüntüler (Resim 2a,b) daha düzenli bir yüzey halindeyken, lazer ile pürüzlendirilen örnekler için yüzeylerde (Resim 2b-j) düzensiz alanlar kontrol grubuna göre daha yoğun izlendi.



**Resim 2.** Farklı güçlerde uygulanan lazerin akrilik yüzeyinde oluşturduğu TEM görüntüleri (1.00 kx): Grup I'e ait TEM görüntüleri (a,b); Grup II'ye ait TEM görüntüleri (c,d); Grup III'e ait TEM görüntüleri (e,f); Grup IV'e ait TEM görüntüleri (g,h); Grup V'e ait TEM görüntüleri (i,j)



## TARTIŞMA

Thulium lazerin akrilik rezin ile yumuşak astar materyali arasındaki bağlanma dayanımını güçlendirmeyeceğini ifade eden hipotezimiz reddedildi. Literatürde diş hekimliği alanında bu lazerin akrilik üzerine yapıldığı yüzey işlemleri ile ilgili herhangi bir çalışma bulunmamaktadır. Fakat bu lazer dışında farklı lazer tiplerinin uygulandığı ve bağlanmada olumlu etkiler yaptığı belirtilmiştir (6,8,15,16). Thulium fiber lazerin tıp alanında ürolojik cerrahide ve deri üzerinde leke tedavisinde kullanılmasının ve etkinliğinin fazla olmasından dolayı, bu etkinliğin akrilik rezin üzerinde de etkili olabileceği düşüncesiyle tercih edildi (12,13).

Yumuşak astar materyali ile kaide materyali arasındaki kuvvetli bir bağlanma klinik performansın etkinliği açısından önemlidir. İyi bir bağlantının gerçekleşmediği veya kullanım ile birlikte meydana çıkabilecek zayıf adezyon neticesinde hijyen problemleri ve fonksiyonel problemler meydana gelebilir. Bu 2 materyal arasında bağlantı başarısızlığının temel sebepleri materyallerin kimyasal karakterlerinden veya ağız ortamında sıcaklık ve diğer değişkenlere bağlı olarak gerçekleşmektedir (2).

Yumuşak astar materyallerinin viskoelastisite kaybı; materyal içerisindeki etanol kaybı, su absorpsiyonu ve plastizör kaybının kombinasyonu ile ortaya çıkan karmaşık bir mekanizmadır. Sonuç olarak, çiğneme kuvvetleri dışarıdan bağlanma yüzeyine iletilir ve protez kaide malzemesi ile yumuşak astar malzemesi arasında ayrılma meydana gelir. Bu problemin üstesinden gelebilmek amacıyla yumuşak astar uygulamasından önce akrilik rezin yüzeyine çeşitli yüzey işlemleri uygulanabilmektedir. Yüzey işlemleri neticesinde polimetilmetakrilat (PMMA) yüzeyindeki düzensizlikler bir kilitleme mekanizması ile mekanik bağlantı sağlayarak yumuşak astar materyali ile bağlantının artmasını sağlar (6). Er:YAG gibi çeşitli dental lazerler; Nd:YAG; CO<sub>2</sub> ve Er,Cr:YSGG, diş hekimliğinde materyal yüzeylerini pürüzlendirmek için kullanılmıştır (7). Bazı çalışmalar, lazer uygulamalarının bağlanma kuvvetini arttırmada etkili olduğunu göstermiş, bazıları ise diğer yüzey işlemlerine göre sonuçlarda herhangi bir farklılık bulmamıştır. Korkmaz ve ark. (8) akrilik rezin ve titanyum arasındaki bağlantıyı inceledikleri bir çalışmada fiber lazer kullanarak, lazer uygulamasının kumlamaya alternatif olabileceğini belirtmişlerdir. Fiber lazerler ile yapılan çalışmalar incelendiğinde, farklı çıkış gücüne ve enerjilere sahip fiber lazerlerin çeşitli sürelerdeki uygulamaları, diğer yüzey işlemlerine göre daha iyi sonuçlar vermesi açısından umut vericidir (8).

Akın ve ark. (9) kumlama ve 3 farklı lazer (Nd:AG, Er:YAG ve KTP) kullanarak pürüzlendirdikleri akrilik rezin ile yumuşak astar materyalinin bağlantısını değerlendirdikleri çalışmalarında Er:YAG lazerin kumlamaya alternatif olabileceğini belirtmişlerdir. Aynı araştırmacının yaptığı bir başka çalışmada (10) lazer uygulamasının diğer yüzey işlemlerine kıyasla bağlanma mukavemetini arttırdığı sonucu elde edilmiştir.

Literatürde lazerlerin uygulama süresinin ve çıkış gücünün materyallerin bağlantısı üzerinde etkinliklerinin değerlendirildiği çalışmalara rastlamak mümkündür (11,12). Tuğut ve ark. (11) PMMA materyaline Er:YAG lazeri farklı enerji

seviyelerinde ve atım sürelerinde uygulayarak, yumuşak astar materyali ile olan bağlantısını arttırmışlardır. Elde ettikleri veriler doğrultusunda yüksek enerjili darbenin etkisinin büyük bir hacimsel genişleme ile suyun anında buharlaşmasına neden olduğunu ve ablasyona uğrayan yüzey alanını ve düzensizliklerin arttığını belirtmişlerdir. Ancak, bunun aksine bizim çalışmamızda lazerin gücündeki artış 2 materyal arasındaki bağlantıyı arttırmamıştır. Kullanılan lazerlerin penetrasyon derinliklerine bağlı olarak elde edilen bulguların farklılık gösterdiği düşünülmektedir.

TEM incelemelerinin yapıldığı birçok çalışmada (13,14) Nd:YAG ve Er:YAG lazerin materyal yüzeyinde derin çatlak ve krater şeklinde yapılar ve metal materyalin erimesi gibi arzu edilmeyen sonuçları olduğu görülmüştür. Bu bulguların aksine çalışmada bir fiber lazerin neredeyse en uygun şekil olan düzenli bir şekle sahip çukurlu bir geometri sunduğunu bildirmiştir (15). Çalışmamızda da diğer lazerlerde olduğu gibi düzensiz yapıda yüzey girinti ve çıkıntıların olduğu gözlemlendi.

Yapay yaşlandırma işleminin uygulanmamış olması ve çalışmaya diğer lazerlerin dahil edilmemiş olması bu çalışmanın sınırları dahilinde sayılabilir. En yüksek gerilme bağlantı mukavemetini sağlayan optimal lazer tedavilerini ve ayarlarını bulmak için sürekli araştırma yapılması gerekmektedir. Bunu yapmak için, gelecekteki çalışmalar nokta çapı, darbe frekansı, süre ve gücü dikkate alınmalıdır. Lazer tedavileri ile yapılan değişiklikleri değerlendirmeli ve kullanılan yeni nesil fiber lazerleri ve ekipmanı belirlemelidirler.

## SONUÇ

Bu çalışmanın sınırları dahilinde, thulium lazer uygulamasının PMMA ve yumuşak astar materyali arasındaki bağlanma kuvvetini arttırmada olumlu sonuçlar elde edilmiştir. Thulium lazerin farklı parametrelerde (uygulama süresi, çıkış gücü, atım sayısı vb.) uygulanarak bağlantı dayanımı üzerine etkinliğinin araştırılmasının literatüre faydalı olabileceği düşüncesindedir.

### Yazarların Katkıları:

Fikir/Kavram: F.T.; Tasarım: F.T.; Denetleme Danışmanlık: F.T., O.Y.; Veri Toplama ve İşleme: F.T., O.Y., A.G.S.; Kaynak Taraması: A.G.S.; Makale Yazımı: F.T.; Eleştirel İnceleme: F.T.

### Finansman veya Mali Destek:

Bu çalışma için herhangi bir mali destek alınmamıştır.

### Çıkar Çatışması:

Yazarların çıkar çatışması bulunmamaktadır.

### Etik Kurul Onay Belgesi:

Bu çalışma için *Etik Kurul Onay Belgesi* gerekmemektedir.

1. Usumez A, Inan O, Aykent F. Bond strength of a silicone lining material to alumina-abraded and lased denture resin. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater*. 2004;71:196-200.
2. Gundogdu M, Duymus ZY, Alkurt M. Effect of surface treatments on the bond strength of soft denture lining materials to an acrylic resin denture base. *J Prosthet Dent*. 2014;112:964-71.
3. Noda M, Okuda Y, Tsuruki J, Minesaki Y, Takenouchi Y, Ban S. Surface damages of zirconia by Nd:YAG dental laser irradiation. *Dent Mater J*. 2010;29:536-41.
4. Tuncdemir A, Buyukerkmen E, Celebi H, Terlemez A, Sener Y. Effects of postsurface treatments including femtosecond laser and aluminum-oxide airborne-particle abrasion on the bond strength of the fiber posts. *Niger J Clin Pract*. 2018;21:350.
5. Erdoğan M, Öktem B, Kalaycıoğlu H, Yavaş S, Mukhopadhyay PK, Eken K, Özgören K, Aykaç Y, Tazebay UH, Ilday FS. Texturing of titanium (Ti6Al4V) medical implant surfaces with MHz-repetition-rate femtosecond and picosecond Yb-doped fiber lasers. *Opt Express*. 2011;19:10986-96.
6. Jacobsen NL, Mitchell DL, Johnson DL, Holt RA. Lased and sandblasted denture base surface preparations affecting resilient liner bonding. *J Prosthet Dent*. 1997;78:153-8.
7. Fornaini C, Poli F, Merigo E, Brulat-Bouchard N, El Gamal A, Rocca JP, Selleri S, Cucinotta A. Disilicate dental ceramic surface preparation by 1070 nm fiber laser: Thermal and ultrastructural analysis. *Bioengineering (Basel)*. 2018;5:10.
8. Korkmaz FM, Aycan S. Effect of fiber laser irradiation on the shear bond strength between acrylic resin and titanium. *Scanning*. 2019;2019: 5452919
9. Akin H, Tugut F, Mutaf B, Akin G, Ozdemir AK. Effect of different surface treatments on tensile bond strength of silicone-based soft denture liner. *Lasers Med Sci*. 2011;26:783-8.
10. Akin H, Kirmali O, Tugut F, Coskun ME. Effects of different surface treatments on the bond strength of acrylic denture teeth to polymethylmethacrylate denture base material. *Photomed Laser Surg*. 2014;32:512-6.
11. Tugut F, Akin H, Mutaf B, Akin GE, Ozdemir AK. Strength of the bond between a silicone lining material and denture resin after Er:YAG laser treatments with different pulse durations and levels of energy. *Lasers Med Sci*. 2012;27:281-5.
12. Lawrence J, Li L. Modification of the wettability characteristics of polymethyl methacrylate (PMMA) by means of CO<sub>2</sub>, Nd:YAG, excimer and high power diode laser radiation. *Mater Sci Eng A*. 2001;303:142-9.
13. Kunt GE, Güler AU, Ceylan G, Duran İ, Özkan P, Kirtiloğlu T. Effects of Er:YAG laser treatments on surface roughness of base metal alloys. *Lasers Med Sci*. 2012;27:47-51.
14. Madani AS, Astaneh PA, Nakhaei M, Bagheri HG, Moosavi H, Alavi S, Najjaran NT. Effectiveness of silica-lasing method on the bond strength of composite resin repair to Ni-Cr alloy. *J Prosthodont*. 2015;24:225-32.
15. Ukar E, Lamikiz A, Martínez S, Arrizubieta I. Laser texturing with conventional fiber laser. *Procedia Eng*. 2015;132:663-70.