

# Aşırı Madde Kayıplı Dişlere Sahip Çocuk Olgunun CAD/CAM Teknoloji Destekli Monolitik Zirkonya Kuronlarla Tedavisi

## Management of a Child with Severely Decayed Teeth Using CAD/CAM Technology Assisted Monolithic Zirconia Crowns: Case Report

Mesut ELBAY,<sup>a</sup>  
Emine KAYA,<sup>a</sup>  
Ege KÖSELER,<sup>b</sup>  
Ülkü ŞERMET ELBAY,<sup>a</sup>  
Serkan SARIDAĞ<sup>b</sup>

<sup>a</sup>Pedodonti AD,  
<sup>b</sup>Protetik Diş Tedavisi AD,  
Kocaeli Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi,  
Kocaeli

Geliş Tarihi/Received: 29.02.2016  
Kabul Tarihi/Accepted: 25.04.2016

Yazışma Adresi/Correspondence:  
Mesut ELBAY  
Kocaeli Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi,  
Pedodonti AD, Kocaeli,  
TÜRKİYE/TURKEY  
elbaymesut@hotmail.com

**ÖZET** Ön grup dişlerde meydana gelen estetik problemler, çocuk ve genç bireylerin psikolojik gelişimini ve sosyal yaşantısını olumsuz yönde etkilemektedir. Gelişen teknoloji, diş çekimi gerek-meksizin hastanın gerek estetik gerekse fonksiyonel ihtiyaçlarını gidermeye yönelik farklı tedavi seçeneklerine olanak tanımıştır. [Computer aided design-computer aided manufacturing (CAD/CAM)] bilgisayar destekli tasarım/bilgisayar destekli üretim sistemlerinin kullanımının artması, daha estetik ve biyouyumluluğu metal destekli protezlere kıyasla yüksek tam seramik protez uygulamalarının yaygınlaşmasını sağlamıştır. Özellikle dayanıklılık, biyouyumluluk ve toksik yan etkilerinin olmaması gibi üstün mekanik ve biyolojik özelliklere sahip estetik bir materyal olan zirkonyumun (zirkonya) kullanımı diş hekimliğine önemli bir zenginlik katmıştır. Bu olgu raporunda, aşırı madde kaybına uğramış alt ve üst keser dişlere sahip çocuk olgunun endodontik tedavi sonrası, cam fiber post uygulamasını takiben CAD/CAM destekli monolitik zirkonya restorasyonlarla rehabilitasyonu sunulmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** Zirkonyum; bilgisayar yardımlı tasarım; çocuk; fiberglas ile güçlendirilmiş polimerler

**ABSTRACT** Esthetic problems in the anterior teeth affects the psychological development and social life of children and adolescents negatively. Advances in technology allow different treatment options without tooth extraction to restore esthetics as well as function. The increase in the usage of computer aided design-computer aided manufacturing (CAD/CAM) allow the usage of more esthetic and biocompatible all ceramic crowns compared to metal-ceramic crowns. In particular, usage of an esthetic material, zirconium with superior properties such as durability, biocompatibility and lack of toxic side effects is an important richness in dentistry. This report describes, prosthodontic rehabilitation of a child with severely decayed maxillary and mandibular incisors with CAD/CAM assisted all zirconia restorations following endodontic treatment and placement of glass fiber post materials.

**Key Words:** Zirconium; computer-aided design; child; fiberglass reinforced polymers

Türkiye Klinikleri J Dental Sci Cases 2016;2(1):44-50

Çocukluk döneminde özellikle ön grup dişlerde çürüğe veya travmaya bağlı oluşan estetik problemler; çocukların fonksiyonel, gelişimsel ve psikolojik durumunu olumsuz yönde etkileyebilmektedir.<sup>1</sup> Bu olumsuz etkileri ortadan kaldırmak amacıyla maksimum konservatif yöntemler kullanılarak çekim gerçekleştirilmeksizin ön dişlere uygulanan estetik rehabilitasyon çocuk diş hekimliğinde üzerinde uğraş gerektiren en önemli konulardan biridir.<sup>2</sup> Özellikle ileri derecede kuron kaybına uğrayan

doi: 10.5336/dentalcase.2016-51089

Copyright © 2016 by Türkiye Klinikleri

ön grup dişlerin restorasyonu sırasında kalan diş dokusunu destekleyecek restoratif tekniklere ihtiyaç duyulmaktadır.<sup>3</sup>

Çocuk hastalarda madde kaybı fazla olan, endodontik tedavili ön dişlerin restorasyonunda fiber postların kompozit rezinler ile kullanılması konservatif bir yaklaşım olarak kabul edilmektedir.<sup>4</sup> Fiber post destekli kompozit rezin koroların üst restorasyonu için kullanılan sabit köprü uygulamalarının kullanımı çene gelişimi devam eden çocuk hastalar için önerilmez iken, tek diş kuron protezlerinin uygulanmasında herhangi bir problem olmadığı bildirilmiştir.<sup>2,5</sup>

Kuron protezlerin yapımında uzun yıllardan beri kullanılan metal destekli seramik sistemlerin özellikle biyoyumluluk ve estetik özellikleri hususundaki kaygılar tam seramik sistemlerinin kullanımını geliştirmiştir.<sup>6</sup> Estetik talebin ve bilincin artması ile birlikte zirkonya (zirkonyum) tüm seramik restorasyonlara katılan son materyallerden biri olmuştur.<sup>7</sup> Zirkonya yüksek dayanıklılık, kırılma sertliği gibi üstün mekanik özelliklerinin yanında biyoyumluluk ve toksik yan etkilerinin olmaması gibi güçlü biyolojik özelliklere sahip bir materyeldir.<sup>8</sup> Ayrıca, düşük ısısal iletkenlik özelliği ile pulpal hassasiyet veya irritasyonları önlemesi ve radyoopasite özelliği ile radyolojik değerlendirmelere olanak vermesi gibi ilave avantajları da bulunmaktadır.<sup>9</sup>

Zirkonya prostodontik rehabilitasyonlarda alt yapı olarak kullanılırken, tabakalama ile elde edilen üst yapı porseleninde oluşan koheziv kopma ve kırılma sorunu (delaminasyon) en büyük dezavantajdır. Bu dezavantajı ortadan kaldırmak amacıyla bilgisayar destekli tasarım/bilgisayar destekli üretim [computer aided design/computer aided manufacturing (CAD/CAM)] teknolojileriyle birlikte kullanılan monolitik zirkonya malzemeler geliştirilmiştir.<sup>10</sup> Monolitik zirkonya restorasyonlar; yüksek mekanik özellikleri, antagonist dişte düşük aşınma ve yüksek kenar uyumu ve estetik özelliklerinden dolayı ilgi odağı hâline gelmiştir.<sup>11-13</sup>

CAD/CAM sistemleri, preparasyon alanı ya da elde edilen model ölçüsünün bilgisayara aktarılması, elde edilen dijital veri üzerinde tasarımların

gerçekleştirilmesi ve restorasyonun bu sistem için özel olarak geliştirilen seramik bloklardan kazınarak üretilmesinden oluşmaktadır.<sup>14</sup> Bu fonksiyonları sayesinde, CAD/CAM sistemler laboratuvar işlemlerine bağlı hataları ve zaman kaybını ortadan kaldırmıştır.<sup>15,16</sup> CAD/CAM sistemler daha yüksek ve homojen materyal kalitesine sahip, üretim yöntemi standardize edilmiş ve daha yüksek dirençte seramiklerin üretilmesine olanak sağlamıştır.<sup>17</sup> Kenar uyumu daha iyi olan restorasyonların elde edilmesine imkân vermiştir.<sup>18</sup> Literatürde monolitik zirkonya ile prostodontik rehabilitasyonları gerçekleştirilmiş erişkin hastalara rastlanırken, çocuklarda daimi dişlerde olgu bildirimine rastlanmamıştır.<sup>11-13,19,20</sup>

Bu olgu sunumunda, aşırı madde kaybına uğramış alt ve üst keser dişlere sahip çocuk olgunun endodontik tedavi sonrası, cam fiber post uygulamasını takiben CAD/CAM destekli monolitik zirkonya restorasyonlarla rehabilitasyonu sunulmuştur.

## OLGU SUNUMU

On iki yaşındaki erkek olgu, alt ve üst ön dişlerindeki çürükler nedeni ile Kocaeli Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Pedodonti Anabilim Dalına getirilmiştir. Yapılan klinik ve radyolojik değerlendirmeler sonucunda olgunun alt ve üst ön keser dişlerinde yaygın çürüklere bağlı aşırı madde kaybı olduğu, sağ ve sol üst daimi küçük azı ve büyük azı ve sol alt birinci büyük azı dişlerinde çürükler olduğu saptandı (Resim 1a, Resim 2, Resim 3a, b). Olgunun panoramik radyografisinde sağ alt birinci büyük azı ve ikinci küçük azı dişinin eksik olduğu görüldü ve olgudan edinilen bilgiye göre, bu eksik dişleri aşırı madde kaybı nedeni ile başka bir tedavi kurumunda çektirdiği öğrenildi (Resim 2). Sağ ve sol üst daimi ikinci küçük azı dişlerin sürmesi için yeterli yer bulunmadığı gözlemlendi ve ortodonti konsültasyonu gerçekleştirildi. Ayrıca, olgunun fiziksel gelişiminin yaşatlarından geride olduğu gözlemlenerek, herhangi bir sistemik problemi olup olmadığını öğrenmek için bir çocuk hekiminden konsültasyon istendi. Konsültasyon sonucuna göre olgunun herhangi bir sistemik hastalığının olmadığı öğrenildikten sonra tedavi planlaması yapıldı.



**RESİM 1: a)** Olgunun tedavi öncesi ağız içi görüntüsü, **b)** Olgunun tedavi sonrası ağız içi görüntüsü, **c)** Olgunun hareketli bölümlü protez uygulanmış görüntüsü (ayna görüntüsü), **d)** Olgunun altıncı ay kontrol görüntüsü.

Alt ve üst keser dişlerin endodontik tedavilerini takiben fiber post sistemlerle yeterli desteği sağlayıp monolitik zirkonya tam seramik kuronlarla restore edilmesi; üst sağ ve sol birinci küçük azı ve büyük azı dişlerin kompozit rezin ile restore edilmesi ve sol alt birinci molar dişin endodontik tedavisinin yapılması planlandı. Olguya sabit protetik tedaviyi takiben hareketli protez yapılmasına ve ortodontik açıdan ilerleyen dönemde tedaviye alınmasına karar verildi. Olgu ve ebeveyninden planlanan tedavinin gerçekleştirilmesi için bilgilendirilmiş onam alındı.

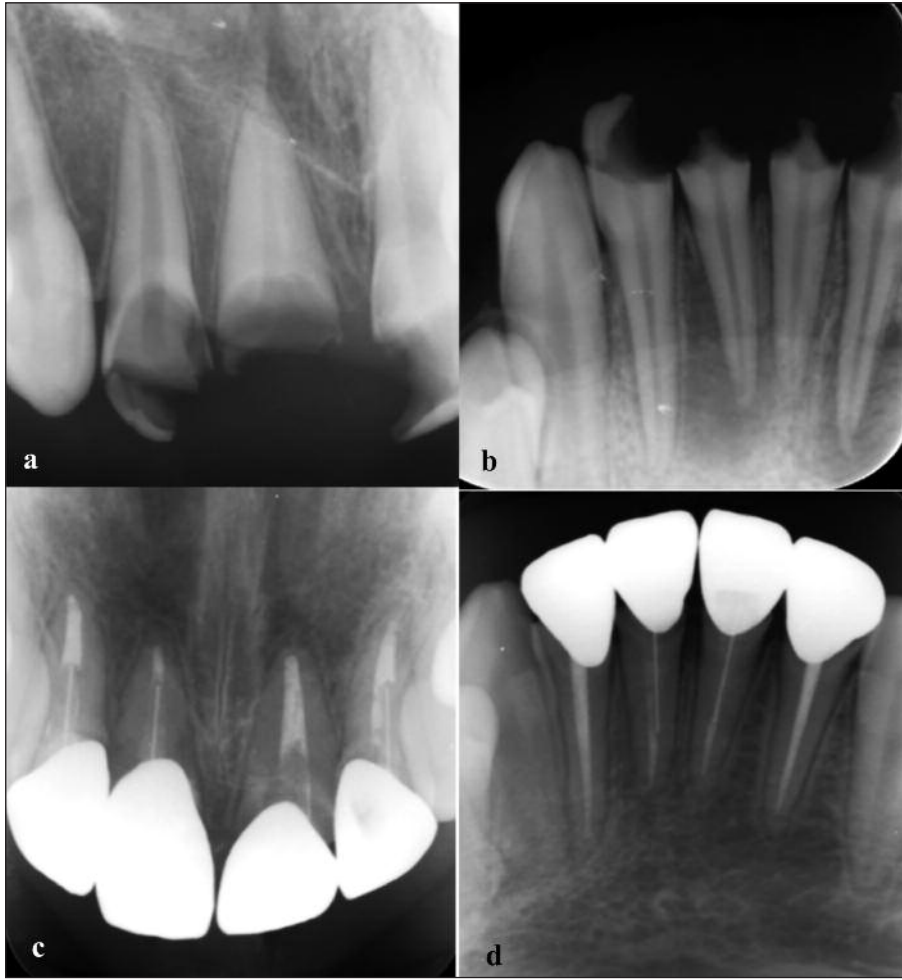
Tedaviye öncelikle sağ üst keser dişin aşırı madde kaybına bağlı diş etinin altında kalması nedeni ile yumuşak doku lazeri ile diş eti altında kalan sağlam diş dokularının açığa çıkarılmasıyla başlandı. İnfiltratif anestezi uygulamasını takiben; 810 nm dalga boyundaki AlGaAs diode lazer (Cheese Lazer Sistemleri, Wuhan Gigaa Optronics Technology Co, Çin) cihazı (3-3,5 W, devamlı mod, 400 mikron çapında optik fiber uç, kontakt mod) ile subjinjival alan açığa çıkartıldı (Resim 4a). Üst ve alt keser dişlerin kök kanal tedavisi rutin giriş kavitesi açma, preparasyon, irrigasyon protokolleri takip edilerek gerçekleştirildi. Dişler semptomsuz duruma gelene kadar rutin Ca(OH)<sub>2</sub> pansumanlarına devam edildi. Asemptomatik hâle gelen dişle-



**RESİM 2:** Olgunun tedavi başlamadan önceki panoramik radyografi görüntüsü.

rin kanal tedavisi gütta perka (DiaDent Group. International Inc., Kore) ve AH Plus kanal patı (Dentsply DeTrey, Konstanz, Almanya) kullanılarak lateral kondensasyon tekniği ile doldurularak tamamlandı. Kanal dolgularının sertleşmesi için bir hafta beklendikten sonra cam-fiber postların (Reforpost, Angelus, Brezilya) yerleştirilmesi için kanal dolgusunun 2/3'ü boşaltıldı. Yerleştirilen fiber postların simantasyonu üretici firmanın talimatlarına uygun olarak gerçekleştirildi (Resim 4b).

Üst yapıya destek sağlamak amacıyla fiber postların etrafı kompozit rezin ile kapatılarak kor yapıları oluşturuldu. Daha sonra tüm keser dişlerin iç açıları yuvarlatılmış 90° ve 1-1,2 mm basamak genişliği olacak şekilde preparasyonu gerçekleştirildi (Resim 4c). Geçici restorasyonlar yapılmak üzere irreversibl hidrokolloid ölçü maddesi ile ölçü



**RESİM 3:** a) Olgunun tedavi öncesi üst keser dişlere ait periapikal radyografi görüntüsü, b) Olgunun tedavi öncesi alt keser dişlere ait periapikal radyografi görüntüsü, c) Olgunun tedavi sonrası üst keser dişlere ait periapikal radyografi görüntüsü, d) Olgunun tedavi sonrası alt keser dişlere ait periapikal radyografi görüntüsü.

alındı (CA37, Cavex, Amsterdam, Hollanda) ve alçı model elde edildikten sonra geçici kuronlar hazırlandı. Retraksiyon sonrası polieter ölçü maddesi (Impregum, 3M ESPE, St. Paul MN, ABD) kullanılarak tüm prepare edilmiş dişlerin ölçüsü alındı. Oluşturulan alçı model üzerinde CAD-CAM sistem kullanılarak taramalar gerçekleştirildi ve elde edilen monolitik zirkonya restorasyonlar (KATANA Zirconia HT, Kuraray Noritake Inc, Japonya), prova sonrası oklüzyonun ayarlanmasının ardından self adeziv rezin siman (RelyX U200, 3M ESPE, St. Paul MN, ABD) ile simante edildi (Resim 1b, Resim 3c,d).

Alt ve üst birinci molar dişlerin restorasyonları tamamlandıktan sonra olgunun eksik dişleri için hareketli bölümlü protez aşamasına geçildi. Ol-

gunun mevcut dikey boyutu ve kapanış ilişkisi korunarak alt çeneye, bükme kroşeler ve yapay dişlerden yararlanılarak hareketli bölümlü protez uygulandı (Resim 1c). Tedavi sonrası kontrollerinde dişlerin durumunun iyi olduğu ve olgunun estetik ve fonksiyonel durumdan memnun olduğu görüldü (Resim 1d, Resim 5).

## TARTIŞMA

Ön dişlere uygulanacak restoratif tedavi; fonksiyon ve estetiği sağlarken, kalan diş dokusu ve çevre dokuları hem biyolojik hem de mekanik olarak korumaya da yönelik olmalıdır.<sup>21</sup> Ön bölge dişlerinde aşırı madde kaybına bağlı oluşan estetik problemlerin giderilmesi için sıklıkla kullanılan yöntem dişlerin sabit protezler ile restore edilmesidir.<sup>9</sup>

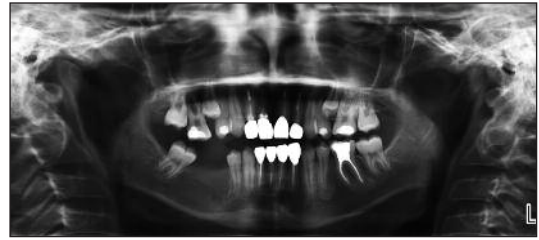


**RESİM 4:** a) Sağ üst keser dişin kökünün yumuşak doku lazeri ile açığa çıkartılması, b) Alt keser dişlere ait cam fiber post yerleştirilmiş görüntü, c) Kompozit korları hazırlanmış ve sabit protetik restorasyon için preparasyonu yapılmış alt ve üst keser dişler.

Çocuk ve genç hastalarda gelişmekte olan anatomik yapıların zarar görmemesi için köprü uygulamaları önerilmez iken, tek diş kuron protezlerinin uygulanmasında herhangi bir problem olmadığı bildirilmiştir.<sup>2,5</sup> Bu çalışmada, olgunun 12 yaşında olması nedeni ile kuron protezlerinin kullanımı uygun görülmüştür.

Estetik nedenlerle kuron boyu yükseltilmesi, diş eti altına inen subjinjival çürük varlığında ve diş eti kontürü şekillendirilmesi gibi pek çok klinik yumuşak doku prosedüründe dental lazerler kullanılmaktadır.<sup>22</sup> Geleneksel cerrahi yonteme göre daha az anestezi gerektirmesi, operasyon sırasında ve sonrasında kanamanın minimuma indirilmesi, daha az operasyon süresi gerektirerek hasta ve hekim konforunun artırılması ve özellikle postoperatif ağrıyı azaltması gibi önemli avantajları bildirilmektedir.<sup>22</sup> Bu nedenle sağ üst daimi kesici dişin aşırı madde kaybı sonucu subjinjivalde konumlanması nedeni ile kuronunu açığa çıkartabilmek amacıyla dental lazer uygulaması gerçekleştirilmiştir.

Dental materyallerdeki gelişmeler ve estetik beklentinin artması nedeni ile özellikle ön grup



**RESİM 5:** Olguya ait tedavi sonrası altıncı ay kontrol panoramik radyografi görüntüsü.

dişlerin protetik uygulamalarında tam seramik restorasyonların kullanımı yaygın hâle gelmiştir.<sup>7</sup> Zirkonyum, seramik restorasyonların güçlendirilmesi amacıyla kullanılan alternatif bir yapı materyalidir ve tüm mekanik özellikleri metallere benzemektedir.<sup>23</sup> Zirkonyum yaklaşık 1.000 MPa çekme dayanımına sahiptir ve bu diğer dental seramiklerle kıyaslandığında en yükseğidir.<sup>24</sup> Yeterli dayanıklılığı sağlamak için daha ince kalınlıkta kullanıma olanak vermesi daha az diş preparasyonu gerektiren konservatif preparasyonlara izin vermektedir.<sup>25</sup> Yüksek opasite özelliğinin özellikle renklenmiş diş, metal pin ya da post gibi metal objelerin maskeleyenmesini gerektiren, estetik açıdan çaba gerekti-

ren hastalarda önemli bir avantaj oluşturduğu, ayrıca ince partiküllü yapısı sayesinde detaylı olarak şekillendirilebildiği bildirilmiştir.<sup>26</sup> Son dönemde kullanımı yaygınlaşmış olan monolitik zirkonyalar ile elde edilen tam seramik restorasyonlar konvansiyonel tabaka yönteminde karşılaşılan bir problem olan porselen delaminasyon riskini de ortadan kaldırmış, ışık geçirgenliğinin nispeten artmasıyla geleneksel zirkonyalara göre daha estetik ve kenar uyumları mükemmel restorasyonlar yapma olanağı tanımıştır.<sup>27</sup>

Literatürde monolitik zirkonya ile ilişkili klinik çalışmalar ve olgu sunumları erişkinler üzerinde gerçekleştirilmiş olup, çocuklarda aşırı madde kayıplı süt dişlerinin tedavisi için ticari firmalar tarafından prefabrik oluşturulan zirkonya kuronlar ile çalışma ve olgu sunumları bildirilmektedir, ancak çocuk hastalarda daimi dişlerde CAD-CAM sistemi ile oluşturulmuş zirkonya restorasyonlara rastlanmamıştır.<sup>11-13,19,20,28,29</sup> Walia ve ark., aşırı madde kayıplı süt keser dişleri kompozit strip kuron, zirkonya kuron ve veneerli paslanmaz çelik kuronlar ile restore ettikleri çalışmalarında, zirkonya kuronların en yüksek, kompozit kuronların ise en düşük oranda retansiyon gösterdiğini bildirmişlerdir.<sup>28</sup> Yine süt dişlerinde gerçekleştirilen bir diğer çalışmada Salami ve ark., estetik ve retansiyon açısından en yüksek memnuniyet oranının zirkonya kuronlarda olduğunu, en düşük retansiyon memnuniyet oranının kompozit strip kuronlarda ve en düşük renk memnuniyet oranının ise veneerli paslanmaz çelik kuronlarda olduğunu rapor etmişlerdir.<sup>29</sup>

Yapılan in vitro ve erişkinler üzerinde gerçekleştirilen in vivo çalışmalarda zirkonya ile ilişkili olumlu sonuçlar bildirilmiştir. Zhang ve ark., monolitik zirkonya, lityum disilikat cam ve kompozitten oluşturulan kuronların kırılma dayanımını değerlendirdikleri çalışmalarında, monolitik zirkonya kuronların çiğneme kuvvetlerine karşı en yüksek, kompozit kuronların da en düşük dayanma direnci gösterdiğini bildirmişlerdir.<sup>12</sup> Benzer şekilde, Nordahl ve ark. aynı kalınlıkta oluşturulan cam seramik (lityum disilikat) ve monolitik zirkonya kuronların kırılma dayanıklılıklarını araştırdıkları çalışmalarında, monolitik zirkonya

kuronların daha yüksek kırılma dayanıklılığı gösterdiğini bildirmişlerdir.<sup>30</sup> Mundhe ve ark., metal seramik kuronlarla monolitik zirkonya kuronların antagonist dişte oluşturduğu aşındırmayı değerlendirdikleri klinik çalışmalarında monolitik zirkonyanın daha az mineyi aşındırdığını saptamışlardır.<sup>11</sup> Moscovitch, monolitik ya da zirkonya alt yapıli kuronların uygulandığı hastalarda 68 aya kadar yaptığı izlemde, herhangi bir kırık, çatlak ya da delaminasyon gibi bir komplikasyona rastlamadığını rapor etmiştir.<sup>20</sup> Nakamura ve ark., CAD-CAM sistem ile oluşturdukları farklı oklüzal kalınlıklardaki monolitik zirkonya ve cam seramik (lityum disilikat) kuronların kırılma dayanımlarını değerlendirdikleri çalışmalarında, 0,5 mm oklüzal kalınlıktaki monolitik zirkonya kuronların, 1,5 mm oklüzal kalınlıktaki lityum disilikat kuronlardan daha yüksek kırılma dayanımı gösterdiğini bildirmişlerdir.<sup>13</sup>

Monolitik zirkonya ile gerçekleştirilen in vitro ve in vivo çalışmalar ayrıca, materyalin yüksek biyouyumluluk özelliği olduğunu, hücrelerle iyi bir adezyon yeteneği bulunduğunu ve lokal ya da sistemik bir reaksiyona neden olmadığını teyit etmektedir.<sup>7</sup> Walia ve ark., süt dişlerine uygulanan prefabrik monolitik zirkonya kuronların, kompozit strip kuron ve veneerli paslanmaz çelik kuronlara göre jinjival indeks bakımından daha biyouyumlu sonuçlar gösterdiğini bildirmişlerdir.<sup>28</sup> Batson ve ark. ise CAD-CAM sistemi ile oluşturdukları monolitik zirkonya, lityum disilikat ve metal kuronları, erişkin hastalarda "United States Public Health Service (USPHS)" kriterlerine göre marjinal adaptasyon ve jinjival sağlık açısından karşılaştırdıkları çalışmalarında, monolitik zirkonya kuronların marjinal adaptasyon açısından belirgin olarak daha iyi olduğunu rapor etmişlerdir.<sup>19</sup>

Literatürdeki çalışmaların sonuçları ve zirkonyanın avantajları göz önünde bulundurularak bu olgu sunumunda monolitik zirkonya kuronlar tercih edilmiştir. Aşırı kuron harabiyeti gözlenen ön daimi keser dişleri bulunan ve büyüme gelişim süreci devam eden olgunun maksimum konservatif yaklaşımla, diş hekimliğinde güncel yaklaşımlardan faydalanılarak estetik ve fonksiyonel ihtiyaçları giderilmeye çalışılmıştır. Yumuşak doku

lazerinin kullanımıyla çocuk olguda geleneksel yöntemle oluşabilecek postoperatif ağrı ve kooperasi problemi minimuma indirilirken, CAD-CAM sistemi ile birlikte kullanılan monolitik

zir-konyum kuronlarla kabul edilebilir bir estetik sağlanmıştır. Olgunun yapılan kontrollerde estetik ve fonksiyonel durumundan memnun olduğu görülmüştür.

## KAYNAKLAR

- Nalbant L. [Application of complete dentures in completely edentulous cases during childhood]. *Cumhuriyet Dent J* 1998;84-7.
- Waggoner WF, Kupietzky A. Anterior esthetic fixed appliances for the preschooler: considerations and a technique for placement. *Pediatr Dent* 2001;23(2):147-50.
- Trope M, Chivian N, Sigurdsson A, Vann WF. Traumatic injuries. In: Cohen S, Burns RC, eds. *Pathways of the Pulp*. 8<sup>th</sup> ed. St Louis: Mosby; 2002. p.603-49.
- Sarı E, Külünk T, Koyutürk AE. [The restoration of crown fractures in anterior teeth with fiber post and composite resin: 3 cases report]. *J Dent Fac Atatürk Uni* 2007;2(Suppl): 51-4.
- Başkan Ülkü Z, Yavuz İ. [Prosthetic approaches in ectodermal dysplasia patient's]. *J Dent Fac Atatürk Uni* 2011;21(1):57-61.
- Sadowsky SJ. An overview of treatment considerations for esthetic restorations: a review of the literature. *J Prosthet Dent* 2006;96(6): 433-42.
- Manicone PF, Rossi Iommetti P, Raffaelli L. An overview of zirconia ceramics: basic properties and clinical applications. *J Dent* 2007;35(11):819-26.
- Ardlin BI. Transformation-toughened zirconia for dental inlays, crowns and bridges: chemical stability and effect of low temperature aging on flexural strength and surface structure. *Dent Mater* 2002;18(8):590-5.
- Raigrodski AJ. Contemporary all-ceramic fixed partial dentures: a review. *Dent Clin North Am* 2004;48(2):531-44.
- Agustín-Panadero R, Román-Rodríguez JL, Ferreiroa A, Solá-Ruiz MF, Fons-Font A. Zirconia in fixed prosthesis. A literature review. *J Clin Exp Dent* 2014; 6(1): 66-73.
- Mundhe K, Jain V, Pruthi G, Shah N. Clinical study to evaluate the wear of natural enamel antagonist to zirconia and metal ceramic crowns. *J Prosthet Dent* 2015;114(3):358-63.
- Zhang Y, Chai H, Lee JJ, Lawn BR. Chipping resistance of graded zirconia ceramics for dental crowns. *J Dent Res* 2012;91(3):311-5.
- Nakamura K, Kanno T, Milleding P, Ortengren U. Zirconia as a dental implant abutment material: a systematic review. *Int J Prosthodont* 2010;23(4):299-309.
- Kanat B, Çömlekoğlu E, Erdem A, Güngör MA. [Esthetic approach with CAD/CAM in a congenital defect patient: a clinical report]. *EÜ Dişhek Fak Derg* 2013;34(1):52-6.
- Otto T, De Nisco S. Computer-aided direct ceramic restorations: a 10-year prospective clinical study of cerec CAD/CAM inlays and onlays. *Int J Prosthodont* 2002;15(2):122-8.
- Palin W, Burke FJ. Trends in indirect dentistry: 8. CAD/CAM technology. *Dent Update* 2005; 32(10):566-72.
- Beuer F, Schweiger J, Eichberger M, Kappert HF, Gernet W, Edelhoff D. High-strength CAD/CAM-fabricated veneering material sintered to zirconia copings--a new fabrication mode for all-ceramic restorations. *Dent Mater* 2009;25(1):121-8.
- Bindl A, Mörmann WH. Fit of all-ceramic posterior fixed partial denture frameworks in vitro. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2007;27 (6):567-75.
- Batson ER, Cooper LF, Duqum I, Mendonça G. Clinical outcomes of three different crown systems with CAD/CAM technology. *J Prosthet Dent* 2014;112(4):770-7.
- Moscovitch M. Consecutive case series of monolithic and minimally veneered zirconia restorations on teeth and implants: up to 68 months. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2015;35(3):315-23.
- Fokkinga WA, Le Bell AM, Kreulen CM, Lassila LV, Vallittu PK, Creuqers NH. Ex vivo fracture resistance of direct resin composite complete crowns with and without posts on maxillary premolars. *Int Endod J* 2005;38(4): 230-7.
- American Academy of Pediatric Dentistry. Policy on the use of lasers for pediatric dental patients. *Oral Health Policies* 2013;37(6):79-81.
- Pospiech PR, Rountree PR. Clinical evaluation of zirconia-based all ceramic posterior bridges: two-year results. *J Dent Res* 2003;82:114.
- Piconi C, Maccauro G. Zirconia as a ceramic biomaterial. *Biomaterials* 1999;20(1):1-25.
- Nemoto R, Nozaki K, Fukui Y, Yamashita K, Miura H. Effect of framework design on the surface strain of zirconia fixed partial dentures. *Dent Mater J* 2013;32(29):289-95.
- Vagkopoulou T, Koutayas SO, Koidis P, Strub JR. Zirconia in dentistry: Part 1. Discovering the nature of an upcoming bioceramic. *Eur J Esthet Dent* 2009;4(2):130-51.
- Krell A, Hutzler T, Klimke J. Transmission physics and consequences for materials selection, manufacturing, and applications. *J Eur Ceram Soc* 2009;29(2):207-21.
- Walia T, Salami AA, Bashiri R, Hamoodi OM, Rashid F. A randomised controlled trial of three aesthetic full-coronal restorations in primary maxillary teeth. *Eur J Paediatr Dent* 2014;15(2):113-8.
- Salami A, Walia T, Bashiri R. Comparison of parental satisfaction with three tooth-colored full-coronal restorations in primary maxillary incisors. *J Clin Pediatr Dent* 2015;39(5):423-8.
- Nordahl N, Vult von Steyern P, Larsson C. Fracture strength of ceramic monolithic crown systems of different thickness. *J Oral Sci* 2015;57(3):255-61.