

Farklı Enerji Seviyelerindeki Er:YAG Lazer ile Tamir Edilen Akrilik Kaide Rezininin Bükülme Dayanımı

Sabit Melih Ateş(0000-0001-7137-2096)^α, İpek Çağlar(0000-0002-2286-4657)^α, Zeynep Yeşil Duymuş(0000-0001-7162-8792)^α

Selcuk Dent J, 2021; 8: 486-493 (Doi: 10.15311/selcukdentj.712299)

Başvuru Tarihi: 03 Nisan 2020
Yayına Kabul Tarihi: 29 Kasım 2020

ÖZ

Farklı Enerji Seviyelerindeki Er:YAG Lazer ile Tamir Edilen Akrilik Kaide Rezininin Bükülme Dayanımı

Amaç: Konvansiyonel akrilik kaide rezininin tamirinde, tamir yüzeylerine uygulanan farklı enerji seviyelerindeki Er:YAG lazerin kaide rezininin bükülme dayanımına etkisini incelemektir.

Gereç ve Yöntemler: 80 adet dikdörtgenler prizması şeklindeki akrilik rezin örnek özel bir kalıp kullanılarak üretildi ve tamir yüzeylerine farklı enerji seviyelerinde Er:YAG lazer uygulanmak üzere 4 gruba ayrıldı. Grup 1; kontrol-işlem uygulanmayan grubu, Grup 2; 2 W (200 mJ/atım) lazer uygulanan grubu, Grup 3; 3 W (300 mJ/atım) lazer uygulanan grubu ve Grup 4; 4 W (400 mJ/atım) uygulanan grubu temsil etmektedir. Farklı yüzey işlemlerinden sonra örnekler otopolimerizan akrilikle tamir edilerek toplam 40 adet (n=10) örnek hazırlandı. Tamir edilen örneklerin bükülme dayanımı ısıl yaşlandırma uygulandıktan sonra universal test cihazı kullanılarak üç noktalı eğme testi ile ölçüldü. Elde edilen verilerin istatistiksel analizi tek yönlü ANOVA ile yapıldı ve gruplara ait ortalamalar Tukey HSD testi kullanılarak karşılaştırıldı ($\alpha=0.05$).

Bulgular: En yüksek bükülme dayanımı değerleri Grup 2 örneklerde (37.8 ± 7.6 MPa), en düşük bükülme dayanımı değerleri Grup 1 örneklerde (15.4 ± 2.4 MPa) tespit edildi ($p<0.05$). Lazer uygulanan tüm gruplarda kontrol grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek bükülme dayanımı değerleri tespit edildi ($p<0.05$).

Sonuç: Konvansiyonel akrilik kaide rezininin tamirinde, tamir yüzeyinin Er:YAG lazerle hazırlanması bükülme dayanımını arttırmaktadır. Özellikle, 2 W (200 mJ/atım) lazer uygulamasının akrilik kaide rezininin tamirinde daha etkili bir yöntem olduğu bulunmuştur.

ANAHTAR KELİMELER

Akrilik rezinleri, Er:YAG lazerleri, Protez kaideleri, Protez tamiri

ABSTRACT

Flexural Strength of Acrylic Denture Base Resin Repaired with Different Pulse Energy of Er:YAG Laser

Background: To investigate the effect of Er:YAG laser with different energy levels applied to the repair surface on flexural strength of base resin in the repair of conventional acrylic base resin.

Methods: 80 rectangular prism shaped acrylic resin specimens were prepared with the help of a custom made mold and divided into 4 groups to receive different energy levels of Er:YAG laser to the repair surface; Group 1; control-no treatment, Group 2; 2W (200 mJ/pulse) laser application, Group 3; 3W (300 mJ/pulse) laser application and Group 4; 4W (400 mJ/pulse) laser application. After different surface treatments, specimens were repaired with autopolymerizing acrylic to form a total of 40 (n=10) test specimens. The flexural strength of repaired specimens was measured using a universal testing machine with a three-point bending test after thermal aging. Statistical analysis of obtained data were made by using one-way ANOVA and means of test groups were compared with Tukey HSD test ($\alpha=0.05$).

Results: The highest flexural strength values were found in specimens of Group 2 (37.8 ± 7.6 MPa), the lowest flexural strength value was found in specimens of control group (15.4 ± 2.4 MPa) ($p<0.05$). All laser treated groups demonstrated statistically significant higher flexural strength values than the control group ($p<0.05$).

Conclusion: Preparation of the repair surface with Er:YAG laser increases the flexural strength of the conventional acrylic base resin. Especially, 2 W (200 mJ/pulse) laser application was found to be more effective method in repairing acrylic base resin.

KEYWORDS

Acrylic resins, Er:YAG lasers, Denture bases, Denture repair

Protetik diş hekimliğinde konvansiyonel akrilik rezinler geçmişte olduğu gibi günümüzde de en çok kullanılan hareketli protez kaide maddesi olmasına rağmen, akrilik rezinin mekanik dayanımı protezlerin uzun dönem klinik başarısı için yetersiz kalmakta ve klinikte akrilik protez kırıkları olarak karşımıza çıkmaktadır.¹⁻³ Bu kırıklar çoğunlukla akrilik protezlerin üretiminde yapılan hatalar, uygun oklüzyonun oluşturulmaması,

kaidenin zamanla uyumunu kaybetmesi, klinik kullanım sonucunda zamanla kaide rezininin yapısında biriken strese bağlı direncin azalması ve protezin ağız dışında kazalara uğrayabilmesi sonucunda oluşmaktadır.^{3,4} Böyle durumlarda protezlerin yeniden yapılması hastalar için maliyetli ve zaman alıcı olabileceğinden, uygun yöntemlerle protezlerin tamir edilmesi daha etkin bir yol olarak

^α Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Protetik Diş Tedavisi A.D. Rize, Türkiye

değerlendirilmiştir. Bununla birlikte, protez tamiri için uygulanacak yöntem ucuz ve kolay uygulanabilir olmalı, tamir edilmiş protezler de yeterli mekanik dayanımı gösterebilmelidir.^{2,5} Uygulama kolaylığı, teknik hassasiyet gereksinimi olmaması ve protez tamir süresini diğer tekniklere göre büyük oranda kısaltması gibi önemli avantajlara sahip olan otopolimerizan akrilikler kırık tamiri için sıklıkla kullanılan bir materyaldir.^{4,6} Ancak, bu yöntemle tamir edilen protezlerin uzun süreli dayanımı istenilen düzeyde olmamakta ve kırıklar tekrarlayan bir şekilde oluşabilmektedir.^{4,5}

Yapılan çalışmalar incelendiğinde, otopolimerizan akriliğin kaide rezini ile olan bağlantısının akrilik rezinin tamir başarısı üzerinde etkili olduğu gösterilmiştir.^{4,7} Akrilik kaide rezini ile otopolimerizan akriliğin bağlantısını artırmak için tamir yüzeylerine çeşitli kimyasal veya mekanik işlemlerin uygulanması önerilmektedir.^{1,4,6-11} Bu doğrultuda, kimyasal adezyonun oluşturulabilmesi amacıyla kırık bölgesinin metil metakrilat, kloroform, aseton veya metilen klorid gibi ajanlarla muamele edilmesi önerilmektedir.^{4,6-8} Bu ajanlarla akrilik yüzeyinin morfolojik ve kimyasal yapısı modifiye edilerek tamir materyalinin rezin içerisine kolay bir şekilde penetrasyonu sağlanmakta ve bağlantı daha güçlü bir hale getirilmektedir.⁴ Mekanik yüzey işlemleri ise bağlantı yüzey alanının genişletilmesine ve tamir rezini ile kaide akriliği arasında mekanik kilitlemenin oluşumuna katkı sağlar.^{4,6-9} Akrilik kaide ile tamir rezini arasındaki mekanik kilitlemenin artırılmasına yönelik yapılan çalışmalar incelendiğinde genellikle farklı tane boyutlarına sahip kumlarla pürüzlendirme, çeşitli frezlerle aşındırma ve farklı tipte lazer uygulamalarının kullanıldığı görülmektedir.^{7,9-12}

Diş hekimliğinde lazer teknolojisinin yaygınlaşması ile farklı lazer sistemleri dental materyallerin yüzey özelliklerinin değiştirilmesi amacıyla kullanılmaya başlamıştır.^{7,13,15} Bu amaçla Er:YAG (Erbiyum Yitrium Alüminyum Garnet) lazerler en sık kullanılan lazer sistemi olarak karşımıza çıkmaktadır. Yüzey işlemi amacıyla lazer kullanımı nispeten güvenli, kolay ve etkili bir tekniktir. Literatürde akrilik kaide rezini ile yumuşak astar materyalleri arasındaki bağlantının geliştirilmesi amacıyla Er:YAG lazerin kullanıldığı farklı çalışmalar bulunduğu gibi¹⁴⁻¹⁷, tamir işlemlerinde de bağlantının artırılması için Er:YAG lazerlerin kullanıldığı çalışmalar mevcuttur.^{7,12} Yapılan bir çalışmada, 3 W (300 mJ/atım) uzun atımlı Er:YAG lazer kullanımının akrilik kaide rezini ve yumuşak astar maddesi arasındaki bağlantı dayanımını anlamlı derecede yükselttiği gösterilmiştir.¹⁶ Benzer şekilde, Görler ve ark.¹⁷ Er:YAG, Nd:YAG, ve Ho:YAG gibi farklı tipteki lazer uygulamasının akrilik kaide rezini ile silikon esaslı yumuşak astar materyali arasındaki bağlantı üzerine etkisini inceledikleri çalışmada en etkili sistemin Er:YAG lazerler olduğunu göstermişlerdir. Ancak,

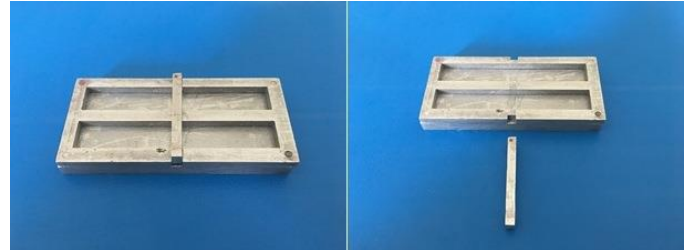
literatürde halen akrilik kaide rezinin tamirindeki yüzey işlemlerinde kullanılabilecek ideal lazer sistemi hakkında standart bir bilgi yoktur.

Literatürde bulunan çalışmalar incelendiğinde akrilik rezin yüzeyinin pürüzlendirilmesinde lazerin kullanıldığı bazı çalışmalar olmasına rağmen, akrilik rezin tamirinde farklı enerji seviyelerindeki Er:YAG lazer uygulamasının değerlendirildiği bir çalışma yoktur. Bu çalışmanın amacı, konvansiyonel akrilik kaide rezininin tamirinde, tamir yüzeyine uygulanan farklı enerji seviyelerindeki Er:YAG lazerin kaide rezininin bükülme dayanımı üzerine etkisini araştırmaktır. Bu doğrultuda çalışmamızın hipotezi; otopolimerizan akrilikle gerçekleştirilen tamir işlemlerinde tamir yüzeyine uygulanacak farklı enerji seviyelerindeki Er:YAG lazerin akrilik rezinin bükülme dayanımını etkilemeyeceği şeklinde oluşturulmuştur.

GEREÇ VE YÖNTEMLER

Çalışmamızda, bir adet ısıyla polimerize olan akrilik kaide materyali (Meliodent, Bayer Dental Ltd., Newbury, İngiltere) ve tamir materyali olarak bir adet otopolimerizan akrilik rezin (Vertex Tamir Akriliği, Vertex-Dental B.V., Zeist, Hollanda) kullanıldı.

Kırık standardizasyonunu sağlamak ve akrilik tepimini kolaylaştırmak amacıyla iç alanı 65×10×3.3 mm boyutlarında (ISO 20795-1:2013)18 olan paslanmaz çelikten üretilmiş özel bir kalıp kullanıldı. Kırık hattını temsil etmek üzere kalıbın orta kısmında çıkarılabilir özellikte 3 mm genişliğinde metal bir çubuk tasarlandı (Resim 1).



Resim 1

Deneysel örneklerinin hazırlanması için paslanmaz çelikten yapılmış özel kalıp

Daha sonra bu kalıp kullanılarak tamir edilecek parçaları temsilen akriliğe dönüştürülmek üzere 80 adet mum örnek üretildi ve akrilik tepimine hazır hale getirildi. Üretilen mum örnekler aynı kalıp kullanılarak muflaya alındı. Bu işlemin ardından, ısıyla polimerize olan akrilik kaide rezini üretici talimatları doğrultusunda hazırlandı ve tepimi yapılarak akrilik örnekler üretildi. Hazırlanan örneklerin yüzeyleri standardizasyonun sağlanması amacıyla kaba tesviyenin ardından 600 ve 800 gritlik su zımparası kullanılarak tesviye edildi ve kırık hatları yuvarlatıldı. Bitirme işlemlerini takiben örnekler artık monomer eliminasyonu için 28 gün boyunca 37 °C'de distile su içerisinde bekletildi. Bu sürenin sonunda örnekler ultrasonik temizleyicide 20 dk distile su ile temizlendi ve farklı yüzey işlemi uygulaması için her bir grupta 20 adet

tamir edilmemiş dikdörtgen prizması şeklinde akrilik kaidenin olduğu 4 gruba ayrıldı:

Grup 1 (Kontrol grubu): Tamir yüzeyine işlem uygulanmadı.

Grup 2 (2 W Er:YAG lazer uygulaması): Tamir yüzeyi Er:YAG lazer (Lightwalker AT, Fotona, Ljubljana, Slovenya) kullanılarak pürüzlendirildi. İşlem süresince lazer atım enerjisi 2 W (200 mJ/atım), atım sıklığı 10 Hz ve atım süresi $5 \times 50 \mu\text{sec}$ (Quantum Square Pulse-QSP mod) olarak ayarlandı. Lazer enerjisi non-kontakt el aleti (H02-N, 0.9 mm spot genişliği) ile 20 saniye boyunca 10 mm mesafeden hava-su soğutması altında tamir yüzeyine dik olacak şekilde tek bir kullanıcı tarafından uygulandı.

Grup 3 (3 W Er:YAG lazer uygulaması): Grup 2'de yapılan işlemlere benzer şekilde lazer atım enerjisi 3 W (300 mJ/atım) olacak şekilde tamir yüzeyine uygulandı, diğer parametreler sabit tutuldu.

Grup 4 (4 W Er:YAG lazer uygulaması): Grup 2'de yapılan işlemlere benzer şekilde lazer atım enerjisi 4 W (400 mJ/atım) olacak şekilde tamir yüzeyine uygulandı, diğer parametreler sabit tutuldu.

Farklı seviyelerdeki lazer enerjisinin tamir yüzeyinde oluşturduğu etkiyi değerlendirmek için her bir gruptan ilave 1 adet örnek hazırlandı ve Taramalı Elektron Mikroskopu (SEM) ile topografik yüzey analizleri yapıldı.

Yüzey işleminden sonra örnekler ikişerli biçimde tekrar metal kalıbın içine yerleştirildi ve tamir materyaline yer açmak için aradaki metal çubuk çıkartıldı. Bu aşamada tamir yüzeylerine 180 s boyunca metil metakrilat monomeri uygulandı. Daha sonra üretici talimatları doğrultusunda hazırlanan otopolimerizan akrilik çıkarılan metal çubuğun yerinde oluşan tamir boşluğuna yerleştirildi. Otopolimerizan akriliğin polimerizasyonunun tamamlanmasının ardından örnekler metal kalıptan çıkartıldı ve 600 gritlik su zımparası ile tesviye edildi. Bu işlem sonunda toplam 40 adet ($n=10$) tamir edilmiş akrilik kaide elde edildi. Tamir işlemi tamamlanan tüm örnekler 1 hafta 37°C 'lik distile suda bekletildi ve sonrasında ısıl yaşlandırma işlemi için 5000 ısıl döngüye ($5-55^\circ\text{C}$, döngü süresi 20 sn) tabi tutuldu.

Tamir edilen akrilik örneklerin bükülme dayanımı universal test cihazında (Instron 3340, Wycombe, İngiltere) üç noktalı eğme testi kullanılarak ölçüldü. Test süresince örnek yerleştirilen destekler arası mesafe 50 mm, kırma kafa hızı 1 mm/dk olarak ayarlandı ve kuvvet örneğin tam ortasına dik yönlü olacak şekilde uygulandı (Resim 2). Kırılma anındaki değerler cihazın yazılım sistemi ile bilgisayar ortamına otomatik şekilde aktarıldı ve Newton cinsinden kaydedildi. Elde edilen bu değerler, $S=3FL/2bd^2$ formülü kullanılarak bükülme dayanımı değerlerine dönüştürüldü. Bu formüldeki S; bükülme dayanımını (N/mm^2), F; kırılma anındaki yükü

(N), L: deney örneğinin yerleştirildiği destekler arasındaki mesafeyi (mm), b: deney örneğinin genişliğini (mm) ve d; deney örneğinin kalınlığını (mm) temsil etmektedir.



Resim 2

Test düzeneği

Çalışmadaki verilerin istatistiksel olarak değerlendirilmesi SPSS için Windows 15.0 istatistik paket programı kullanılarak yapıldı. Verilerin normal dağılıma uygunluğu Shapiro-Wilk testi ile analiz edildi. Veriler normal dağılıma uyduğu için tek yönlü ANOVA testi yapıldı ve test gruplarına ait ortalama değerler Tukey testi ile karşılaştırıldı. Sonuçlar $\alpha=0.05$ için anlamlı kabul edildi.

BULGULAR

Test gruplarının bükülme dayanımına ait ortalama, standart sapma, minimum ve maksimum değerleri Tablo 1'de, tek yönlü ANOVA test sonuçları Tablo 2'de görülmektedir. Buna göre, en yüksek bükülme dayanımı değeri 2 W (200 mJ/atım) Er:YAG lazer uygulanan grupta (Grup 2) tespit edilirken, en düşük değer kontrol grubunda (Grup 1) tespit edildi. Lazer uygulanan tüm test grupları (Grup 2, 3 ve 4) kontrol grubuna (Grup 1) göre istatistiksel olarak farklı olacak şekilde yüksek bükülme dayanımı değerleri gösterdi ($p<0.001$).

Tablo 1.**Test gruplarının bükülme dayanımı değerleri (Mpa)**

Gruplar	N	Ortalama	Standart Sapma	Minimum	Maksimum
Grup 1 ^a	10	15.4	2.4	12.1	19.8
Grup 2 ^b	10	37.8	7.6	27.5	48.6
Grup 3 ^c	10	29.8	8.3	20.6	46.5
Grup 4 ^c	10	29.2	4.9	22.6	39.1

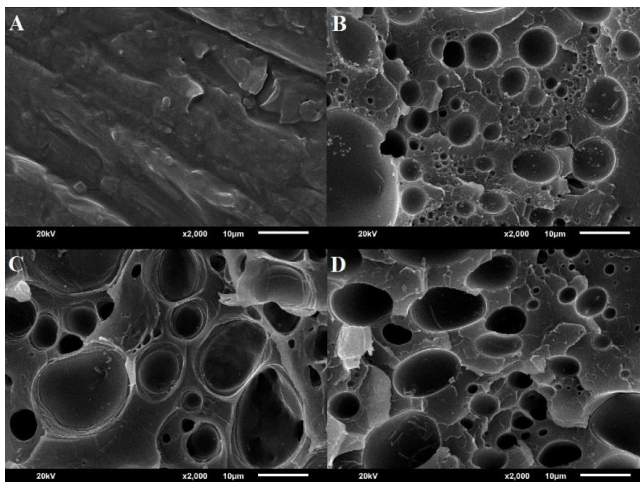
*Farklı üst harfler istatistiksel olarak anlamlı farklılıkları ifade etmektedir (p<0.05)

Tablo 2.**ANOVA tablosu**

Varyansın kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik derecesi (df)	Kareler Ortalaması	F-Oranı	p değeri
Gruplararası	2604.055	3	868.018	22.186	.000
Gruplarıçi	1408.493	36	39.125		
Toplam	4012.548	39			

Buna göre, en yüksek bükülme dayanımı değeri 2 W (200 mJ/atım) Er:YAG lazer uygulanan grupta (Grup 2) tespit edilirken, en düşük değer kontrol grubunda (Grup 1) tespit edildi. Lazer uygulanan tüm test grupları (Grup 2, 3 ve 4) kontrol grubuna (Grup 1) göre istatistiksel olarak farklı olacak şekilde yüksek bükülme dayanımı değerleri gösterdi (p<0.001). 2 W (200 mJ/atım) Er:YAG lazer uygulanan grup (Grup 2), 3 W (300 mJ/atım) lazer uygulanan grup (Grup 3) (p=0.035) ve 4 W (400 mJ/atım) lazer uygulanan grup (Grup 4) (p=0.021) ile karşılaştırıldığında istatistiksel olarak farklı olacak şekilde yüksek bükülme dayanımı değerleri gösterdi. 3 W (300 mJ/atım) lazer uygulanan grup (Grup 3) ile 4 W (400 mJ/atım) lazer uygulanan grup (Grup 4) arasında anlamlı bir farklılık bulunmadı (p=0.996).

Test gruplarına ait SEM görüntüleri **Resim 3**'de görülmektedir.

**Resim 3**

Test gruplarına ait SEM görüntüleri (A; Grup 1, B; Grup 2, C; Grup 3, D; Grup 4).

SEM görüntülerinde 3 W (Grup 3) ve 4 W (Grup 4) lazer enerjisi uygulanan yüzeylerde morfolojik olarak vadi şeklinde derin boşlukların olduğu ve diğer gruplara göre tamir yüzeylerinin daha karmaşık bir yapı sergilediği görüldü. Bu gruplara ait yüzeylerin diğer gruplara göre daha karmaşık bir yapı ortaya koyduğu tespit edildi. 2 W 10 Hz (Grup 2) Er:YAG lazer uygulanmış örnek yüzeylerinde görülen boşluklu yapının diğer lazer gruplarına göre daha düzenli olduğu, bu boşlukların daha küçük ve derinliklerinin daha az olduğu tespit edildi. Bu nedenle Grup 2 'de görülen yüzey yapısının tamir materyalinin bu boşluklara akması ve adezyonu için oldukça elverişli olduğu görüldü.

TARTIŞMA

Bu çalışmada, konvansiyonel akrilik kaide rezininin tamirinde, tamir yüzeylerine uygulanan farklı enerji seviyelerindeki Er:YAG lazerin kaide rezininin bükülme dayanımı üzerine etkisi araştırılmıştır. Çalışma sonucunda, tamir yüzeyine uygulanan farklı enerji seviyelerindeki Er:YAG lazerin akrilik kaide rezininin bükülme dayanımını etkilediği tespit edilmiştir. Bu nedenle çalışmamızın hipotezi ret edilmiştir.

Akrilik esaslı protezlerin tamirinde otopolimerizan akrilik rezinler sıklıkla kullanılmasına^{4,6,19,20} rağmen yapılan bazı çalışmalarda bu yöntemle tamir edilen kaide rezininin bükülme dayanımının ısıyla polimerize olan akrilikle yapılan tamire göre daha düşük olduğu gösterilmiştir.^{21,22} Buna karşın, bazı çalışmalarda ise otopolimerizan akrilik ile tamir edilen kaide rezinin ısıyla polimerize olan akriliğe benzer bükülme dayanımı değerleri gösterdiği bildirilmiştir.^{20,23,24} Yapılan bu çalışmada da, ısıyla polimerizasyon işlemine gereksinim olmadığından protez kaide rezininde boyutsal değişime sebebiyet vermemesi ve kolay uygulanabilmesi gibi avantajları nedeniyle otopolimerizan akrilik ile tamir yöntemi tercih edilmiştir.

Tamir materyali ile akrilik kaide rezini arasındaki mekanik ve kimyasal adezyon akrilik esaslı hareketli protezlerin tamirinde kritik öneme sahiptir, çünkü tekrarlayan kırıklar çoğunlukla önceden tamir edilmiş alanlarda oluşmaktadır.^{6,19} Bu nedenle, tamir edilen protez kadesinin mekanik dayanımının yeterli düzeyde olabilmesi için, tamir materyalinin kırık yüzeylerine adezyonu başarılı bir şekilde gerçekleşmiş olmalıdır.²⁵ Tamir yüzeyine çeşitli kimyasal ajanların uygulanması akrilik kaide materyaline olan bağlantıyı artırabilmek için önerilmiştir. Yapılan çalışmalar, tamir işlemleri sırasında tamir yüzeyine 180 sn metil metakrilat monomeri uygulamanın tamir edilen kaide materyalinin bükülme dayanımını arttırdığını göstermiştir.^{4,6,7,21,26} Bu monomer bağlantı yüzeyinin morfolojik ve kimyasal yapısını değiştirerek tamir materyali ile kaide rezini arasında oluşan bağlantıyı güçlendirir. Metil metakrilat akrilik yüzeyini modifiye ederek tamir materyalinin adezyonuna imkan sağlayan mikro boşlukların

sağlayan mikro boşlukların oluşmasını sağlar.^{6,21,26} Bu bilgiler doğrultusunda, yapılan bu çalışmada da tamir işleminden önce tamir yüzeyine metil metakrilat uygulaması standart olarak yapılmıştır.

Akrilik rezinlerde tamir yüzeyinin frezlenmesi, oluk açılması, kumlanması veya lazer uygulanması gibi mekanik yöntemlerle modifiye edilmesi yüzey alanının genişletilmesi ve tamir dayanımının artırılması için önerilmektedir.^{6,12,14,15,21,27} Bilindiği üzere, yüzey alanının genişlemesi ve mikro-mekanik bağlanma başarılı bir adezyon için önemlidir.^{12,14,15} Literatürde akrilik kaide rezininin tamirinde lazer uygulamalarının kullanıldığı kısıtlı sayıda çalışma mevcuttur. Ateş ve ark.¹² yaptıkları çalışmada tamir yüzeyine uyguladıkları Er:YAG lazerin (3 W, 10 Hz) akrilik kaide rezininin bükülme dayanımını artırdığını göstermişlerdir. Buna karşın, Turgut ve ark.⁷ yaptıkları çalışmada tamir işlemi için akrilik yüzeyine Er;Cr;YSGG (Erbiyum; Kromyum; Yttriyum Skandiyum Galyum Garnet) lazer uygulamasının kaide rezininin bükülme dayanımını azaltabileceğini, bunun diğer yüzey işlemleri ile birlikte kullanılması gerektiğini bildirmişlerdir.

Tugut ve ark.¹⁶ farklı enerji seviyesine ve atım süresine sahip Er:YAG lazerin silikon esaslı yumuşak as-tar materyalinin akrilik rezine bağlantısını inceledikleri çalışmada en yüksek değerin 3 W (300 mJ/atım) lazer uygulanan grupta tespit edildiğini bildirmişlerdir. Sarı ve ark.²⁸ farklı enerji seviyelerinde (1 W, 2 W, 3 W, 4 W) Er,Cr:YSGG lazer uygulanmış akrilik dişlerin akrilik kaide rezinine olan bağlantısını değerlendirdikleri çalışmada test grupları arasında bir farklılık olmadığını göstermişlerdir. Akin ve ark.²⁹ ise yaptıkları çalışmada akrilik dişlerin kaide rezinine bağlantısını arttırmak amacıyla yapay dişlerin bağlantı yüzeyine Er:YAG lazer (10 Hz, 300 mJ, 3 W) uygulamasının etkili bir yöntem olduğunu, bağlantı yüzeyine monomer uygulamasına alternatif olarak uygulanabileceğini bildirmişlerdir. Literatürde yapılan çalışmalardan elde edilen farklı sonuçlar değerlendirildiğinde, akrilik yüzeyin hazırlanmasında kullanılan lazer tipi ve parametreleri hakkında halen bir görüş birliği olmadığı görülmektedir.

Er:YAG lazer ile yüzeyi pürüzlendirmesinde atış süresi ve enerji parametreleri lazer ablasyonunun gerçekleştirilmesi sürecinde önemlidir. Lazer uygulaması esnasında yüzeyde ısı birikimini azaltmak, ablasyon sonucu oluşan debris bulutu içinde laser etkisinin azalmasını önlemek ve saçılma etkisini azaltmak için Er: YAG lazerin kullanımında kısa süreli ve enerji seviyesi düşük atış seviyesine sahip modların kullanılması önerilmektedir.³⁰ Bu amaçla son yıllarda QSP moda sahip Er:YAG lazer sistemleri geliştirilmiştir. Bu modda hazırlanan yüzeylerde düzgün ve iyi sınırlı boşluklar oluşturulabilmekte, lazerin oluşturacağı ısı etki minimuma indirilerek yüzeyde oluşabilecek bozulmaların önüne geçilebilmektedir.^{31,32} Bu doğrultuda, yapılan bu çalışmada yeni geliştirilen QSP

teknolojisine sahip Er:YAG lazer farklı enerji seviyelerinde kullanılarak tamir akriliğinin kaide rezinine olan bağlantısına etkisi karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir.

Yapılan bu çalışmada, SEM görüntülerinden de anlaşılacağı üzere, 2 W (200 mJ/atım) Er:YAG lazer uygulanan grupta akrilik yüzeyin tamir materyalinin nüfuz edebilmesi için daha elverişli hale geldiği, bu nedenle yüksek bükülme dayanımı değerlerinin elde edildiği görülmektedir. Değişik tipteki lazerlerin, farklı atım süresi ve enerji parametreleri kullanılarak kırık hattına uygulanmasının da sonuçlar üzerinde etkili olabileceği düşünülmektedir. Bu doğrultuda farklı *in-vitro* çalışmaların yapılması gereklidir.

Bükülme dayanımı, güvenilir sonuçlar vermesi ve tekrarlanabilir olması nedeniyle dental materyallerin mekanik direncinin tespiti için standart bir yöntem olarak kabul edilmektedir.^{33,34} Bükülme dayanımı, prizma şeklindeki örneğin her iki ucunun sabitlenmeden basitçe desteklenerek ortasına düşey yönde kuvvet uygulanmasıyla ölçülür. Bu teste üç noktalı eğme testi denir. Bu test ile ölçülen en yüksek kuvvet örneğin bükülme dayanımıdır.³⁵ Basma ve çekme kuvvetlerinin kombinasyonu olan bükülme dayanımı özelliği, akrilik protezlerin ağız içinde maruz kaldığı oklüzal kuvvetleri yansıtmaktadır.³⁵ Bu nedenle yapılan bu çalışmada literatürde bulunan çalışmalara benzer şekilde bükülme dayanımını tespiti için üç noktalı eğme testi kullanılmıştır.^{4,7,12,14,15,22}

Gale ve ark.³⁶ dental restorasyonların *in-vitro* testlerinde uygulanan ısısal döngü işlemleri ile ilgili olarak yaptıkları çalışmada 10.000 döngünün yaklaşık olarak 1 yıllık klinik kullanıma karşılık geldiğini belirtmişlerdir. Bu çalışmada da Gale ve ark.³⁶'nın ortaya koymuş olduğu veriler doğrultusunda, örneklerin ısısal yaşlandırma işlemi 5.000 ısısal döngüyle gerçekleştirilmiştir. Bu işlemle yaklaşık olarak 6 aylık klinik kullanıma karşılık gelen ısısal yaşlandırma yapılmış ve ağız içinde oluşan sıcaklık değişimleri örnekler üzerine yansıtılmış olur. Bu şekilde tüm örnekler standart ve tekrarlanabilir ısısal yaşlandırma uygulanmış olur, ancak literatürde ısısal yaşlandırma için bir standart yoktur.

Bu *in-vitro* çalışma ile tamir yüzeylerine uygulanan farklı enerji seviyelerindeki Er:YAG lazerin akrilik kaide rezininin bükülme dayanımına etkisi değerlendirilmiştir. Test örneği olarak tek tip bir kaide rezininin kullanılmış olması, akrilik örneklerin gerçek bir protez dizaynını yansıtmaması ve ağız içi ortamda oluşan sıklık yüklemelerin göz ardı edilerek örneklerin sadece statik yüklemeye test edilmiş olması yapılan bu çalışmanın başlıca limitasyonları olarak değerlendirilmiştir. Bu parametrelerin de yapılacak farklı *in-vivo* ve *in-vitro* çalışmalarla araştırılması gerekmektedir.

SONUÇ

Çalışmamızın limitleri dâhilinde elde edilen sonuçlar şu şekilde sıralanabilir;

1. Konvansiyonel ısı ile polimerize olan akrilik rezinin tamirinde, tamir yüzeyine Er:YAG lazer uygulaması bükülme dayanımı arttırmıştır.
2. Otopolimerizan akrilik ile tamir edilen konvansiyonel ısı ile polimerize olan akrilik kaide rezininin bükülme dayanımının artırılması için tamir yüzeyine 2 W (200 mJ/atım) Er:YAG lazer uygulaması önerilmektedir.

KAYNAKLAR

1. Minami H, Suzuki S, Kurashige H, Minesaki Y, Tanaka T. Flexural strengths of denture base resin repaired with autopolymerizing resin and reinforcements after thermocycle stressing. *J Prosthodont* 2005;14(1):12-8.
2. Heidari B, Firouz F, Izadi A, Ahmadvand S, Radan P. Flexural strength of cold and heat cure acrylic resins reinforced with different materials. *J Dent (Tehran)* 2015;12(5):316-23.
3. Beyli MS, von Fraunhofer JA. An analysis of causes of fracture of acrylic resin denture. *J Prosthet Dent*. 1981;46(3):238-41.
4. Pereira Rde P, Delfino CS, Butignon LE, Vaz MA, Arioli-Filho JN. Influence of surface treatments on the flexural strength of denture base repair. *Gerodontology* 2012;29(2):234-8.
5. Polyzois GL, Tarantili PA, Frangou MJ, Andreopoulos AG. Fracture force, deflection at fracture, and toughness of repaired denture resin subjected to microwave polymerization or reinforced with wire or glass fiber. *J Prosthet Dent*. 2001;86:613-9.
6. Sarac YS, Sarac D, Kulunk T, Kulunk S. The effect of chemical surface treatments of different denture base resins on the shear bond strength of denture repair. *J Prosthet Dent* 2005;94:259-66.
7. Turgut S, Korkmaz FM, Bağış B, Ayaz EA, Ateş SM. Çeşitli yüzey işlemlerinin akrilik kaide rezinin transvers dayanımı üzerine etkisi. *Türkiye Klinikleri J Dental Sci* 2014;20(2):93-9.
8. Thunyakitpisal N, Thunyakitpisal P, Wiwatwarapan C. The effect of chemical surface treatments on the flexural strength of repaired acrylic denture base resin. *J Prosthodont* 2011;20(3):195-9.
9. Elhadiry SS, Yunus N, Ariffin YT. Effect of cavity preparation on the flexural strengths of acrylic resin repairs. *J Appl Oral Sci* 2010;18(6):546-50.
10. Nishigawa G, Maruo Y, Oka M, Okamoto M, Minagi S, Irie M, et al. Effect of plasma treatment on adhesion of self-curing repair resin to acrylic denture base. *Dent Mater J* 2004;23(4):545-9.
11. Nishigawa G, Maruo Y, Oka M, Oki K, Minagi S, Okamoto M. Plasma treatment increased shear bond strength between heat cured acrylic resin and self-curing acrylic resin. *J Oral Rehabil* 2003;30(11):1081-4.
12. Ateş SM, Çağlar İ, Korkmaz FM, Süleyman F, Yeşil Duymuş Z. Farklı mekanik yüzey işlemleri ile tamir edilen akrilik kaide rezininin transvers dayanımı. *Acta Odontol Turc* 2018;35(2):49-55.
13. Akin H, Tugut F, Mutaf B, Güney U, Özdemir AK. Effect of sandblasting with different size of aluminum oxide particles on tensile bond strength of resilient liner to denture base. *Cumhuriyet Dent J* 2011;14:5-11.
14. 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.
15. Akin H, Tugut F, Güney U, Akar T. Shear bond strength of denture teeth to two chemically different denture base resins after various surface treatments. *J Prosthodont*. 2014 Feb;23(2):152-6.
16. Tugut F, Akin H, Mutaf B, Akin GE, Özdemir 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(2):281-5.
17. Gorler O, Dogan DO, Ulgey M, Goze A, Hubbezoğlu I, Zan R, et al. The Effects of Er:YAG, Nd:YAG, and Ho:YAG laser surface treatments to acrylic resin denture bases on the tensile bond strength of silicone-based resilient liners. *Photomed Laser Surg* 2015;33(8):409-14.
18. ISO 20795-1:2013. Dentistry - Base Polymers - Part 1: Denture Base Polymers, International Standards Organization (ISO), Geneva, Switzerland, 2013.
19. Seo RS, Neppelenbroek KH, Filho JNA. Factors affecting the strength of denture repairs. *J Prosthodont* 2007;16:302-10.
20. Ellakwa AE, El-Sheikh AM. Effect of chemical disinfectants and repair materials on the transverse strength of repaired heat-polymerized acrylic resin. *J Prosthodont* 2006;15:300-5.
21. Siddesh CS, Aras MA. In vitro evaluation of transverse strength of repaired heat cured denture base resins with and without surface chemical treatment. *J Indian Prosthodont Soc* 2008;8:87-93.
22. Faot F, Silva WJ, Rosa RST, Del Bel Cury AA, Garcia RC. Strength of denture base resins repaired with auto- and visible light-polymerized materials. *J Prosthodont* 2009;18:496-502.
23. Agarwal M, Nayak A, Hallikerimath RB. A study to evaluate the transverse strength of repaired acrylic denture resins with conventional heat-cured, autopolymerizing and microwave-cured resins: an in vitro study. *J Indian Prosthodont Soc* 2008;8:36-41.
24. Rached RN, Powers JM, Cury AADB. Repair strength of autopolymerizing, microwave and conventional heat-polymerized acrylic resins. *J Prosthet Dent* 2004;92:79-82.
25. Sarac D, Sarac YS, Külünk Ş, Külünk T, Ural Ç. The effect of methylene chloride application for different time periods on the bond strength of autopolymerizing acrylic resin to denture base resin. *GÜ Dişhek Fak Derg* 2005;22(3):157-61.
26. Vojdani M, Rezaei S, Zareeian L. Effect of chemical surface treatments and repair material on transverse strength of repaired acrylic denture resin. *Indian J Dent Res* 2008;19:2-5.
27. Minami H, Suzuki S, Minesaki Y, Kurashige H, Tanaka T. In vitro evaluation of the influence of repairing condition of denture base resin on the bonding of autopolymerizing resins. *J Prosthet Dent* 2004;91:164-170.

- 28.Sarı F, Ustun O, Kırmalı O. efficacy of various pretreatments on the bond strength of denture teeth to denture base resins. *Photomed Laser Surg* 2018;36(4):214-20.
- 29.Akin H, Kırmalı, 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(9):512-6.
- 30.Tosun G, Altan HO, Göztaş Z , Kahraman K , Sarı T , Botsalı MS. Farklı yüzey hazırlama yöntemlerinin fissür örtücülerin bağlanma dayanımı üzerine olan etkisi. *Selcuk Dental Journal* 2015;2:65-70.
- 31.Gutknecht N, Lukac M, Marincek M, Perhavec T, Kazic M. A novel Quantum Square Pulse (QSP) Mode erbium dental laser. *Journal of the Laser and Health Academy* 2011;1.
- 32.Lukac M, Primc NM, Pirnat S. Quantum square pulse Er:YAG lasers for fast and precise hard dental tissue preparation. *Journal of the Laser and Health Academy* 2012;1:14-21.
- 33.Yap AU, Teoh SH. Comparison of flexural properties of composite restoratives using the ISO and mini-flexural tests. *J Oral Rehabil* 2003;30(2):171-7.
- 34.Chung SM, Yap AU, Chandra SP, Lim CT. Flexural strength of dental composite restoratives: comparison of biaxial and three-point bending test. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater* 2004;71(2):278-83.
- 35.Ergün Kunt G, Çetiner B. Mekanik testler: Bükülme dayanıklılığı ve ölçümü, sıkıştırma, germe, eğilme, bağlanma, çekme, itme, makaslama. *Türkiye Klinikleri J Prosthodont-Special Topics* 2017;3(3):210-5.
- 36.Gale MS, Darvell BW. Thermal cycling procedures for laboratory testing of dental restorations. *J Dent* 1999;27:89-99.

Yazışma Adresi:

Sabit Melih ATEŞ
Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi
Diş Hekimliği Fakültesi
Protetik Diş Tedavisi AD.
Rize, Türkiye
Tel : +90 464 222 00 00
E Posta: melih_ates@hotmail.com