

Hızlı Prototip Üretim Teknolojileri ve Diş Hekimliğinde Kullanımı: Olgu Sunumu

Application of Rapid Prototyping Technologies in Dentistry: Clinical Report

Ece Yüksel, DDS, Ali Zaimoğlu, DDS, PhD

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

Received: 12 February 2011 Accepted: 31 March 2011

ÖZET

Protetik diş tedavisinde yaygın olarak kullanılan CAD/CAM yöntemlerine yakın zamanda bir yenisi eklenmiştir. ‘Hızlı Prototip Üretim Teknolojileri’ olarak adlandırılan bu sistemler ile sabit restorasyonların metal altyapıları, fasial protezler, cerrahi model ve stentler, titanyum implantlar elde edilebilmektedir. Kayıp mum tekniğine alternatif olan yöntemde, üretilecek olan restorasyonun sanal görüntüsü cihaza aktarılmakta ve lazer ışını ile toz halindeki Cr-Co alaşımı üzerinde, seçilmiş alanlar sinterlenerek, restorasyon tek aşamada, katmanlar halinde üretilmektedir. Bu olgu sunumunda, tek diş eksikliği nedeniyle üç üyeli metal destekli porselen köprü yapımına karar verilen vakada, restorasyonun metal altyapısının fabrikasyonu için kullanılan hızlı prototip üretim teknolojileri, çalışma prensibi ve fabrikasyon aşamaları açıklanmıştır.

Anahtar kelimeler: Sabit bölümlü protezler, hızlı prototipleme, lazer sinterleme

ABSTRACT

A new technique has been recently added to CAD/CAM methods. These systems are called rapid prototyping. With these systems, metal framework of fixed partial dentures, facial prostheses, surgical models and stents, titanium implants can be obtained. In this technique which is an alternative to lost wax method, the virtual image of the restoration is transferred to the device. The laser beam is sintered the selected areas on the Cr-Co alloy powders and the restoration is produced layer by layer at single stage. In this clinical report, the technique, operating principle and fabrication process of rapid prototyping are described by fabricating the metal framework of a three unit metal supported porcelain bridge restoration which was decided to apply to the person with one teeth loss.

Key words: Fixed partial dentures, rapid prototyping, laser sintering

GİRİŞ

Bilgisayar destekli tasarım ve bilgisayar destekli üretim (Computer Aided Design/Computer Aided Manufacturing-CAD/CAM) teknikleri günümüz diş hekimliğinde kron, inlay, onlay ve sabit bölümlü protez yapımında yaygın olarak kullanılmaktadır. Bilinen CAD/CAM yöntemlerine alternatif olarak son yıllarda, ‘Hızlı Prototip Üretim Teknikleri (Rapid Prototyping)’ protetik

diş tedavisinde kullanım alanı bulmuştur.¹ Yapılan çalışmalar fasial protezlerin, hareketli protezlerin iskelet altyapılarının ve sabit restorasyonların metal altyapılarının hızlı prototip üretim teknikleri kullanılarak elde edilebildiğini ortaya koymaktadır.¹⁻⁴

Seçici Lazer Sinterleme (SLS), Direkt Metal Lazer Sinterleme (DMLS) veya Seçici Lazer Eritme (SLM) yöntemleri olarak alt dallara ayrılan bu teknoloji kısaca ‘Lazer Sinterleme (Laser Sintering)’ olarak da adlandırılmaktadır.⁵ Bu yöntemlerde üretim; modelaj, tijeleme, revetmana alma gibi geleneksel döküm işlemleri uygulanarak veya CAD/CAM sistemlerinde olduğu gibi freze cihazları ile blok halindeki malzeme

Ece YÜKSEL
Ankara Üniversitesi
Diş Hekimliği Fakültesi
Protetik Diş Tedavisi A.D.
Beşevler, Ankara, Türkiye
Telefon: +90 533 466 96 32
Faks: +90 312 212 39 54
e-mail: dtyuksel@gmail.com

şekillendirilerek gerçekleştirilmemektedir. Lazer sinterlemede ürün, toz haline getirilmiş malzeme üst üste tabakalar halinde yığılarak ve her toz tabakası lazer ışınından doğan ısı sonucu birbirine bağlanarak ortaya çıkmaktadır.⁶ Bu olgu sunumunda; lazer sinterleme ile elde edilen üç üyeli metal destekli sabit restorasyonun klinik ve laboratuvar aşamaları anlatılmaktadır.

Olgu Sunumu

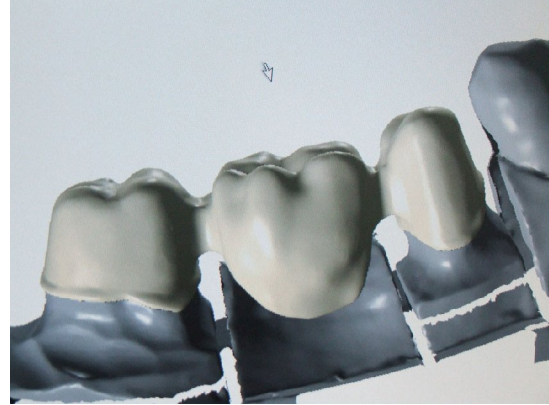
Sağ alt birinci molar diş eksikliği nedeniyle kliniğimize başvurmuş olan 45 yaşındaki erkek hastada, yapılan klinik ve radyolojik muayenenin ardından, üç üyeli metal destekli sabit bir restorasyon yapımına karar verildi. Destek dişlerin preparasyonu chamfer basamak oluşturularak tamamlandı. Retraksiyon işleminin ardından, putty/wash tekniği ile destek dişlerin ölçüsü alındı (Optosil/Xantopren VL, Heraeus Kulzer, Almanya) ve sert alçıdan (Amberok, Anadolu Dental Products, İstanbul, Türkiye) daylı model elde edildi. Hazırlanan model tarayıcı (3Shape A/S, Copenhagen, Danimarka) içerisine yerleştirildi. Destek dişlerin, dişsiz boşluğun ve karşıt arkın üç boyutlu sanal görüntüsü elde edildi (Resim 1).



Resim 1. Destek dişlerin ve dişsiz boşluğun üç boyutlu sanal görüntüsü.

Destek dişlerin sanal görüntüsü üzerinde uygun giriş yolu belirlendi, kole sınırları işaretlendi ve preparasyona bağlı

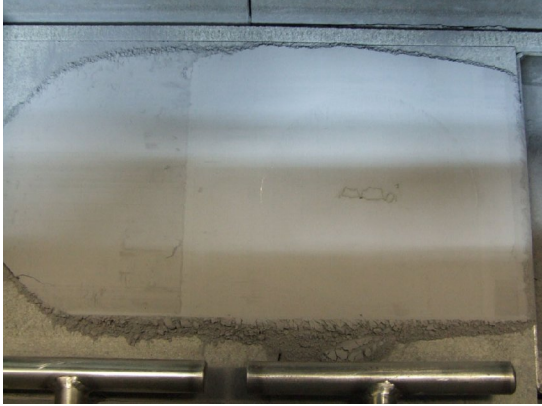
oluşan andırkatlar kapatıldı. Siman film aralığı ayarlandı ve destek dişler üzerine sanal altyapılar yerleştirildi. Kronların metal kalınlığı, gövdenin mezio-distal ve labio-lingual genişliği ayarlandı. Konnektörlerin formu ve konumlarının belirlenmesi ile metal altyapının dizaynı tamamlandı (Resim 2).



Resim 2. Tasarımı tamamlanan metal altyapı.

Elde edilen altyapı tasarımının dijital verileri, hızlı prototip cihazları ile uyumlu olan STL(standart triangulation language) formatına çevrildi. Restorasyonun, üretimin gerçekleşeceği tabla üzerinde dengede durmasını sağlayacak destek ayakların sanal ortamda yerleştirilmesinin ardından veriler SLS cihazına (PM100 Dental System, Phenix Systems, Riom, Fransa) aktarıldı ve altyapının üretimine başlandı.

Üretimin gerçekleşeceği paslanmaz çelik tabla üzerine, minimum 20 µm kalınlığında Cr-Co alaşım tozu (SINT-TECH, Clermont-Ferrand, Fransa) cihaza ait silindirler vasıtasıyla serildi. Toz katmanında, tasarlanan altyapının ilk 20 µm kalınlığına denk gelen kesiti, Yb-fiber lazer ışınından doğan ısı ile toz partikülleri birbirlerine kaynaştırılarak oluşturuldu (Resim 3).

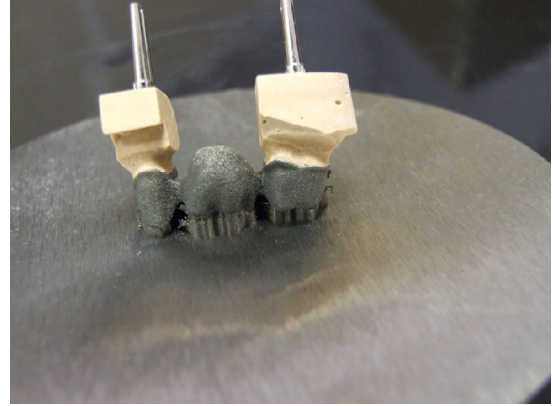


Resim 3. Paslanmaz çelik tabla üzerine serilmiş Cr-Co alaşım tozu.

Partiküller arasındaki bağlantı, sinterleme ile malzemenin erime noktasının altındaki bir sıcaklıkta, tozların birbirlerine temas ettikleri noktalardan başlayarak kaynaşması sonucu gerçekleşti. Daha sonra tabla, 20 µm kadar daha aşağı indirildi ve ikinci toz tabakası ilk tabakanın üzerine serildi. Restorasyonun bu kesite denk gelen formu da lazer ısı ile toz malzeme üzerinde işlendikten sonra tabla bir kat daha aşağı indirildi ve üçüncü 20 µm'lik tabakaya geçildi. Bu şekilde yüzlerce tabaka Cr-Co alaşım tozu, üst üste serilerek tasarlanan restorasyon lazer ısı yardımı ile inşa edildi. İşlem tamamlandığında toz yığını içerisinde gömülü durumda olan ve tablaya destek ayaklar ile bağlı haldeki metal altyapı bir fırça yardımı ile ortaya çıkartıldı (Resim 4,5).



Resim 4. Toz yığını içerisinde gömülü durumda olan altyapı



Resim 5. Tablaya destek ayaklar ile bağlı haldeki altyapı.

Yapımı tamamlanmış olan altyapı, destek ayaklar kesilerek tabladan uzaklaştırıldı, tesviye işlemi sonrasında ağızda prova edildi (Resim 6). Destek dişler ile olan uyumunda sıkıntı gözlenmeyen altyapı üzerine tabakalama yöntemi ile veneer seramiği uygulandı (Noritake Super Porcelain EX-3, Noritake Dental Supply, Nagoya, Japonya). Hastanın doğal dentisyonu ile şekil, konum ve renk uyumunun, karşıt ark ile oklüzal ilişkisinin kontrol edildiği dentin provanın ardından glazelenen restorasyon destek dişler üzerine polikarboksilat siman ile simante edildi (Adhesor Carbofine, Spofa Dental, Frankfurt, Almanya). Altı ay sonra yapılan klinik muayenede; restorasyonun komşu dokular ile olan ilişkisinde herhangi bir uyumsuzluk gözlenmedi.



Resim 6. Metal altyapının ağız içi görünümü.

TARTIŞMA

Hızlı prototip üretim teknikleri ana parçadan malzeme uzaklaştırmak yerine, malzemeyi yığarak üretim yapma özelliği ile günümüz CAD/CAM sistemlerine kıyasla maliyetten büyük ölçüde tasarruf sağlamaktadır.⁶ Ondört üyeli altyapılara kadar tek parça halinde üretimin yapılabildiği sistemde, tek seferde toplam 90 üye metal altyapının fabrikasyonu gerçekleştirilebilmekte, döküm işlemine kıyasla üretim sonrası düzeltmelere daha az gereksinim duyulmakta ve dolayısıyla zamandan da büyük kazanç sağlanmaktadır.⁷

Lazer sinterleme cihazları ile üretilen metal altyapılarda, döküm işlemleri esnasında meydana gelen büzülme ortadan kalkmakta, sahip oldukları boyutsal stabilizasyon sayesinde çok üyeli restorasyonlar destek dişler üzerine pasif olarak yerleşmektedir. Bu cihazlar ile metal alaşımlardan karmaşık şekillere sahip objelerin kolaylıkla üretilebilmesi, bölümlü protezlerin altyapılarının fabrikasyonlarında da kullanılmasını sağlamaktadır.¹

Akova ve ark.,⁴ lazer sinterleme ile elde edilen metal altyapılar ile veneer porseleni arasındaki bağlantı direncini ölçtükleri çalışmalarında, bu yeni tekniğin altyapı üretimi için uygun olduğunu belirtmiş; ancak elde edilen ürünlerin sahip oldukları fiziksel ve kimyasal özelliklere yönelik çalışmaların devam etmesi gerektiğine değinmişlerdir.⁴ Uçar ve ark.,⁷ konvansiyonel döküm işlemi ve lazer sinterleme ile üretilen metal altyapıların internal uyumlarını kıyasladıkları çalışmalarında, iki yöntem arasında belirgin bir farklılık gözlemlenmemiş ve lazer sinterlemenin klinik uygulamalar için güvenilir bir yöntem olduğunu belirtmiştir.⁷

Hastadan alınan manyetik rezonans (MR) ve bilgisayarlı tomografi (CT) verileri doğrultusunda, hızlı prototip üretim cihazları vasıtasıyla facial protezlerin fabrikasyonları da gerçekleş-

tirilebilmektedir. Böylece ölçü almaksızın defekt bölgesiyle uyumlu, boyut, şekil ve kozmetik olarak tatminkar facial protezler üretilebilmektedir.⁸⁻¹⁰ Bunun yanı sıra hastaya ait CT verileri kullanılarak, hızlı prototip üretim cihazları ile hastanın çene modelleri elde edilebilmekte ve çene yüz cerrahi operasyonlarının planlanmasında kullanılmaktadır. Bu sayede maksiller sinüs, burun tabanı, mandibuler kanal, mental foramen gibi anatomik oluşumlar göz önünde bulundurularak ve zarar görmeleri önlenerek operasyonun tamamlanması sağlanmaktadır.¹¹ Bu modeller rehber alınarak oral implant ameliyatlarında kullanılacak olan cerrahi stentler hazırlanabileceği gibi, stentler hızlı prototip cihazları ile direkt olarak da üretilebilmektedir.¹²

Lazer sinterleme cihazlarında metal alaşımlarının kullanılabilmesi; titanyum oral implantların fabrikasyonunu da mümkün kılmaktadır. Mangano ve ark.¹³ yapmış oldukları histolojik çalışmada, lazer sinterleme ile elde edilen implant yüzey topografisine karşı verilen erken kemik cevabını incelemiş ve konvansiyonel implant yüzey topografilerine alternatif olabileceğine değinmiştir.¹³ Traini ve ark.¹⁴ ise; SLS ile üretilen titanyum alaşımı implantların yüzey özelliği, mikroyapısı, kompozisyonu, mekanik özellikleri ve kırılma direnci üzerine bir dizi analiz yapmış ve bu şekilde üretilen implantların, kemik dokunun elastik özellikleri ile daha iyi adaptasyon sergilediğini belirtmiştir.¹⁴

SONUÇ

Sahip oldukları geniş malzeme yelpazesi ve ürün çeşitliliği ile diş hekimliğinde gün geçtikçe daha yaygın kullanım alanı bulan hızlı prototip üretim teknolojileri, metal destekli, sabit restorasyonların fabrikasyonunda zaman ve malzemedeki tasarruf sağlanmakta ve metal altyapılara CAD/CAM hassasiyetini kazandırmaktadır.

KAYNAKLAR

1. Williams RJ, Bibb R, Eggbeer D, Collins J. Use of CAD/CAM technology to fabricate a removable partial denture framework. *J Prosthet Dent* 2006;96:96-99.
2. 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;91:85-88.
3. Wu G, Zhou B, Bi Y, Zhao Y. Selective laser sintering technology for customized fabrication of facial prostheses. *J Prosthet Dent* 2008;100(1):56-60.
4. 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(10):1400-1404.
5. Kumar S. Selective laser sintering: A qualitative and objective approach. *JOM* 2003;55(10):43-47.
6. Santos EC, Shiomi M, Osakada K, Laoui T. Rapid manufacturing of metal components by laser forming. *International Journal of Machine Tools & Manufacture* 2006;46:1459-1468.
7. 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;102:253-259.
8. Feng Z, Dong Y, Zhao Y, Bai S, Zhou B, Bi Y, Wu G. Computer-assisted technique for the design and manufacture of realistic facial prostheses. *Br J Oral Maxillofac Surg* 2010;48(2):105-9.
9. Ciocca L, Scotti R. CAD-CAM generated ear cast by means of a laser scanner and rapid prototyping machine. *J Prosthet Dent* 2004;92:591-5.
10. Cheah CM, Chua CK, Tan KH, Teo CK. Integration of laser surface digitizing with CAD/CAM techniques for developing facial prostheses. Part 1: Design and fabrication of prosthesis replicas. *Int J Prosthodont* 2003;16:435-441.
11. Curcio R, Perin G, Chilvarquer I, Borris M, Ajzen S. Use of models in surgical predictability of oral rehabilitations. *Acta Cir Bras* 2007;22:387-395.
12. Lal K, White G, Morea DN, Wright RF. Use of stereolithographic templates for surgical and prosthodontic implant planning and placement. *J Prosthodont* 2006;15:51-58.
13. Mangano C, Piattelli A, d'Avila S, Iezzi G, Mangano F, Onuma T, Shibli JA. Early human bone response to laser metal sintering surface topography: A histologic report. *J Oral Implantol* 2010;36(2):91-96.
14. Traini T, Mangano C, Sammons RL, Mangano F, Macchi A, Piattelli A. Direct laser metal sintering as a new approach to fabrication of an isoelastic functionally graded material for manufacture of porous titanium dental implants. *Dent Mater* 2008;24(11):1525-33.