

ER: Yağ Lazerin Tam Seramik Restorasyonlarda Debonding Amacıyla Kullanımı

Removal of all-ceramic restorations with laser

Merve YILDIRAK¹ , Rifat GÖZNELİ² 

Öz

Amaç: Bu derlemenin amacı, tam seramik restorasyonların çıkarılmasında Er:YAG lazerin kullanıldığı çalışmaların değerlendirilmesidir.

Metot: Çalışmamızda Pubmed veri tabanında “laser debonding veneer” (n=6), “laser crown removal” (n=48), “Er:YAG laser ceramic” (n=189) anahtar kelimeleri girilerek arama yapılmıştır. 2000 yılından 2018 yılına kadar SCI kapsamındaki tüm çalışmalar belirlenmiştir. Toplamda 9 adet in vitro çalışma ve 15 adet vaka içeren 7 adet vaka sunumu çalışması değerlendirilmiştir.

Bulgular: Bu makalede, rezin ile simante edilmiş seramik restorasyonların Er:YAG lazer kullanılarak çıkarılması ile ilgili yapılmış çalışmaların derlemesini sunulmuştur. Tam seramik restorasyonların Er: YAG lazer ile çıkarılması umut verici bir protokoldür.

Sonuç: Farklı kalınlıktaki seramik restorasyonların çıkarılması için kullanılacak lazer parametreleri ve süreyi daha net belirleyebilmek için daha fazla klinik ve deneysel çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

Anahtar kelimeler: Er:YAG lazer, debonding, tam seramik, lityum disikat seramiklerin çıkarılması.

Abstract

Objective: The aim of this review was to investigate the literatures about removing all ceramic restorations by using Er:YAG laser.

Methods: In our study Pubmed database was searched by entering the keywords; “laser debonding veneer” (n=6), “laser crown removal” (n=48), “Er:YAG laser ceramic” (n=189). From 2000 to 2018, all studies within the scope of SCI were determined.

Seven clinical studies reporting a total of 15 cases and 9 in vitro experimental studies were included.

Result: The review of articles that Er:YAG laser was used for debonding the resin bonded ceramic restorations was presented in this article. Debonding with Er:YAG laser of all-ceramic restorations is a promising treatment protocol.

Conclusion: Further clinical trials and studies are needed to determine the precise laser parameters and duration of irradiation that could be used for removal of ceramic restorations with varying thicknesses.

Keywords: Er:YAG laser, debonding, all ceramic, removal lithium disilicate ceramic.

Giriş ve Amaç

Estetik beklentilerin arttığı son dönemlerde tam seramik sistemlerin kullanımı oldukça yaygın hale gelmiştir. Tam seramik sistemler sınıfında yer alan lityum disilikat ile güçlendirilmiş cam seramikler ise sahip olduğu üstün estetik özelliklerinden dolayı diğer seramiklere nazaran daha ön planda yer almaktadır (Gracis ve arkadaşları, 2015) Cam matriks tam seramik sistemlerin simantasyonunda restorasyona yüksek kırılma dayanımı sağlayan ve düşük çözünürlük, yüksek bağlanma kuvveti, farklı renk seçeneklerine sahip olan adeziv rezin simanlar kullanılmaktadır. Lityum disilikat tam seramiklerin simantasyonu; diş dokusu/ rezin siman/ lityum disilikat seramik arasında oluşan iki adet bağlantı mekanizması içermektedir. Yapılan çalışmalarda lityum disilikat/ rezin siman arasındaki bağlanma kuvveti 26 MPa olarak bildirilirken (Kumbuloğlu, 2005), mine/ rezin siman arasındaki bağlanma kuvveti 34.38, dentin/rezin siman arasındaki 18.09 MPa olarak bildirilmiştir (Bulut ve Atsu, 2017).

Simantasyon esnasında restorasyonun hatalı konumlandırılması, oluşan estetik sorunlar, simantasyon

Merve Yildirak (✉)

¹Marmara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi 34854 Başbüyük, Maltepe, İstanbul, Türkiye

Tel: 0216.412.1621, Fax: 0216.421.0291

e-mail: merve.karagoz@marmara.edu.tr

Rifat Gözneli

²Araştırma görevlisi, Marmara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı İstanbul, Türkiye

Submitted / Gönderilme: 29.09.2018 Accepted/Kabul: 18.01.2019

sonrası oluşan pulpitis, hassasiyet meydana gelmesi, dişeti reaksiyonları, çürük oluşumu gibi problemler restorasyonun sökülmesini gerektirebilmektedir. Fakat sağlanan bağlantı çok kuvvetli olduğundan tam seramik sistemlerin debonding prosedürü karmaşık bir hal almıştır. Konvansiyonel debonding yöntemi olarak kullanılmakta olan yöntem elmas frez ile aşındırmaktır. Hasta açısından konforsuz olması, işlemin uzun sürmesi, restorasyonun parçalanarak çıkarılması ve diş dokusuna verilen zarar konvansiyonel debonding prosedürünün dezavantajlarından (Tak ve arkadaşları, 2015). Son yıllarda konvansiyonel yönteme alternatif olarak lazerin debonding amacıyla kullanımı gündemdedir.

“LASER” kelimesi, İngilizce “Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation” kelimelerinin baş harflerinden türetilmiş bir kısaltmadır ve dilimizde “radyasyon salınımının uyarılması ile ışık şiddetinin artırılması” anlamına gelir. Doku içerisinde soğurulan lazer enerjisi dokuda çoğunlukla termal enerjiye dönüşüp, buharlaşma (vaporizasyon) ya da kömürleşmeye (karbonizasyon) neden olur. Bu durum ışık enerjisinin ısı enerjisine dönüşümü olarak da tarif edilebilir. Lazerlerin ağız ve diş dokularında meydana getirdiği etkilerin çoğu ısı tarafından başlatılmaktadır. Bazen de soğurulan lazer ışığı dokuda sadece termal etki göstermeyip hücreler arası moleküler bağları kırarak etki gösterir (Coluzzi DJ, 2000). Bir dokunun optik özellikleri o dokuyu oluşturan maddelerin optik özelliklerine, miktarına ve dokudaki dağılımına bağlıdır. Dişi oluşturan bileşenler homojen değildir. Dentindeki organik ve inorganik maddelerin miktarı, minedeki miktarlarından farklı olmasından dolayı absorpsiyon katsayısı her katmanda farklı olur (Jelinkova ve arkadaşları, 2009)

Lazer debonding tekniği, seramik braketlerin sökülmesi amacıyla ilk olarak 1990 yılında kullanılmıştır (Azzeh ve Feldon, 2003). Diş hekimliğinde kullanılan tüm lazerler debonding işlemi için uygun olmayıp; diode, Ytterbium fiber, CO₂ (10600nm), Nd:YAG (1060nm) ve Er:YAG (2940 nm) bu amaçla kullanılmış lazer çeşitleridir (Sarp ve arkadaşları, 2010). Ancak yapılan çalışmalarda debonding amacıyla çoğunlukla Er:YAG lazer kullanılması önerilmektedir (Öztoprak ve arkadaşları, 2010; Morford ve arkadaşları, 2011; Nalbantgil ve arkadaşları, 2014; Sarı ve arkadaşları, 2014; Rechmann ve arkadaşları, 2014; Rechmann ve arkadaşları, 2015; Alakuş ve arkadaşları, 2016; Albakhi ve arkadaşları, 2017).

Lazerle debonding prosedüründe seramik yüzeyine uygulanan lazer ışınlarının bir kısmı seramik tarafından absorbe edilirken büyük kısmı transmisyona uğrayarak rezin simana ulaşır. Resin siman iletilen tüm enerjiyi absorbe eder ve ablasyon meydana gelir. Yeterli resin siman ablasyona uğradığında seramiğin diş yüzeyinden kopma kuvveti azalır ve restorasyon diş yüzeyinden kolaylıkla ayrılır. Bu sayede diş yüzeyinde meydana gelen yüzeysel zararın engellenmesi amaçlanmaktadır (Tocchio ve arkadaşları, 1993).

Tocchio ve arkadaşlarına göre lazerle debonding; ısısal yumuşama (thermal softening), ısıyla patlama (thermal ablation) veya ışıkla patlamanın (photo ablation) sonucu olarak ortaya çıkmaktadır. Isısal yumuşamada lazer enerjisi adeziv rezin yumuşayana kadar uygulanır. Adeziv yumuşadığı zaman çekim gücü azalır ve diş dokusu yüzeyinden kopma gerçekleşir. Isı artışının meydana gelmesi, lazer ışığının absorbe edilmesine bağlı olarak simanda, seramikte veya diş dokusunda meydana gelebilir. Isısal yumuşama ile debonding mekanizmasında süreç diğerlerine göre daha yavaş olduğundan ısısal artışın fazla olabileceği düşünülmektedir. Isıl ablasyonda önemli olan nokta kısa sürede ve yüksek güçte ısıma yapılmasıdır çünkü lazer ışınması yeteri hızda uygulandığında adezivde hızla ani bir sıcaklık artışı olur ve bu sayede adeziv buharlaşmış olur böylelikle seramiğin mine yüzeyinden ayrılması kolaylaşır. Işıklı ablasyon, yüksek enerjili lazer ışını uygulanıp rezin atomları arasındaki bağların enerji seviyelerini yükselterek aradaki bağların kopartılmasını sağlar. Isıl ablasyon ve ışıkla ablasyon mekanizmalarında hızlı ilerleyen bir süreç olduğu için rezin siman ve diş yüzeyi arasındaki ısı fizyolojik düzeyde kalır (Tocchio ve arkadaşları, 1993).

Lazer ışınının rezin simana nasıl bir etki yaratacağı hangi lazerin kullanıldığına ve kullanılan lazerin dalga boyuna, uygulama gücüne, süresine bağlı olarak değişmektedir. CO₂ lazerin kullanıldığı çalışmalarda (Strobl K ve arkadaşları, 1992; Rickabaugh ve arkadaşları, 1996; Obata A ve arkadaşları, 1999) debonding işleminin termal yumuşama mekanizması ile meydana geldiği ve oluşan ısının pulpada hasara neden olabileceği sonucuna varılmıştır. Erbiyum lazer ailesi Er:CrYSGG (2780nm) ve Er:YAG (2940nm) lazerlerden oluşmakta olup dalga boyları su ve hidroksiapatit içerisinde iyi absorbe olduğundan hem kısmen yumuşak dokulara hem de sert doku bileşenlerine etki etmektedirler. Fried’ e göre erbiyum lazerlerin etki mekanizması; lazer dalga boylarının su moleküllerinde absorbe edilmesi ve bu moleküllerin hızlı bir şekilde genişlemesine neden olması yani ablasyondur. Oluşan hızlı genişleme mikro patlamalara neden olur ve

sert dokuda 30 ila 50 µ derinliğinde bir ablyasyon krateri oluşur (Fried ve arkadaşları, 2002). Daha önce yapılmış çalışmalar mine yüzeyine Er: YAG ve Er, Cr: YSGG lazer uygulanmasından önce yüzeye bir su tabakası uygulayarak ablyasyon hızı ve veriminin arttırılabileceğini belirtmiştir (Tocchio ve arkadaşları, 1993). Ayrıca, su uygulanmasının, lazer uygulanan yüzeyin morfolojisi ve kimyasal bileşimini etkilediği savunulmuştur (Stern ve arkadaşları, 1966).

Debonding işleminde lazer tipleri kadar kullanılan seramik türü ve kalınlığı da önemlidir. Farklı seramik türleri farklı transmisyon katsayısına sahiptir ve bu durum lazerin etkinliğinin seramik türüne ve kalınlığına göre değişmesine sebep olmuştur. Yapılan çalışmalarda aynı kalınlıktaki lityum disilikat ve lösit materyallerinin farklı absorpsiyon bandı gösterdiği ve bundan yola çıkarak lazer enerjisini farklı oranlarda transmisyonla uğrattığı sonucuna varılmıştır (Morford ve arkadaşları, 2011). Zirkonya altyapılı seramiklerde transmisyon oranının lityum disilikat ve lösit materyaline göre düşük olduğu bildirilmiştir. Bu durum materyalin daha opak olması, yüksek kristal oranı ve translüsentliğinin düşük olması ile ilişkilendirilmiştir (Rechmann ve arkadaşları, 2014). Aynı materyalde farklı lazerler ile ölçülen transmisyon oranlarının benzer olduğu ve materyal geçirgenliğinde lazer kaynağının etkisi olmadığı belirtilmiştir. Kalınlık ve pigmentasyon arttıkça transmisyon oranlarının düştüğü rapor edilmiştir (Pich ve arkadaşları, 2013).

Bu çalışma; rezin siman ile simante edilmiş tam seramik restorasyonların sağlam bir şekilde çıkarılması amacıyla kullanılmış Er:YAG lazer çalışmalarının incelenmesini amaçlayan bir literatür taramasıdır.

Metot

Bu çalışmada Pubmed veri tabanında “laser debonding veneer” (n=6), “laser crown removal” (n=48), “Er:YAG laser ceramic” (n=189) anahtar kelimeleri girilerek arama yapılmıştır. 2000 yılından 2018 yılına kadar SCI kapsamındaki tüm çalışmalar belirlenmiştir. Editöre mektuplar dahil edilmeyip toplamda 7 adet in-vitro çalışma ve 15 adet vaka içeren 7 adet vaka sunumu çalışması değerlendirilmiştir.

Bulgular

Er:YAG lazer ile tam seramik restorasyonların çıkarılmasını inceleyen in-vitro çalışmalar:

Morford ve arkadaşlarının 2011 yılında yaptıkları çalışmada lösitle güçlendirilmiş cam seramik ve lityum disilikatla güçlendirilmiş cam seramikler ile üretilen veneerlere Er:YAG lazer ile debonding işlemi uygulamışlardır. Aynı kalınlıktaki lityum disilikatla güçlendirilmiş seramik veneerlerin transmisyon oranının (%27 ile %44), lösitle güçlendirilmiş veneerlere (%12 ile %21) oranla iki kat daha fazla bulunmuştur. Bu farklılığın farklı kimyasal içerikten kaynaklandığı belirtilmiştir. Lityum disilikatla güçlendirilmiş seramik veneerler debonding sırasında kırılmazken, lösit ile güçlendirilmiş seramik veneerlerin %36’sı kırılarak çıkarılabilmektedir. Bu durumu lityum disilikat seramiklerin daha yüksek bükülme dayanımına sahip olduklarından ablyasyon sırasındaki basınç artışını daha kolay kompanse edebilmeleri ile açıklamışlardır. Debonding süresi lösitle güçlendirilmiş veneerler için 113±76 sn bulunurken, lityum disilikat ile güçlendirilmiş veneerlerde 100±42 sn olarak belirtilmiştir. Ortalamanın üstünde, uzun sürelerde gerçekleştirilen debonding işleminin düşük enerji ayarlarından kaynaklandığı düşünülmektedir. Ayrıca alttaki diş yapısı incelendiğinde herhangi bir ablyasyon, hasar ve kırık gözlenmemiştir. Bu durum kullanılan lazer enerjisinin mine ve dentin dokusunda ablyasyon meydana getirebilecek enerjiden 20 kat daha az olmasıyla açıklanmıştır (Morford ve arkadaşları, 2011).

Öztoprak ve arkadaşları 2012 yılında porselen laminate veneerlerin güvenilir bir şekilde çıkarılabilmesi için gereken Er:YAG lazer uygulanma süresini araştırmayı amaçlamıştır. Seksen adet Empress II seramik disk (0,7mm kalınlık, 5mm çap) hazırlanıp Variolink II rezin siman ile simante edilmiştir. 4 adet çalışma grubu oluşturulmuştur. Bunlar; lazer uygulaması yapılmamış kontrol grubu/ 3sn/ 6sn/ 9sn lazer uygulaması yapılmış çalışma gruplarıdır. Numunelere Er:YAG lazer (50 Hz frekans, 100mJ, 5W) uygulaması 2mm mesafeden yapıldıktan sonra bağlanma dayanımları değerlendirilmiştir. Çalışmanın sonuçlarına bakıldığında lazer uygulamasının tam seramiğin bağlanma kuvvetini anlamlı derecede azalttığı bildirilmiştir. Kontrol grubunun ortalama SBS değeri 27.5 ± 1.44 MPa iken, 3-, 6 – ve 9-s çalışma grupları için değerler sırasıyla 10.58 ± 0.9, 8.47 ± 0.8 ve 3.54 ± 0.46 MPa idi. Lazer uygulanma süresi ve SBS değeri arasında ters orantı olduğu ve Er:YAG lazerin

tam seramik restorasyonların sökülmesinde etkili bir yöntem olduğu bildirilmiştir.

İşeri ve arkadaşları, 2014 yılında Er:YAG lazerin porselen veneerlerin çıkarılması üzerindeki etkinliğini araştırmışlardır. 60 adet Empress II seramik disk (0,7mm kalınlık, 5mm çap) hazırlanıp Variolink II rezin siman ile simante edilmiştir. 2 adet çalışma grubu oluşturulmuştur (n=30). Bunlar; lazer uygulaması yapılmamış kontrol grubu ve 9sn lazer uygulaması yapılmış çalışma gruplarıdır. Numunelere Er:YAG lazer (50 Hz frekans, 100mJ, 5W) uygulaması 2mm mesafeden yapıldıktan sonra bağlanma dayanımları değerlendirilmiştir. Çalışmanın sonuçlarına bakıldığında lazer uygulamasının tam seramiğin bağlanma kuvvetini anlamlı derecede azalttığı bildirilmiştir. Çalışmanın sonuçları kontrol (27.28 ± 2.24 MPa) ve test grubu (3.44 ± 0.69 MPa) arasında anlamlı farklılık göstermiştir ($P < 0.05$). Er: YAG lazer uygulamasının veneer seramiklerin bağlanma kuvvetini azalttığını ve debondingte etkili olduğu belirtilmiştir.

Sarı ve arkadaşları 2014'te yaptıkları çalışmada 5 farklı seramik grubundan (feldspatik, lösit, lityum disilikat, zirkonya altyapılı veneer, monolitik zirkonya) farklı kalınlıklarda (0.5 mm ve 1 mm) örnekler hazırlayarak Er-YAG lazer (1W;500mJ x 2Hz) ışınının transmisyon miktarını karşılaştırmayı amaçlamışlardır. Çalışma sonuçlarında en yüksek transmisyon (%88) oranı 0.5 mm kalınlıkta hazırlanan lityum disilikat örneklerde ölçülürken, en düşük (%44) değer ise 1 mm kalınlıkta hazırlanan feldspatik seramik örneklerde ölçülmüştür. Tam seramiklerin debonding için gereken lazer enerjisini yeterli düzeyde iletebildikleri gösterilmiştir. Lityum disilikat seramikler ve zirkonyum oksit ile güçlendirilmiş seramikler karşılaştırıldığında zirkonyum oksitin lityum disilikata göre %80 daha düşük transmisyon oranına sahip oldukları bildirilmiştir. Zirkonyum oksitin transmisyon oranlarının düşük olması materyalin daha opak olması, yüksek kristal oranı ve translüsentliğinin düşük olması ile ilişkilendirilmiştir. Aynı zamanda tüm seramik gruplarında kalınlık arttıkça transmisyon oranları azalmıştır (Sarı ve arkadaşları, 2014). (Tablo 1)

Lazerle debonding prosedürü uygulanırken dikkat edilmesi gereken noktalardan biri uygulama sırasında meydana gelen sıcaklık artışıdır. Bu sıcaklık artışının pulpa için kritik değer olan $5,5C^{\circ}$ 'ye ulaşmasını ve geri dönüşümsüz bir enflamasyonun başlamasını engellemek için hava su soğutması ile birlikte lazer uygulanması önerilmektedir. Özellikle CO₂ lazerin kullanıldığı çalışmalarda debonding

işleminin termal yumuşama mekanizması ile meydana geldiği ve oluşan ısının pulpada hasara neden olabileceği belirtilmiştir (Strobl ve arkadaşları, 1992; Rickabaugh ve arkadaşları, 1996;).

Rechmann ve arkadaşları 2015 yılında yaptıkları çalışmada Er-YAG lazer (10 Hz frekans, 560 mJ enerji) ile debonding esnasında pulpa odası etrafında oluşan ısı artışını gözlemlemeyi amaçlamışlardır. Çalışmada kullanılan 20 kuronun 8'inde ısı $5,5C^{\circ}$ 'yi geçtiği ve hatta birinde $11,5 C^{\circ}$ 'ye ulaşırken diğer 12 kuronda $5,5C^{\circ}$ 'ye ulaşmayan ısı artışı olduğunu belirtmişlerdir. Pulpa odası etrafında ortalama $5,4 \pm 2,2 C^{\circ}$ ısı artışı meydana gelmiştir. Oluşan ısının miktarı kalan dentinin kalınlığına, kullanılan seramiğin kalınlığına, kullanılan lazerin tipi ve parametrelerine ve uygulama esnasındaki hava-su soğutmasına büyük ölçüde bağlıdır. Hayakawa ve arkadaşları monokristalin ve polikristalin seramik braketlere debonding amacıyla Nd:YAG lazer (1J, 2J ve 3J) uygulamaya başladıktan 3s sonra pulpa odası etrafında ısı artışının başladığı ve ısı artışının son derece düşük olup maksimum ısı artışını $5,1C^{\circ}$ olarak bildirmişlerdir (Hayakawa ve arkadaşları, 2005). Sarp ve ark, 2010 yılında yaptıkları çalışmada Ytterbium Fiber Laser (1070 nm) ile devamlı mod ve atımlı modda lazer ile debonding prosedürünü karşılaştırmışlardır. Çalışma sonuçlarında sürekli modda lazer uygulaması esnasında intrapulpal sıcaklık değişikliklerinin 3.5 W lazer gücü seviyesine kadar kabul edilen eşik değerini ($5,5C^{\circ}$) altında kaldığı belirtilmiştir. Ayrıca uygulanan güç arttıkça pulpadaki sıcaklık farkı da artmaktadır. Her iki lazer atım modu karşılaştırıldığında modüle atım yapılan modda daha az sıcaklık değişimi meydana gelerek daha hızlı ve daha kolay debonding sağlandığı sonucuna varılmıştır. Bu çalışma lazer modunun, dalga boyu ve çıkış gücü kadar önemli olduğunu ortaya koymuştur (Sarp ve arkadaşları, 2010). Feldon ve arkadaşlarının pulpa odasındaki sıcaklık farklarını inceledikleri çalışmasında 5 W gücünde diyet lazer uygulanan monokristalin braket grubu hariç hiçbir grupta $5,5C^{\circ}$ 'lik eşik değerini geçmezken 5 W gücünde diyet lazer uygulanan monokristalin braket grubunda $5,5C^{\circ}$ 'lik eşik değerini geçip %15 inde pulpa nekrozu meydana geldiğini bildirmişlerdir (Feldon ve arkadaşları, 2010).

Rechmann ve arkadaşları 2014'te yaptıkları çalışmada tam seramik kuronların Er:YAG lazer ile debonding sürelerini incelemişlerdir. Kuronların tamamı lazerle başarılı bir şekilde sökülebilmektedir. Ortalama olarak; tüm Emax CAD kuronlar 190 ± 92 sn'de sökülebilmektedir. ZirCAD kuronlarda 0.3-0.5 mm marjin kalınlığın

226±105 sn 300 mJ enerji kullanılarak sökülürken, 1mm kalınlıkta champher marjınları olan kuronlarda 312±102 sn'de ve 500 mJ enerji kullanılarak sökülülmüştür. Bu çalışmada kuronlar monolitik olarak test edilmiştir. Çift tabakalı tam seramik kuronların lazer ile debondinginin çok daha kolay olacağı düşünülmektedir (Rechmann ve arkadaşları, 2014).

Albalkhi ve arkadaşları 2017 yılında porselen laminate veneerlerin debondinginde çeşitli lazer parametrelerinin kullanımı, kontakt ve non kontakt lazer uygulama modlarının etkinliğinin değerlendirilmesi amacıyla bir çalışma yapmışlardır. Çalışmada kırık adet maxillar premolar diş kullanılmıştır. On altı adet diş uygulama modlarına göre iki alt gruba ayrılmıştır. Grup A'ya non kontakt modda, grup B'ye kontakt modda 360 mJ, 15 Hz parametrelerinde Er-YAG lazer uygulaması yapılmıştır. İlk değerlendirilen sonuçlar, non kontakt modun daha verimli olduğunu göstermiştir, bu nedenle non kontakt modda ilave gruplar oluşturulmuş (C grubu (400 mJ, 10 Hz), D grubu (270 mJ, 15 Hz), grup E (300 mJ, 10 Hz)) ve farklı enerji, frekans gibi lazer parametreleriyle çalışmaya devam edilmiştir. Non kontakt modda etkinliğin artırılması için enerjiden ziyade frekansın artırılmasının daha güvenli olacağı bildirilmiştir.

Çalışmanın sonuçlarına göre non kontakt modda debonding süresi daha kısa bulunmuştur fakat pulpa odası etrafında meydana gelen ısı artışının kontakt moda göre daha yüksek olduğu bildirilmiştir (Albalkhi ve arkadaşları, 2017)

Zhang ve arkadaşları 2018 yılında Er:YAG lazer ile (30Hz, 100mJ) debonding yaptıkları 12 örneğin tamamını başarılı bir şekilde çıkarabilmiştir. Örneklerin 8'i sağlam bir şekilde çıkarken 4 tanesi kırılarak çıkarılabilmektedir. Çalışmanın sonuçlarında yapılan lazer atımı sayısı 17157 ile 4077 (ortalama 9836,25) arasında değişen değerlerde kaydedilmiştir. Debonding süresinin 136 ile 572 sn (ortalama 328 sn) arasında bulunduğu bildirilmiştir (Zhang ve arkadaşları, 2018). (Tablo 2)

Lazerle debonding prosedürü uygulanan örnekler ışık mikroskobu altında incelendiğinde diş yüzeyinde kırık, çatlak gibi herhangi bir zararla karşılaşılması ve debondingın çoğunlukla seramik ve rezin siman arayüzünde adeziv kırılma ile gerçekleştiği görülmüştür. Çalışmalar incelendiğinde Çalışmadaki artık adeziv skorları incelendiğinde bütün simanın mine yüzeyinde kaldığı görülmüştür. Ayrıca dental seramiklerin kimyasal içeriğinde herhangi bir değişikliğe sebep olmadığı görülmüştür (Sarı ve arkadaşları, 2014)

Tablo 1. Er: YAG Lazer ile Veneer Seramiklerde Debonding Tekniklerinin Karşılaştırılması.

Çalışma	Lazer Parametresi Er:YAG (2940 nm)	Seramik	Uzaklık	Seramik kalınlığı	Örnek sayısı	Debonding süresi	Isı artışı
Morford ve arkadaşları, 2011	*10 Hz frekans, 133mJ *Su soğutması	Lösit LDS	3 – 6mm	İnsizal 1,18±0,12 Orta üçlü 0,98±0,7 Servikal 0,76±0,11	24 adet (11 adet Lösit, 13 adet LDS)	Lösit; 113±76 (31-290 sn) LDS; 100±42 (48 – 205sn)	Belirtilmemiş
Öztoprak ve arkadaşları, 2012	*50 Hz frekans, 100mJ, 5W	LDS	2mm	0,7 mm kalınlık, 5 mm çap	80 adet LDS (n=20)	3/6/9 sn	Belirtilmemiş
İşeri ve arkadaşları, 2014	*50 Hz frekans, 100mJ, 5W	LDS	2mm	0,7 mm kalınlık, 5 mm çap	60 adet LDS (n=30)	9 sn	Belirtilmemiş
Sarı ve arkadaşları, 2014	*2 Hz frekans, 500mJ, 1W	Feldspatik LDS Lösit Zirkonya altyapılı seramik Monolitik zirkonya	kontakt	0,5/1 mm	10 adet	Belirtilmemiş	Belirtilmemiş

Tablo 2. Er:YAG Lazer ile Tam Seramik Kuronlarda Debonding Tekniklerinin Karşılaştırılması

Çalışma	Lazer	Lazer Parametresi	Uzaklık	Seramik türü ve kalınlığı	Örnek sayısı	Debonding süresi	Isı artışı
Rechmann ve ark., 2014	Er:YAG (2940 nm)	*10 Hz frekans, 126 mJ *10Hz frekans, 590 mJ	10mm	*LDS; O:1,91±0,25; B:1,68 ±0,15; L:1,75± 0,26; MD: 1,82± 0,21 *Zirkonya (bıçaksırtı marjinli) O:0,9±0,1; B:0,96±0,05; L:0,95±0,05; MD: 0,98± 0,04 *Zirkonya (champer marjinli) O:1,89±0,18; B:1,6±0,08; L:1,55 ±0,05; MD:1,57± 0,07	40 adet (n=20) *LDS(20 adet) *Zirkonyum ile güçlendirilmiş (bıçaksırtı) marjin 10 adet, champer marjin 10 adet)	*LDS; 190±92sn *Zirkonyum ile güçlendirilmiş; -Bıçarsırtı 226±105 sn -champer marjin 312±102 sn	Belirtilmemiş
Rechmann ve ark., 2014	Er:YAG (2940 nm)	10Hz frekans, 300mJ – 500mJ	10mm	*0,5-1mm koping kalınlığı *Kuron;1,5mm kontakt 2mm fonksiyonel kasp 1,5mm non fonksiyonel kasp	16 adet *8 adet LDS kor destekli kuron *8 adet zirkonya kor destekli kuron	LDS;120-210 Zirkonya;120-300	Belirtilmemiş
Rechmann ve ark., 2015	Er:YAG (2940 nm)	*10Hz frekans, 560 mJ *2 cm mesafe su soğutması	5mm	Oklüzal 2,24 ±0,21 Bukkal 1,89 ±0,18 Lingual 1,81± 0,14 Mesial-distal 1,85± 0,14	20 adet LDS	Ortalama 135±35 sn	*8 adet örnekte ısı artışı >5,5°C *12 örnekte<5,5°C Ortalama5,4± 2,2°C
Gurney ve ark., 2016	Er:CrYSGG (2780 nm)	*25 Hz frekans *3W/ 3,5W/ 4W/ 5W	NA	6mm x 6 mm x 1,5 mm	20 adet LDS (n=5)	30/60/90 sn	Belirtilmemiş
Albalkhi ve ark., 2017	Er:YAG (2940 nm)	*15 Hz,360mJ,5.4W *15 Hz, 270 mJ *10 Hz, 300mJ *10 Hz, 400mJ	*2-3mm (kontakt) *7-8 mm (nonkontakt)	5 mm x 7 mm, 0,7 mm derinlik ve 0.5 mm marjin	40 adet LDS	12,63 – 96,38 sn	2,9-4,21°C

Tam seramik restorasyonların Er:YAG lazer kullanılarak çıkarıldığı klinik vakalar:

Klinikte lazer ile debonding prosedürü restorasyonun hangi materyalden üretildiğine bağlı olarak kullanılabilir. Lityum disilikat ve lösit ile güçlendirilmiş tam seramik materyallerden üretilmiş estetik restorasyonların sökümünde Er:YAG lazer başarılı bir şekilde kullanılırken zirkonya altyapılı veya metal destekli restorasyonların sökümünde kullanımı önerilmez (Glenn ve arkadaşları, 2013). Fakat zirkonya altyapılı restorasyonlarda kullanılan klinik raporlar da mevcuttur (Cranska ve arkadaşları, 2015). Sadece erbiyum dalga boyları (2,780 nm’ de Er, Cr: YSGG ve 2,940 nm’ de Er: YAG) porselen restorasyonların sökümü için güvenli bir şekilde kullanılabilirler. Diyet, CO2 veya Nd: YAG lazerler gibi diğer dalga boylarındaki lazerler öncelikle yumuşak doku lazerleri olduğundan porselen restorasyonların sökümünde etkili veya güvenli bir şekilde kullanılamazlar. Er:YAG lazer ile tam seramik veneerlerin

sökümü tam seramik kuronların sökümüne kıyasla daha az zaman ve daha az enerji gerektirir. Diğer yandan bu tekniğin kullanılabilmesi için restorasyonun rezin simanlar ile simante edilmesi gereklidir; cam iyonomer, çinko fosfat siman gibi geleneksel simanlar ile simante edilen restorasyonların lazerle sökümü uygun değildir. Glenn ve arkadaşları debonding için lazer değerlerini su soğutması olmadan 1,5 W ve su soğutması altında 6W aralığında olduğunu bildirmişlerdir. Cam matris seramikler için önerilen 5 – 6 W gücünde Er:YAG lazerin su soğutmasıyla birlikte uygulanmasıdır. Ayrıca bu yöntemin klinikte kullanımı restorasyonu söküp küçük düzeltmeler yapıp tekrar kullanılmasına imkân sağladığından hem hekim hem hasta için maliyet ve zamandan tasarruf edilmesine olanak sağlar (Glenn ve arkadaşları, 2013). Tablo 3 ve 4’te Er:YAG lazerin laminate veneerlerde ve tam seramik kuronlarda debonding amacıyla kullanıldığı klinik parametreler yol gösterici olması amacıyla paylaşılmıştır.

Tablo 3. Er:YAG Lazer ile veneer debonding vakaları

Çalışma	Vaka	Seramik	Lazer	Lazer parametreleri	Lazer uygulanma süresi
Van As, 2012	35 yaşında Kadın	Lösit	Er:YAG (2940 nm)	30 Hz 175 mJ 5.25 W Su	30 – 60 sn
Van As, 2012	45 yaşında Kadın	Belirtilmemiş	Er:YAG (2940 nm)	30 Hz 175 mJ 5.25 W Su	Belirtilmemiş
Kursoğlu ve Gursoy, 2013	38 yaşında Kadın	Lösit	Er:YAG (2940 nm)	20 Hz 320 mJ Su	9sn
Kursoğlu ve Gursoy, 2013	66 yaşında Erkek	Lösit	Er:YAG (2940 nm)	20 Hz 320 mJ Su	9sn
Broome PJ ve ark., 2007	40 yaşında Kadın	Feldspatik	Er, CR:YSGG	25 Hz 4W	15 sn

Tablo 4. Er:YAG Lazer ile kuron debonding vakaları

Çalışma	Vaka	Seramik	Lazer	Lazer Parametreleri	Lazer uygulanma süresi
Van As, 2012	40 yaşında Kadın	LDS	Er:YAG (2940 nm)	6W 30 Hz 200 mJ Su	60 sn bukkal 60 sn palatinal
Glenn A, 2013	52 yaşında Erkek	LDS	Er:YAG (2940 nm)	10 Hz 100 mJ Su	40 sn bukkal 10 sn palatinal
Glenn A, 2013	37 yaşında Kadın	LDS	Er:YAG (2940 nm)	30 Hz 200 mJ Su	30 sn bukkal 10 sn palatinal
Cranska ve arkadaşları, 2013	59 yaşında Kadın	Monolitik zirkonya	Er:YAG (2940 nm)	2W 15Hz 135mJ	<60 sn
Cranska ve arkadaşları, 2013	Belirtilmemiş	Zirkonya altyapılı porselen	Er:YAG (2940 nm)	1,6W 8Hz 200mJ (Kontakt uç)	15 sn
Cranska ve arkadaşları, 2013	Belirtilmemiş	Lösit	Er:YAG (2940 nm)	2W 15Hz 135mJ (kontakt uç)	Belirtilmemiş
Cranska ve arkadaşları, 2015	40 yaşında Erkek	LDS	Er:YAG (2940 nm)	3W 15Hz 200mJ (kontakt uç)	Belirtilmemiş
Cranska ve arkadaşları, 2015	49 yaşında Erkek	Monolitik zirkonya	Er:YAG (2940 nm)	2W 15Hz 135mJ	<120 sn
Cranska ve arkadaşları, 2015	68 yaşında Kadın	Zirkonya destekli porselen	Er:YAG (2940 nm)	3W 15Hz 200mJ (kontakt uç)	Belirtilmemiş
Spath ve Smith, 2017	Belirtilmemiş	Belirtilmemiş	Er:YAG (2940 nm)	5W 15 Hz 600 mJ	120

Tartışma ve Sonuç

1. Lazer ile debonding prosedürü tam seramik sistemlerin bağlanma dayanımını azaltarak, restorasyona ve destek diş dokusuna zarar vermeden çıkarılmasına imkan sağlar.
2. Lazer ile debonding prosedürü restorasyonu sağlam bir şekilde söküp küçük düzeltmeler yapıp tekrar kullanılmasına imkan sağladığından hem hekim hem hasta için maliyet ve zamandan tasarruf edilmesine olanak sağlamaktadır.
3. Lazer ile debonding prosedüründe dikkat etmemiz gereken pek çok faktör vardır;
 - Kullanılan lazer tipi
 - Uygulanan güç, enerji, frekans
 - Uygulama esnasında su uygulanması
 - Lazer ucunun seramik yüzeyine olan uzaklığı
 - Lazerin uygulanma süresi
 - Tam seramik türü ve kalınlığı
 - Restorasyon çeşidi
 - Restorasyonun bulunduğu bölge
4. Debonding amacıyla hidroksiapatit ve suda absorpsiyonları yüksek olduğundan erbiyum lazerlerin (Er:Cr:YSGG (2780 nm) ve Er:YAG (2940 nm)) kullanımı önerilmektedir. Fakat lazerin hangi parametrelerde kullanılacağı hakkında görüş birliği için daha çok çalışma yapılmasına ihtiyaç vardır.
5. Debonding işlemi sırasında pulpa etrafında kritik derecelerde ısı artışına sebep olmamak için muhakkak hava/su soğutması ile kullanımı önerilmektedir.
6. Seramik restorasyonun kalınlığı arttıkça lazer frekansının artırılması önerilmektedir.

Kaynaklar

1. Albalkhi M, Swed E, Hamadah O. Efficiency of Er:YAG laser in debonding of porcelain laminate veneers by contact and non-contact laser application modes (In vitro study). *J Esthet Restor Dent* 2018;1-6. DOI: 10.1111/jerd.12361
2. Azzeh E and Feldon PJ. Laser debonding of ceramic brackets: a comprehensive review. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2003;123(1):79-83.
3. Broome PJ. Utilization of an Er, Cr:YSGG laser for the removal of all-ceramic restorations. *Pract Proced Aesthet Dent* 2007;19(1):23–5.
4. Bulut AC, Atsü SS. The effect of repeated bonding on the shear bond strength of different resin cements to enamel and dentin. *J Adv Prosthodont* 2017;9:57-66
5. Coluzzi DJ. An overview of laser wavelengths used in dentistry. *Dent Clin North Am* 2000; 44:753-765.
6. Cranska JP. Laser removal of all-ceramic restorations. Solving a difficult clinical challenge. *Dent Today* 2015;34:110–3.
7. Cranska JP. Removing all-ceramic restorations with lasers. *Dent Today* 2013;32(6):101–2. 104.
8. Feldon, P.J., Murray, P.E., Burch, J.J., Meister, M. A., Freedman MA. Diode Laser Debonding of Ceramic Brackets. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2010;138:458–62.
9. Fidan Alakuş Sabuncuoğlu, Şeyda Erşahan, Ergül Ertürk. DEBONDING OF CERAMIC BRACKETS BY ER:YAG LASER. *J Istanbul Univ Fac Dent* 2016;50(2):24-30. <http://dx.doi.org/10.17096/jiufd.39114>
10. Fried D, Shouri N, Breunig T, Shori R. Mechanism of water augmentation during IR laser ablation of dental enamel. *Lasers Surg Med* 2002;31(3):186-93.
11. Glenn A. van As. Using the Erbium Laser to Remove Porcelain Veneers in 60 Seconds minimally Invasive, Efficient, and Safe. *J Cosmet Dent.* 2013;28(4):20– 34.
12. Gracis S, Thompson VP, Ferencz JL, Silva NS, Bonfante EA. New Classification system for all-ceramic and ceramic-like restorative materials. *Int J Prosthodont* 2015;28:227–235.
13. Gurney ML, Sharples SD, Phillips WB, Lee DJ. Using an Er, Cr: YSGG laser to remove lithium disilicate restorations: A pilot study. *J Prosthet Dent* 2016;115(1):90–4.
14. Hayakawa K. Nd:YAG laser for debonding ceramic orthodontic brackets. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2005;128:638–47.
15. Iseri U, Oztoprak MO, Ozkurt Z, Kazazoğlu E, Arun T. Effect of Er:YAG laser on debonding strength of laminate veneer. *Eur J Dent* 2004;8(1): 58-62. doi: 10.4103/1305-7456.126243
16. Jelinkova H, Sulc J, Dostalova T, Koranda P, Nemeč M, Hofmanova P, Bracket debonding by mid-infrared laser radiation. *Laser Phys Lett* 2009;6(3):222-228.
17. Kumbuloğlu O, Lasilla LVJ, User A, Toksavul S, Vallittu PK. Shear bond strength of composite resin cements to lithium disilicate ceramics. *J Oral Rehabil* 2005; 32; 128–133
18. Kursoglu P, Gursoy H. Removal of fractured laminate veneers with Er:YAG laser: report of two cases. *Photomed Laser Surg* 2013;31(1): 41–3.
19. Morford CK, Cm DDS, Buu NCH, Nb DMD, Rechmann BMT. Er:YAG Laser Debonding of Porcelain Veneers. 2011;974:965–74.
20. Nalbantgil D, Tozlu M, Oztoprak MO. Pulpal Thermal Changes following Er-YAG Laser Debonding of Ceramic Brackets. *ScientificWorldJournal.* 2014;2014:912429. doi: 10.1155/2014/912429.
21. Obata A, Tsumura T, Niwa K, Ashizawa Y, Deguchi T IM. Super pulse CO2 laser for bracket bonding and debonding. *Eur J Orthod.* 1999;21:193–8.

22. Oztoprak MO, Nalbantgil D, Erdem AS, Tozlu M, Arun T. Debonding of ceramic brackets by a new scanning laser method. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2010;138(2):195–200.
23. Oztoprak MO, Tozlu M, Iseri U, Ulkur F, Arun T. Effects of different application durations of scanning laser method on debonding strength of laminate veneers. *Lasers Med Sci.* 2012;27(4):713–6.
24. Pich O, Franzen R, Gutknecht N, Wolfart S. Laser treatment of dental ceramic/cement layers: transmitted energy, temperature effects and surface characterisation. *Lasers Med Sci.* 2013;1–7.
25. Rechmann P, Buu NC, Rechmann BM, Finzen FC. Laser all-ceramic crown removal and pulpal temperature—a laboratory proof-of-principle study. *Lasers Med Sci.* 2015;30(8):2087–93. doi: 10.1007/s10103.015.1738-1.
26. Rechmann P, Buu NC, Rechmann BM, Le CQ, Finzen FC. FJ. Laser all – ceramic crown removal-A laboratory proof-of-principle study-Phase 1 material characteristics. *Lasers Surg Med.* 2014;46:628–35.
27. Rechmann P., Buu NC., Rechmann BM. FF. Laser all-ceramic crown removal-a laboratory proof-of-principle study-phase 2 crown debonding time. *Lasers Surg Med.* 2014;643:636–43.
28. Rickabaugh JL., Marangoni RD. MK. Ceramic bracket debonding with the carbon dioxide laser. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 1996;110:388–93.
29. Sari T, Tuncel I, Usumez A. Transmission of Er:Yag laser through different dental ceramics. *Photomed Laser Surg.* 2013; 32(1):37-41. DOI: 10.1089/pho.2013.3611
30. Sarp, A.S., and Gulsoy M. Ceramic bracket debonding with ytterbium fiber laser. *Lasers Med Sci* 2010;26:577–84.
31. Spath A, Smith C. Removal of modern ceramics. *Compend Contin Educ Dent* 2017;38(5):326–33.
32. Stern RH, Sognnaes RF, Goodman F. Laser effect on in vitro enamel permeability and solubility. *J Am Dent Assoc* 1966; 78:838-843.
33. Strobl, K., Bahns, T.L., Willham, L., Bishara, S.E. A, Stwalley WC. Laser-aided debonding of orthodontic ceramic brackets. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1992;101:152–8.
34. Tak O, Sari T, Malkoc MA , Altintas S, Usumez A, Gutknecht N. The Effect of Transmitted Er:YAG Laser Energy Through A Dental Ceramic on Different Types of Resin Cements. *Lasers Surg Med* 2015; 47:602–607.
35. Tocchio RM, Williams PT, Mayer FS SK. Laser debonding of ceramic orthodontic brackets. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 1993;103:155–62.
36. Van As G. Laser removal of porcelain veneers. *Dent Today* 2012;31 (9):84, 86, 88–9.
37. Zhang Y, Rocca J, Fornaini C, Zhen Y, Zhao Z, Merigo E. Er:YAG Laser Debonding of Porcelain Laminate Veneers. *Preprints* 2018; 201.806.0086 (doi: 10.20944/preprints201.806.0086.v1).