



LAZER SİSTEMLERİNİN PROTETİK DİŞ TEDAVİSİNDE KULLANIM ALANLARI

USES OF LASER SYSTEM IN PROSTHODONTICS ABSTRACT

Prof. Dr. Zeynep YEŞİL DUYMUŞ* Yrd. Doç. Dr. İpek ÇAĞLAR*
Yrd. Doç. Dr. Sabit Melih ATEŞ*

Makale Kodu/Article code: 2064
Makale Gönderilme tarihi: 11.01.2015
Kabul Tarihi: 07.04.2015

ÖZET

Lazer sistemlerinin diş hekimliği alanındaki kullanımları bu sistemlerdeki teknolojik gelişmelere paralel olarak gün geçtikçe artmaktadır. Farklı dalga boylarına sahip lazer ışınları ile değişik tedaviler yapılabilmekte ve konvansiyonel tekniklere alternatif tedavi seçenekleri sunulmaktadır. Bu derlemede protetik tedavilerin klinik ve laboratuvar aşamalarında kullanılan lazer sistemlerin avantaj ve dezavantajları hakkında bilgi verilmiştir.

Anahtar kelimeler: Lazer, Klinik Uygulamalar, Laboratuvar Uygulamaları

ABSTRACT

Following the technological developments in recent years, applications of laser systems in dentistry have increased day after day. Several treatments can be performed with lasers at specific wavelengths and laser systems present alternative treatments options to conventional treatments. The aim of this review is to give information about the laser systems that used in both clinical and laboratory stages in prosthodontics dentistry and advantages and disadvantages of this systems.

Key Words: Laser, Clinical Use, Laboratory Use

GİRİŞ

Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation kelimesinin baş harflerinden oluşan lazer 'Stimule edilmiş radyasyon yayılımı ile ışık güçlendirilmesi' anlamına gelmekte ve Albert Einstein'ın 1900'lü yıllarda ortaya attığı fotonlar ve uyarılmış emisyon ile ilgili fiziksel prensiplere dayanmaktadır.¹

Silah ve telekomünikasyon alanında² piyasaya giren lazer sistemlerinin diş hekimliğinde ilk kullanımları Stern ve Sognaes³ ile Goldman ve arkadaşları⁴ tarafından 1964 yılında dişin sert dokularında olmuş, 1985 yılında ise neodmiyum: İttriyum Alüminyum Garnet (Nd:YAG) lazerler diş çürüklerinin temizlenmesinde, ilerleyen yıllarda ise yumuşak doku cerrahisinde kullanılmaya başlamışlardır.⁵

Günümüzde ise diş hekimliğinde lazer sistemleri; çürüklerin temizlenmesi, dişetinde ve çene kemiğinde yapılan her türlü cerrahi işlemler, estetik uygulamalar, dişetin şekillendirilmesi, diş renginin ağartıl-

ması, aft ve uçuk tedavileri, dişlerin hassasiyetinin giderilmesi, çene eklemi rahatsızlıkları, çekim sonrası yara iyileşmesi, gingivitis, periodontitis, oral mukoza rahatsızlıkları, pulpa kanallarının sterilizasyonu, implant ve periimplantitis gibi birçok girişimler için kullanılmaktadır.⁶

Diş hekimliğinde kullanılan lazer sistemlerinin sınıflandırılması:

Değişik tipte lazer sistemleri bulunmakla birlikte diş hekimliğinde kullanılan lazer sistemleri yumuşak ve sert doku lazerleri olmak üzere iki gruba ayrılmaktadır.⁷⁻¹²

Lazer sistemlerinin protetik diş tedavisinde kullanım alanları:

Protetik tedavilerin klinik safhalarında sert ve yumuşak doku lazerleri tercih edilirken¹³ laboratuvar uygulamalarında sadece sert doku lazerleri kullanılmaktadır.^{14,15}

* Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı



Tablo 1. Diş Hekimliğinde Kullanılan Lazer sistemleri

	Lazer tipi	Dalga boyu	Kullanım yeri
Görülebilir ışık lazerleri	Argon	488-514 nm	Yumuşak doku
	Diyot	980 nm	Yumuşak doku
	Diyot	810 nm	Yumuşak doku
İnfrared (kızıl ötesi) lazerler	Neodmiyum: İttriyum Alüminyum Garnet (Nd:YAG)	1064 nm	Sert ve yumuşak doku
	Karbondioksit (CO₂)	10600 nm	Yumuşak doku
	Holmium: İttriyum Alüminyum Garnet (Ho:YAG)	2100 nm	Yumuşak doku
	Erbium: İttriyum Alüminyum Garnet (Er:YAG)	2940 nm	Sert doku
	Erbium, krom: İttriyum Skandiyum Galyum Garnet (Er:Cr:YSGG)	2970 nm	Sert doku

a) Lazer sistemlerinin kullanıldığı klinik uygulamalar:

Günümüzde diğer diş hekimliği alanlarında olduğu gibi protez öncesi hazırlık aşamalarında da dental lazerler sıklıkla tercih edilmektedir. Dental lazerler sabit ve hareketli protezlerin yapımından önce ağız hazırlığı aşamasında kullanıldıklarında diğer konvansiyonel yöntemlerden daha kısa sürede iyileşme ve daha az bakteriyel kontaminasyon gibi avantajlar sağlamaktadırlar.^{16,17}

Hareketli protezlerin yapımından önce lazerler; düzensiz alveol kreterinin, torusların, ekzostların, tüberlerdeki çıkıntılar ve desteksiz yumuşak dokuların cerrahi olarak düzeltilmesinde rahatlıkla kullanılabilirler. Nd:YAG, Diyet ve CO₂ lazerler yumuşak dokularda kullanılırken, Erbium lazerler sert dokularda tercih edilmektedirler.¹⁶⁻¹⁸

Lazerin sabit protezlerde kullanım alanları;

Gingival retraksiyon: Retraksiyon için genellikle kullanılan lazer sistemleri Nd:YAG lazer, Er:YAG lazer, CO₂ lazer ve diyet lazerlerdir.¹⁹ Bu sistemler arasında en az kanamaya neden olan diyet lazerlerdir. Konvansiyonel retraksiyon yöntemlerindeki kanama ve

dişeti çekilme oranı %10 iken lazer sistemleri kullanıldığında bu oran %2'lere kadar düşmektedir.²⁰

Lazer ile retraksiyonun avantajı sulkusun sterilize edilmesi, doku büzülmesinin az olması, mükemmel hemostaz sağlanması ve diğer yöntemlere göre nispeten acısız olmasıdır.²⁰

Kuron boyu uzatma: Protetik diş tedavisinde klinik kuron boyu kısa olan dişlerde kuron-köprü restorasyonlarının retansiyonunu arttırmak veya estetik diş hekimliğinde gülüş tasarımı oluşturmak amacı ile uygulanmaktadır.^{21,22} Klinik kuron boyu uzatma işlemi sadece yumuşak dokular ile sınırlı kalırken daha ciddi durumlarda kemiğin şekillendirilmesinin yapılması gerekebilmektedir. Yumuşak dokuları içeren işlemlerde tüm yumuşak doku lazerleri güvenle kullanılabilirken, sert dokuları kapsayan durumlarda ise son yıllarda Erbium lazer sistemleri tercih edilmektedir. Erbium lazer sistemlerinin en büyük avantajı flapsız cerrahiye uygun olmalarıdır.²³ Konvansiyonel olarak flap kaldırılarak krestal kemiğin döner aletlerle aşındırılması ile yapılan kanamalı cerrahi işlemler lazer uygulamasıyla minimum travma ile gerçekleştirilmektedir. Konvansiyonel teknik ile postoperatif yumuşak doku iyileşmesi ve serbest dişeti kenarının stabilizasyonu için 4 ile 6 hafta arasında bir süre beklemek gerekirken Erbium lazer kullanımı ile bu süre 2 haftaya kadar düşebilmektedir.²⁴

Gövde altının şekillendirilmesi: Protetik diş tedavilerinde köprü restorasyonlarında estetik görünüm için köprü gövde dizaynı doğal dişi taklit eden bir çıkış profiline sahip olmalıdır. Bu amaçla yapılan doku düzenlemeleri kanamalı ve iyileşme süresi uzun olan işlemlerdir. Kanamanın kontrol edilebilmesi ve iyileşme süresinin kısa olması nedeniyle lazer sistemlerin kullanımı son yıllarda popüler hale gelmiştir. Bu işlem için sıklıkla CO₂ ve Nd:YAG lazer sistemleri tercih edilmektedir.^{25,26}

Beyazlatma işlemleri: Beyazlatma işlemlerinde lazer sistemlerin tercih edilmesinin sebebi en uygun enerji ile etkili bir beyazlatma sağlanması ve herhangi bir yan etkiye sebebiyet vermemesidir. Beyazlatma uygulamalarında argon, CO₂, Nd:YAG lazerler kullanılabilir ve tetrasiklin renklenmeleri de dahil tüm renklenmeler giderilebilmektedir.²⁷

b) Lazer sistemlerinin kullanıldığı laboratuvar uygulamaları:

Lazer sinterleme:

Hızlı prototip üretim teknikleri olarak da adlan-



dırılan bu yöntem son yıllarda protetik diş tedavisinde kullanım alanı bulmuştur. Yapılan çalışmalarda maksillofasial protezlerin, hareketli bölümlü protezlerin iskelet alt yapılarının ve sabit protetik restorasyonların metal alt yapılarının bu yöntemle elde edilebileceği ortaya konmuştur.²⁸⁻³¹

Lazer sinterleme tekniğinde üretim; modelaj, tipleme, revetmana alma gibi geleneksel döküm işlemleri uygulanarak veya CAD/CAM sistemlerinde olduğu gibi freze cihazları ile blok halindeki malzeme ile şekillendirilerek gerçekleştirilmektedir.³²

Bu yöntemde, ısıldığında kaynaşabilen toz halindeki hammadde (heat fusible powder), ince ve düzgün bir tabaka halinde yayılır. Ardından yüzeyde seçilen bölgeler lazer ışınıyla taranır. Işının yüzeye çarptığı noktalarda oluşan sıcaklıkla, toz malzeme kısmen eriyerek ve/veya sinterlenerek temas halinde olduğu için diğer toz taneleri ile kaynaşır. Sonuç olarak, toz haline getirilmiş malzeme üst üste tabakalar halinde yığılarak ve birbirine bağlanarak ürün elde edilir.^{31,33,34}

Lazer sinterleme yöntemleri kendi içinde de seçici lazer sinterleme (SLS), direkt metal lazer sinterleme (DLMS) ve seçici lazer eritme (SLM) yöntemleri olarak alt dallara ayrılır.¹⁴

Hızlı prototip üretim teknikleri ile ana parçadan malzeme uzaklaştırmak yerine malzemeyi yığarak üretim yapılmakta ve CAD/CAM sistemlerinden daha ucuz üretim yapılabilmektedir.³² Tek seferde 90 üyeye kadar metal alt yapı üretimi yapılabilen bu yöntem, döküm işlemine göre daha az düzeltme gerektirdiğinden zaman avantajı sağlamaktadır.³⁵

Yapılan bir çalışmada lazer sinterleme tekniği ile arka bölgede hazırlanan 60 tek üye metal seramik kuronun in-vivo başarısı takip edilmiş ve 47 aylık takip sonucunda elde edilen %98.3 başarının umut verici olduğu belirtilmiştir.³⁶ Uçar ve arkadaşları,³⁵ konvansiyonel döküm işlemi ve lazer sinterleme ile üretilen metal alt yapıların internal uyumlarını karşılaştırdıkları çalışmalarında, iki yöntem arasında belirgin bir fark bulamamışlar ve lazer sinterleme yönteminin klinik olarak güvenilir bir yöntem olduğunu belirtmişlerdir.

Lazer sinterleme ile elde edilen metal alt yapılar ve veneer seramiği arasındaki bağlantının değerlendirildiği bir çalışmada lazer sinterleme yönteminin alt yapı üretimi için uygun olduğu ifade edilmiştir.³¹ Fiber lazerler lazer sinterlemede kullanılabilen lazer sistemleridir.³³

Lazerin lehimleme işleminde kullanımı:

Lehimleme işlemi, iki komşu metal yüzeyin ara doldurucu materyal kullanılmadan veya kullanılarak birleştirilmesidir. Lehimleme işlemi sırasında kullanılan ara materyalin erime noktasının birleştirilecek yüzeylerden daha düşük olmasına dikkat edilmelidir.³⁷ Lazer ile lehimleme kızıl ötesi ışık spektrumu kullanımına dayalı bir teknolojidir. Lehim bölgesindeki ısı oranını arttırarak metalin lokal olarak erimesi sağlanmaktadır. Nd:YAG lazerler dental alaşımların lehimlemesinde kullanılabilen lazer sistemleridir.³⁸⁻⁴¹

Lazerle lehim yapıldığında zamandan tasarruf sağlanır ayrıca ara materyal kullanılmadığı için homojen bir yapı elde edilir. Bunların dışında lazerle lehimleme mekanik dayanıklılık ve düşük deformasyon gibi avantajlar sunar.^{42,43}

Konvansiyonel lehim tekniklerinde karşılaşılan sorunların başında korozyon sonucu oral kaviteye salınan metalik iyonlar neticesinde gelişen alerji ve lokal toksisite reaksiyonları gelmektedir.⁴³

Yapılan çalışmalarda; lazer sistemi ile yapılan lehimleme işleminden sonra elde edilen kültür sonuçlarında konvansiyonel tekniğe göre daha az sitotoksite ve hücre kaybı meydana geldiği saptanmıştır.⁴⁴⁻⁴⁶

Mekanik dayanıklılığın değerlendirildiği çalışmalarda lazerle lehimleme ile elde edilen mekanik dayanıklılık değerlerinin konvansiyonel lehimlemeden daha fazla olduğu görülmüştür.^{47,48}

Lazerle pürüzlendirme:

Kullanım alanları her geçen gün artan lazerler ile ilgili ilk pürüzlendirme çalışmalarının genellikle dişler ile ilgili olduğu görülmektedir.^{12,49,50} Seramiklerin yüzeyine lazer ilk olarak Folwaczny ve arkadaşları⁵¹ tarafından uygulanmıştır. Lazer enerjisinin oluşturacağı ısı ile seramik yüzeyini düzleştirme ve parlatılmış yüzey elde etmek isteyen araştırmacılar; farklı seramik sistemleri üzerinde farklı lazer sistemlerini kullanmışlar, lazer işlemlerinden sonra hiçbir yüzeyin tamamen düzleşmediğini aksine mikro çatlakların, kabarıklıkların oluştuğunu ve homojen olmayan bir yüzey elde edildiğini belirtmişlerdir.^{49,50}

Protetik diş tedavisinde kullanılan materyallerin pürüzlendirilmesi amacıyla farklı lazer sistemleri kullanılarak çalışmalar yapılmıştır. Kim ve Cho'nun⁵² yaptıkları çalışmada titanyum ve seramik ara yüzey bağlantısını arttırmak için farklı yüzey işlemleri uygulanmışlar, Nd:YAG lazerle pürüzlendirmenin asitle



pürüzlendirmeye göre bağlantı dayanımını arttırdığını, kumlama ve lazerle pürüzlendirme arasında ise bir fark olmadığını belirtmişlerdir. Seramik yüzeylerinin pürüzlendirilmesinin rezin siman bağlantısına etkisinin incelendiği bir çalışmada, en yüksek bağlantı dayanımını Hidroflorik asit (HF) ile pürüzlendirme yapılan örneklerin, en düşük bağlantı dayanımını ise Er:YAG lazer ile pürüzlendirilen örneklerin gösterdiği ifade edilmiştir.⁵³

Zirkonya seramik yüzeylerinin pürüzlendirilmesi amacı ile değişik lazer sistemleri kullanılmıştır.⁵³⁻⁵⁶ Nd:YAG lazerlerin zirkonya seramikler için etkili bir yüzey pürüzlülüğü oluşturduğunu ifade eden çalışmalar^{57,58} olduğu gibi, zirkonya seramiklerin mekanik direncini düşürdüğünü ve yüzeyde çatlaklar meydana getirdiğini belirten çalışmalar da bulunmaktadır.⁵⁸

Ural ve arkadaşları⁵⁹ tarafından CO₂ lazerlerin rezin siman bağlantısında etkili olacak şekilde zirkonya seramiklerin yüzeyini pürüzlendirdiği ve retantif alanlar oluşturduğu belirtilmiştir. Er:YAG, Nd:YAG ve CO₂ lazer sistemlerinin farklı enerji ve gücünün zirkonya seramikler üzerindeki etkisinin incelendiği bir çalışmada, üç lazer sisteminin de mekanik retansiyona etkisinin olduğu gücün bağlantı direncini enerjiden daha fazla etkilediği saptanmıştır⁵⁶ Başka bir çalışmada ise Er:YAG ve CO₂ lazerlerin tek başına zirkonya seramiklerde yüzey pürüzlendirme için uygun lazer sistemleri olduğu ifade edilmiştir.⁶⁰ Cavalcanti ve arkadaşları⁶¹ yaptıkları çalışmada zirkonya seramik yüzeyleri ile rezin siman arasındaki bağlantı dayanımını incelemişler ve aldıkları SEM örneklerinde lazerle pürüzlendirmenin kumlama kadar etkili bir yöntem olmadığını saptamışlardır.

KAYNAKLAR

1. Mercer C. Lasers in Dentistry: A Review. Part 1. Dent Update 1996;23:74-80.
2. Absten GT. Lasers in Medicine. 2 ed. USA; Chapman&Hall:1998.p.80.
3. Stern RH, Sognaes RF. Laser Inhibition of Dental Caries Suggested by First Tests in Vivo. J Am Dent Assoc 1972;85:1087-90.
4. Goldman L, Hornby P, Meyer R, Goldman B. Impact of The Laser on Dental Caries. Nature 1964;25:203-17.
5. Yiğit ŞB, Gürsel M. Periodontolojide Lazer. SÜ Diş Hek Fak Derg 2007;16:67-73.
6. Convissar RA. Principles and Practice of Laser Dentistry. Mosby Elsevier, St. Louis, Missouri, 2011.p.1-26.
7. Cassoni A, Youssef MN, Prokopowitsch I. Bond Strength of a Dentin Bonding System Using Two Techniques of Polymerization: Visible-Light and Argon Laser. Photomed Laser Surg 2005;23:493-7.
8. Moritz A, Gutknecht N, Doertbudak O, Goharkhay K, Schoop U, Schauer P, Sperr W. Bacterial Reduction in Periodontal Pockets Through Irradiation with A Diode Laser: A Pilot Study. J Clin Laser Med Surg 1997;15:33-7.
9. Raffetto N, Gutierrez T. Lasers İn Periodontal Therapy, A Five-Year Retrospective. J California Dental Hygiene Assoc 2001;16:17-20.
10. Tuncer I, Ozçakır TC, Sencift K, Cöloğlu S. Comparison of Conventional Surgery And CO₂ Laser On Intraoral Soft Tissue Pathologies And Evaluation of The Collateral Thermal Damage. Photomed Laser Surg 2010;28:75-9.
11. Kautzky M, Susani M, Steurer M, Schenk P. Soft-Tissue Effects of the Holmium:YAG Laser: An Ultrastructural Study on Oral Mucosa. Lasers Surg Med 1997;20:265-71.
12. Dunn WJ, Davis JT, Bush AC. Shear Bond Strength and SEM Evaluation of Composite Bonded to Er:YAG Laser Prepared Dentin and Enamel. Dent Mater 2005;21:616-24.
13. Şen S, Kunt EG, Ceylan G. Lazerler ve Protez Öncesi Uygulama Alanları. EÜ Diş Hek Fak Derg 2010;31:1-8
14. Yüksel E, Zaimoğlu A. Hızlı Prototip Üretim Teknolojileri ve Diş Hekimliğinde Kullanımı: Olgu Sunumu. Cumhuriyet Dent J 2012;14:225-9.
15. Atik E, Çiğer S. Güncel Lehimleme Tekniği: Lazer Lehimleme. Atatürk Üniv. Diş Hek Fak Derg 2013;23:138-44.
16. Kesler G. Clinical Applications of Lasers During Removable Prosthetic Reconstruction. Dent Clin North Am 2004;48:963-9.
17. Strauss R. Lasers in Oral and Maxillofacial Surgery. Dent Clin North Am 2000;44:851-73.
18. Wigdor H, Walsh J, Featherstone JDB, et al. Lasers in Dentistry. Lasers Surg Med 1995; 16:103-33.
19. Kamath R., Sarandha DL., Baid GC. Advances in Gingival Retraction. Int J Clin Dent Sci 2011;2:64-7.



20. Prasad KD, Hedge C, Agraval G, Shetty M. Gingival Displacement in Prosthodontics. A Critical Review of Existing Methods. *J Interdiscip Dent* 2011;1:80-6.
21. Palomo F, Kopczyk RA. Rationale and Methods for Crown Lengthening. *J Am Dent Assoc* 1978;96:257-60.
22. Miller PD Jr. Regenerative and Reconstructive Periodontal Plastic Surgery. *Mucogingival Surgery. Dent Clin North Am* 1988;32:287-306.
23. Flax HD, Radz GM. Closed-Flap Laser-Assisted Esthetic Dentistry Using Er:YSGG Technology. *Compend Contin Educ Dent*. 2004;25:628-30.
24. Deas DE, Moritz AJ, McDonnell HT, Powell CA, Mealey BL. Osseous Surgery for Crown Lengthening: A 6-Month Clinical Study. *J Periodontol* 2004;75:1288-94.
25. Myers TD. The Future of Lasers in Dentistry. *Dent Clin North Am* 2000;44:971-80.
26. Tavares M, Stultz J, Newman M, et al. Light Augments Tooth Whitening With Peroxide. *J Am Dent Assoc* 2003;134:167-75.
27. Uyar HA. Dental Lazerler ve Sert Doku Uygulamaları. *Gülhane Tıp Derg* 2013;55:70-5.
28. Williams RJ, Bibb R, Eggbeer D, Collins J. Use of CAD/CAM Technology to Fabricate A Removable Partial Denture Framework. *J Prosthet Dent* 2006;96:96-9.
29. Williams RJ, Bibb R, Rafik T. A Technique For Fabricating Patterns for Removable Partial Denture Frameworks Using Digitized Casts And Electronic Surveying. *J Prosthet Dent* 2004;91:85-8.
30. Wu G, Zhou B, Bi Y, Zhao Y. Selective Laser Sintering Technology for Customized Fabrication of Facial Prostheses. *J Prosthet Dent* 2008;100:56-60.
31. Akova T, Ucar Y, Tukay A, Balkaya MC, Brantley WA. Comparison of The Bond Strength of Laser-Sintered and Cast Base Metal Dental Alloys To Porcelain. *Dent Mater* 2008;24:1400-4.
32. Santos EC, Shiomi M, Osakada K, Laoui T. Rapid Manufacturing of Metal Components By Laser Forming. *International Journal of Machine Tools & Manufacture* 2006;46:1459-68.
33. Strub JR, Rekow ED, Witkowski S. Computer-Aided Design And Fabrication of Dental Restorations: Current Systems And Future Possibilities. *J Am Dent Assoc* 2006;137: 1289-96.
34. Mangano FG, Cirotti B, Sammons RL, Mangano C. Custom-Made, Root-Analogue Direct Laser Metal Forming Implant: A Case Report. *Lasers Med Sci* 2012;27:1241-5.
35. Uçar Y, Akova T, Akyil MS, Brantley WA. Internal Fit Evaluation of Crowns Prepared Using A New Dental Crown Fabrication Technique: Laser-Sintered Co-Cr Crowns. *J Prosthet Dent* 2009;102:253-9.
36. Abou Tara M, Eschbach S, Bohlsen F, Kern M. Clinical Outcome of Metal-Ceramic Crowns Fabricated with Laser-Sintering Technology. *International Journal of Prosthodontics* 2011;24: 46-8.
37. Zupancic R, Legat A, Funduk N. Tensile Strength and Corrosion Resistance of Brazed And Laser-Welded Cobalt-Chromium Alloy Joints. *J Prosthet Dent* 2006;96:273-82.
38. Liu J, Watanabe I, Yoshida K, Atsuta M. Joint Strength of Laser Welded Titanium. *Dent Mater* 2002;18:143-8.
39. Rocha R, Pinheiro AL, Villaverde AB. Flexural Strength of Pure Ti, Ni-Cr And Co-Cr Alloys Submitted to Nd:YAG Laser or TIG Welding. *Braz Dent J* 2006;17:20-3.
40. Srimaneepong V, Yoneyama T, Kobayashi E, Doi H, Hanawa T. Mechanical Strength And Microstructure of Laser-Welded Ti-6Al-7Nb Alloy Castings. *Dent Mater J* 2005; 24:541-9.
41. Watanabe I, Baba N, Chang J, Chiu Y. Nd:YAG Laser Penetration Into Cast Titanium And Gold Alloy With Different Surface Preparations. *J Oral Rehabil* 2006;33:443-6.
42. Santos M, Acciari HA, Vercik LCO, Guastaldi AC. Laser Weld: Microstructure And Corrosion Study of Ag-Pd-Au-Cu Alloy Of The Dental Application. *Mater Let* 2003;57:1888-93.
43. Bertrand C, Petitcorps L, Albingre L, Dupuis V. The Laser Welding Technique Applied To The Non-Precious Dental Alloys: Procedure And Results. *Brit Dent J* 2001;190:255-7.
44. Solmi R, Martini D, Zanarini M, Isaza Penco S, Rimondini L, Carinci P. Interactions of Fibroblasts With Soldered And Laser-Welded Joints. *Biomaterials* 2004;25:735-40.
45. Vannet B, Hanssens JL, Wehrbein H. The Use of Three-Dimensional Oral Mucosa Cell Cultures To Assess The Toxicity of Soldered And Welded Wires. *European Journal of Orthodontics*



- 2007;29:60-6.
46. Sestini S, Notarantonio L, Cerboni B, Alessandrini C, Fimiani M, Nannelli P. In Vitro Toxicity Evaluation of Silver Soldering, Electrical Resistance, And Laser Welding of Orthodontic Wires. Eur J Orthod 2006;28:567-72.
47. Bock JJ, Bailly J, Gernhardt CR, Fuhrmann RA. Fracture Strength of Different Soldered And Welded Orthodontic Joining Configurations With And Without Filling Material. J Appl Oral Sci 2008;16:328-35.
48. Bock JJ, Bailly J, Fuhrmann RA. Effects of Different Brazing And Welding Methods On The Fracture Load of Various Orthodontic Joining Configurations. J Orthod 2009;36:78-84.
49. Usumez A, Aykent F. Bond Strengths of Porcelain Laminate Veneers To Tooth Surfaces Prepared With Acid And Er,Cr:YSGG Laser Etching. J Prosthet Dent 2003;90: 24-30.
50. İşeri U, Özkurt Z, Kazazoğlu E, Küçükoğlu D. Influence of Grinding Procedures On The Flexural Strength Of Zirconia Ceramic. Braz Dent J 2010;21:528-32.
51. Folwaczny M, Mehl A, Haffner C, Hickel R. Polishing And Coating of Dental Ceramic Materials With 308 Nm Xecl Excimer Laser Radiation. Dent Mater 1998;14:186-93.
52. Kim J.T, Cho S.A. The Effects of Laser Etching On Shear Bond Strength At The Titanium Ceramic Interface. J Prosthet Dent 2009;101:101-6.
53. Akyıl Ş, Karaalioğlu O, Duymuş YZ. Feldspatik Seramiğe Rezin Simanın Kesme Bağlanma Direncine Asit, Er:YAG Ve Nd:YAG Lazer Uygulamaları ve Silanizasyonunun Etkisi. Atatürk Üniv Dış Hek Fak Derg 2008;35:87-93.
54. Pittayachawan P, Mcdonald A, Petrie A, Knowles JC. The Biaksiyel Flexural Strength and Fatigue Property of LAVA Y-TZP Dental Ceramic. Dent Mater 2007;23:1018-29.
55. Cavalcanti AN, Pilecki P, Foxton RM, Watson TF, Oliveira MT, Gianinni M, Marchi GM. Evaluation of The Surface Roughness and Morphologic Features of Y-TZP Ceramics After Different Surface Treatments. Photomed Laser Surg 2009;27:473-9.
56. Kürklü D. Zirkonyum Alt Yapılı Porselen Restorasyonların Tamirinde Kullanılan Kompozitin Bağlantı Direnci Üzerine Yüzey İşlemlerinin Etkisinin İncelenmesi. Doktora Tezi. Atatürk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Erzurum. 2011
57. Spohr AM, Borges GA, Júnior LH, Mota EG, Oshima HM. Surface Modification of In-Ceram Zirconia Ceramic by Nd:YAG Laser, Rocatec System, or Aluminum Oxide Sandblasting And Its Bond Strength To A Resin Cement. Photomed Laser Surg 2008;26:203-8.
58. Noda M, Okuda Y, Tsuruki J, Minesaki Y, Takenouchi Y, Ban S. Surface Damages of Zirconia by Nd:YAG Laser İrradiation. Dent Mater J 2010;29:536-41.
59. Ural Ç, Külünk T, Külünk Ş, Kurt M. The Effect of Laser Treatment on Bonding Between Zirconia Ceramic Surface And Resin Cement. Acta Odontol Scand 2010;68:354-9.
60. Akyıl MS, Uzun İH, Bayındır F. Bond Strength of Resin Cement To Yttrium-Stabilized Tetragonal Zirconia Ceramic Treated With Air Abrasion, Silica Coating, And Laser İrradiation. Photomed Laser Surg 2010;28:801-8.
61. Cavalcanti AN, Foxton RM, Watson TF, Oliveira MT, Giannini M, Marchi GM. Bond Strength of Resin Cements to a Zirconia Ceramic with Different Surface Treatments. Oper Dent 2009;34:280-7.

Yazışma Adresi

Prof. Dr. Zeynep YEŞİL DUYMUŞ
Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi
Dış Hekimliği Fakültesi
Protetik Dış Tedavisi Ana Bilim Dalı,
Rize
Tel: 04642220001
E Mail: zyesilz@hotmail.com

