

Diş Hekimliğinde Tam Seramik Sistemler

All-Ceramic Systems In Dentistry

ÖZ

Diş hekimliğinde porselen; estetik ve biyouyumlu olmasının yanı sıra fiziksel özelliklerinden dolayı doğrudan veya metal destekli olarak sıklıkla kullanılan bir materyaldir. Metal-seramik restorasyonlar, eksik veya defektif dişlere uygulanan tedavi yaklaşımlarından biri olmasına rağmen kullanılan opak porselen ve metal, porselen altındaki olumsuz renk oluşumlarından dolayı bu restorasyonların estetik bölgelerde kullanımını sınırlandırmaktadır. Ayrıca bazı hastalarda metalle karşı alerjik reaksiyonlar gözlenmektedir. Metal alt yapıli restorasyonlardaki bu dezavantajlar tam seramik sistemlerini gündeme getirmiştir. Tam seramik restorasyonlar, herhangi bir metal alt yapıya sahip değildir ve üst düzeyde gösterdiği translusent özellik ile estetik bölgelerde kullanılabilirler.

Anahtar sözcükler: Tam seramik, metal seramik, estetik.

ABSTRACT

In dentistry, porcelain is commonly used material which is aesthetic and biocompatible as well as it can be used direct or with a metal support because of its physical properties. Although metal-ceramic restoration systems are one of the treatment approaches of missing or defective teeth, using opaque porcelain and metal, limits the usage of these restorations in aesthetic regions because of the negative colour formations below the porcelain. Also allergic reactions against metal may be observed in some patients. These disadvantages in restorations with metal substructure has revived the all-ceramic systems. All-ceramic restorations don't include any metal substructure and with their high translucent feature they can be used at aesthetic regions.

Key words: All ceramic, metal ceramic, aesthetic.

Özer İŞİSAĞ¹

Onur ŞAHİN²

Ayşegül KÖROĞLU²

¹ Afyonkarahisar Ağız ve Diş Sağlığı Merkezi, Afyonkarahisar, Türkiye

² Bülent Ecevit Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı, Zonguldak, Türkiye



Geliş tarihi / Received: 12.06.2016

Kabul tarihi / Accepted: 06.12.2016

DOI: 10.21306/jids.2016.1.18

GİRİŞ

Diş hekimliğinde; estetiği, fonksiyonu ve biyolojik uyumu sağlayarak kaybolan dokuyu yenilemek Protetik Diş Hekimliğinin görevidir. Protetik Diş Hekimliğinde, sabit protezler önemli bir yer tutmaktadır. Sabit protezlerde porselen; estetik ve doku dostu olmasının yanı sıra fiziksel özelliklerinden dolayı doğrudan veya metal destek verilerek sıklıkla kullanılan bir materyaldir (1).

Dental porselenin içeriği genel olarak şu maddelerden oluşmaktadır: 1-Feldspar: Porselene doğal bir translusenslik veren ana yapıyı teşkil eden maddedir. Minimum %60 civarında bulunmaktadır (2). Kuartz (Silika) (SiO₃): Termal genleşme katsayısını kontrol ederek, pişirme sonucu meydana gelebilecek büzölmeleri önler ve porselenin dayanıklılığının artmasını sağlar.

İletişim Adresi/Corresponding Adress:

Özer İŞİSAĞ

Afyonkarahisar Ağız ve Diş Sağlığı Merkezi,
Afyonkarahisar, Türkiye

Tel/Phone: 0 544 655 8727

E-posta/e-mail: ozer_isisag@hotmail.com

Porselenin içeriğinde %10-30 oranında bulunmaktadır (3,4). Kaolin ($Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$):Yapışkan bir yapıya sahip olup diğer materyalleri bir arada tutarak porselenin modelajında yardımcı olur ve %1-5 oranında bulunur (2).

Metal-seramik restorasyonlar, eksik veya defektif dişlere uygulanan tedavi yaklaşımlarından biri olmasına rağmen kullanılan opak porselen ve metal, bu restorasyonların estetik bölgelerde kullanımını sınırlandırmaktadır ayrıca bazı hastalarda metale karşı alerjik reaksiyonlar gözlenmektedir. Metal alt yapıli restorasyonlardaki bu dezavantajlar tam seramik sistemlerini gündeme getirmiştir. Tam seramik restorasyonlar, herhangi bir metal alt yapıya sahip değildir ve üst düzeyde gösterdiği translusent özellik ile estetik bölgelerde kullanılabilirler (3,5).

Tam seramik sistemleri yapım tekniğine, ışık geçirgenliğine ve alt yapıda kullanılan maddeye göre çeşitli şekillerde sınıflandırılabilir (Tablo 1-3). Alt yapı materyaline göre porselenler; cam seramikler, alumina

esaslı seramikler, zirkonya esaslı seramikler olarak ayrılmaktadır (6).

1. Cam seramikler

1.1. Lösit kristalleri ile güçlendirilmiş cam seramikler

IPS Empress: (Ivoclar Vivadent)

Lösit ile güçlendirilmiş dökülebilir cam seramik materyal olan IPS Empress, ısı ve basınç uygulamasıyla üretilmektedir (7). 1983 yılında Zürih Üniversitesinde geliştirilmiştir ve düşük bükülme dayanımından (100-150 MPa) dolayı tek üye kron, inley ve onley restorasyonlarda kullanılırlar. Yapısında kristal tetragonal lösitin cam matriks içine dağıldığı gözlenmektedir (8). IPS Empress sistemlerinde yapılan in vitro çalışmalarda marjinal aralık 147-167 μm , iç aralık ise 206 μm 'dir. In vivo çalışmada ise marjinal aralık değeri 65 μm olarak bulunmuştur. Yapılan çalışmalarda IPS Empress' in komşu diş ile uyumunun metal seramik restorasyonlara göre daha iyi olduğu rapor edilmiştir (4,9,10). Yapılan bir çalışmada IPS Empress ile

Tablo 1: Yapım Tekniğine Göre Porselenlerin Sınıflandırılması

1. Isıya dayanıklı daylar üzerinde fırınlanan seramik sistemleri	2. Dökülebilir cam seramik sistemleri	3. Sıkıştırılabilir porselen sistemleri (Isı ile basınçlı olarak üretilen porselen sistemleri)	4. CAD/CAM sistemleri
<ul style="list-style-type: none"> Cerestore/Alceram (Innotek Dental Corp., A.B.D.) Optec (Jeneric, Pentron Inc., A.B.D.) Hi-Ceram (Vita- Zahnfabrik, Almanya) In-Ceram (Vita- Zahnfabrik, Almanya) 	<ul style="list-style-type: none"> Dicor (Dentsply, A.B.D.) Cerapearl (Kyocera, A.B.D.) 	<ul style="list-style-type: none"> IPS-Empress (Ivoclar Vivadent, Leichtenstein) IPS-Empress II (Ivoclar Vivadent, Leichtenstein) Finesse (Ceramco, Almanya) 	<ul style="list-style-type: none"> Cerec (Sirona Dental Siemens, Almanya) Celay (Mikrona, Almanya) Procera (Nobel Biocare AB, Göteborg, İsveç) Cercon (DeguDent, Almanya) Lava (3M ESPE, St. Paul, Minn, ABD) Everest (Kavo Dental, Biberach, Almanya) Zeno Tech (Wieland, Pforzheim, Almanya)

Tablo 2: Işık Geçirgenliğine Göre Porselenlerin Sınıflandırılması

1. Transludent kor yapıya sahip olanlar	2. Yüksek dayanıklılıkta opak kor yapıya sahip olanlar
<ul style="list-style-type: none"> Konvansiyonel feldspatik porselen, preslenebilir seramikler (IPS Empress Esthetic, Ivoclar Vivadent, Amherst, N.Y., A.B.D.) CAD/CAM seramikler (Vitablocks Mark II, Vita Zahnfabrik, Bad Säckingen, Almanya) 	<p>Alumina, zirkonya ve lityum disilikat içeren nonmetalik restorasyonlardır.</p> <ul style="list-style-type: none"> IPS e.max, Ivoclar Vivadent, Leichtenstein Procera, Nobel Biocare, Göteborg, İsveç In Ceram, Vita Zahnfabrik, Almanya Lava, 3M ESPE, St. Paul, Minn, A.B.D. Cercon, Dentsply Ceramco, York, Pa.

Tablo 3: Alt Yapı Materyaline Göre Porselenlerin Sınıflandırılması

Cam seramikler	Alumina esaslı seramikler	Zirkonya esaslı seramikler
<p>Lösit kristalleri ile güçlendirilmiş cam seramikler</p> <ul style="list-style-type: none"> • IPS Empress • IPS ProCAD • Finesse • Matchpress • Evopress <p>Lityum disilikat ile güçlendirilmiş cam seramikler</p> <ul style="list-style-type: none"> • IPS Empress II • IPS e.max Press • IPS e.max CAD 	<ul style="list-style-type: none"> • In-ceram alumina • In-ceram spinel • In-ceram zirkonya • Synthoceram(CICERO) • Procera 	<p>Zirkonya esaslı seramik sistemler</p> <p>CAD-CAM sistemler</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cerec – Sirona Dental • Cercon – DeguDent • Procera- Nobel Biocare • Precident- DCS • Lava- 3M Espe • Everest- KaVo • Hint- Els GmbH • Zeno Tech- Wieland <p>MAD-MAM sistemler</p> <ul style="list-style-type: none"> • Zirkozahn • Ceramill

yapılan inley restorasyonların 8 yıl sonraki başarısızlık oranının %8 olduğu bildirilmiştir (11).

IPS Pro CAD: (Ivoclar Vivadent)

Presleme tekniğinin yanı sıra lösit ilave edilmiş cam seramikler, CAD-CAM yöntemi ile de üretilmektedir ve bu sistemler; inley, veneer, tek kron ve 3/4 kron yapımında kullanılabilirler (12,13). IPS Empress'e benzeyen bu sistemler daha küçük parçacık özelliğine sahip olup, partiküller daha üniform dağılmıştır (14). 1998 yılında üretilmiştir ve CEREC in LAB (Sirona) sistemi ile kullanılırlar. Bloklarına birçok renk seçeneği mevcut olup (13,15,16) 127 MPa bükülme dayanımına sahiptir (17).

Finesse: (FIN-Dentsply/ Ceramco):

Konvansiyonel porselendeki 940 °C olan erime ısı bu porselen sisteminde 760 °C civarındadır. 200 °C'lik düşüş mine porseleninin opalases özelliğini artırmaktadır. Gerekli uyulamaların ardından tekrar glaze işlemine gerek kalmadan yüksek düzeyde polisajlı bir yüzey elde edebilmektedir (18,19). Bükülme dayanımı 100-120 MPa civarındadır ve inley, onley, veneer restorasyonlarda ve anterior bölgede kron restorasyonlarında kullanılabilirler (6,20). Diğer yüksek ısıda eriyen porselenlere göre lösit içerikleri düşüktür (%8-10) ve karşıt bölgede aşındırma özelliğine sahiptirler(21).

Diğer lösit ilave edilmiş düşük ısı porselenlerinden birisi olan Matchpress (Matchmaker)'in bükülme dayanımı 115 MPa civarındadır. Bu sınıflandırmaya dahil olan başka bir sistem olan Evopres (Wegold) ise 100 MPa civarında bükülme dayanımına sahiptir (6,22).

1.2. Lityum disilikat ile güçlendirilmiş cam seramikler :

IPS Empress 2: (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein)

1998 yılında üretilen IPS Empress 2, %60 oranında lityum disilikat içermektedir. İçeriğindeki lityum disilikat basınç sonrası kenetlenme göstererek seramiğin dayanımı artırmaktadır (23). Bükülme dayanımı 300-400 MPa arasındadır (24). İnley, onley, tek üye restorasyonlar ve anterior ya da premolar bölgede 3 üyeye kadar restorasyonlarda kullanımı endikedir. IPS Empress 2 ile bitirilen restorasyonlar uygun marjinal uyuma sahiptir ve bu sistemlerin doğal dişe benzer yüksek estetik özellikleri bulunmaktadır. Üretimleri sonrası cam matriks içinde bulunan yoğun lityum disilikat kristallerinin kenetlenme özelliği, seramikteki kırığın ilerlemesini engellemektedir (25-29). Lityum disilikat cam seramiklerin florapatit bazlı seramik ile klinik performansları artırılmıştır ve önceki örneklerinden daha fazla bükülme direnci göstermektedirler, ayrıca translusenslik bakımından zirkonya bazlı seramiklerden daha başarılıdır (30).

IPS e.max Press: (Ivoclar Vivadent):

2005 yılına üretilen IPS e.max Press, basınçla üretilen seramik sistemlerinin geliştirilmiş halidir. İnley, onley, anterior veya posterior tek üye kron restorasyonlar, veneer kronlar ve anterior veya ikinci premolara kadar uzanan 3 üyeli köprülerde kullanılabilirler (31-34). Bükülme dayanımı 400 MPa'dır ve bu sistemlerde oluşan kırıkların yaygın sebeplerinden birisi yetersiz diş kesimidir (35). Cam matriks içine % 70 oranında yüksek kristal içerikli lityum disilikat bulunur. Empress 2 ve e.max'ın kimyasal içeriği benzerdir fakat e.max'ın pişirilme işlemi geliştirildiğinden dolayı Empress 2 ye göre daha iyi optik

ve fiziksel özellikler gösterir. Konvansiyonel seramiklere kıyasla daha az dış preparasyonu ile daha optimal optik ve fiziksel özelliklere ulaşılabilir. E.max seramikler, alt yapı üzerine porselen yığılmasıyla veya monolitik şekillerde hazırlanabilirler. İlk seçenek estetiğin önemli olduğu anterior bölgede önem kazanırken, monolitik sistemler posterior bölgede daha uygundur (36). Bu sistemlerde veneer seramiği, floroapatit ile kullanılmaktadır (37).

IPS e.max CAD (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein):

Lityum disilikat bazlı işlenebilir cam seramik olan IPS e.max CAD, ön kristalizasyonda metasilikat fazda bulunmaktadır ve sonraki kristalizasyondan sonra lityum disilikat formuna dönüşmektedir. Bloklar mavi renkte görünmektedir ve yumuşaktır. Yumuşak olması freze işleminin hızlı bir şekilde gerçekleşmesini sağlar ve kristalizasyon işlemiyle 360 MPa bükülme dayanımına ulaşmaktadır (38-40). Kırılma dayanımı 2.25 MPa'dır ve kristalizasyon için 840-850°C sıcaklığa tabi tutulurlar (41).

2. Alumina esaslı seramikler

In-Ceram Alumina: (Vita Zahnfabrik, Bad Sackingen, Germany)

Bükülme direnci 450-600 MPa'dır (42). Al_2O_3 ağına cam infiltrasyonu ile elde edilirler ve bu infiltrasyon ile dayanımları artmaktadır (43). Anterior ve posterior bölgede 3 üye köprü ve tek kronların yapımında endike olup yarı opak özellikleri bu sistemlerin estetik özelliklerini sınırlandırmaktadır (44).

In-Ceram Spinell: (Vita Zahnfabrik, Bad Sackingen, Germany)

In-Ceram Spinell, magnezia ve alumina ($MgAl_2O_4$) karışımına cam infiltrasyonu ile elde edilmektedir (44). Bükülme direnci 350 MPa civarında olup translüsent özelliği anterior bölgede kullanımını mümkün kılmaktadır (42,45).

In-Ceram Zirkonya: (Vita Zahnfabrik, Bad Sackingen, Germany)

%67 alüminyum oksit ve %13 tetragonal zirkonyum kristali olmak üzere %80 kristal yapıdan oluşmaktadır (46). Zirkonyum ilave edilmiş alumina esaslı seramik olan In-Ceram Zirkonya, posterior bölgede 3 üyeli köprülerde kullanılabilirler (47). Yapısındaki zirkonya kristalleri, sistemin mekanik özelliklerini artırmaktadır ve bükülme direnci 700 MPa civarındadır (48). Aşırı opak

özelliği nedeniyle anterior bölgede kullanılması uygun değildir. Fırınlama esnasında gösterdiği büzülme değeri diğer alt yapı sistemlerine göre çok düşüktür. Bu yüzden iyi marjinal adaptasyon özelliğine sahiptirler (44).

Synthoceram (CICERO)

Computer Integrated Ceramic RecOnstruction (CICERO) olarak adlandırılan sistem CAD-CAM teknolojisi ile üretilir ve cam ile doyumlanmış alüminyum oksit yapı içerir (49, 50). Yüksek dayanıma sahip alt yapılar, hızlı bir şekilde üretildikten sonra veneerleme işlemi lōsit içermeyen bir cam seramik olan Syntagon (CICERO, Hoorn, Hollanda) ile laboratuvar ortamında yapılır (6,51).

Procera:

Tam seramik restorasyonlar için alt yapı malzemesi olarak % 99.9 oranında Al_2O_3 kristali içeren bu sistem, yoğun olarak sinterize edilerek kullanılmaktadır (6). Kron-köprü ve abutment üretiminde kullanılan Procera tekniği, dental restorasyon üretiminde CAD-CAM teknolojisini kullanmaktadır. 600 MPa baskı dayanımı olduğu rapor edilmiştir ve hem anterior hem de posterior bölge için dayanıklı bir seramik çeşididir (52,53). Dijital datalar internet yoluyla İsveç ve Amerika'daki üretim merkezlerine gönderilmekte ve üretim işlemi gerçekleştirilmektedir (54).

3. Zirkonya esaslı seramikler

Camsı komponent içermeyen zirkonyum oksit esaslı seramikler, yoğun olarak birleşmiş atomlar içerir ve daha az yoğun atom içeren camsı seramiklere göre daha opak ve daha dayanıklıdır. Bükülme direnci 900-1200 MPa, kırılma dayanımı ise 9-10 MPa/m olan zirkonyum oksit esaslı seramikler CAD-CAM ve MAD-MAM teknikleri olmadan şekillendirilemezler. Alt yapı materyali olarak kullanılan bu sistemde üst yapı estetiği camsı seramikler ile sağlanır (6). Zirkonyum, periyodik tabloda metaller grubu altında yer alır ve doğada tek başına bulunmaz. Zirkonyumun monoklinik, tetragonal ve kübik fazları bulunmaktadır. Zirkonyum oda sıcaklığından 1170°C'ye kadar monoklinik fazdadır bu sıcaklıktan 2370°C'ye kadar tetragonal fazda bulunur ve erime noktası olan 2680°C'ye kadar kübik fazdadır (55). Transformasyon doygunluğu olarak adlandırılan ve zirkonyumun soğuması sırasında tetragonal fazdan monoklinik faza geçerken gösterdiği %3-5 hacim artışının gerilim streslerini baskı streslerine dönüştürüp mikroçatlakların ilerlemesini önlemesi özelliği, zirkonyumu yüksek dayanıma sahip hale getirmiştir (56,57). Sinterizasyon

işleminden sonra ısı düşüşü zirkonyumu stabil olmayan bir hale getirmektedir ve bu durumu kompanze etmek için stabilize edici oksitler (CaO, MgO, CeO₂, Y₂O₃) ilave edilerek zirkonyum parsiyel stabilize zirkonya haline gelmektedir. En çok kullanılan oksit ise yitrium oksittir ve zirkonya ağırlığının %3-5 miktarı kadar ilave edilerek yitriya tetragonal zirkonya polikristalin (Y-TZP) oluşmaktadır. Y-TZP anterior ve posterior tek üye kronlar veya 3-4 üyeli köprülerde uygulanabilirler, kantilever protez tasarımında kullanımı ise kontrendikedir (58).

3.1. Zirkonya esaslı seramik sistemler

Zirkonya bloklardan alt yapıların elde edilmesi CAD/CAM (Computer Aided Design-Computer Aided Manufacturing) ve MAD/MAM (Manual Aided Design-Manual Aided Manufacturing) teknikleri ile mümkündür.

3.1.1. CAD-CAM sistemler

Ülkemizde zirkonya bloklarını kazımak için kullanılan 8 farklı CAD-CAM cihazı bulunmaktadır. Bunlar; 1. Cerec (Sirona Dental), 2. Cercon (DeguDent), 3. Procera (Nobel Biocare), 4. Precident (DCS), 5. Lava (3M Espe), 6. Everest (KaVo), 7. Hint (Els GmbH), 8. Zeno Tech (Wieland)' dir.

3.1.2. MAD-MAM sistemler

1. Zirkozahn, 2. Ceramill (6).

KAYNAKLAR

1. Yüksel DG, Çekiç C, Özkan DP. Metal desteksiz porselen sistemleri. Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi 2000; 10(2): 79-88.
2. Coşkun A, Yaluğ S. (2002). Metal desteksiz porselen sistemleri. Cumhuriyet Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi 2002;5: 97-102.
3. Azer SS, Ayash GM, Johnston WM, Khalil MF, Rosenstiel SF. Effect of esthetic core shades on the final color of IPS Empress all-ceramic crowns. The Journal of Prosthetic Dentistry 2006; 96(6): 397-401.
4. Conrad HJ, Seong WJ, Pesun IJ. Current ceramic materials and systems with clinical recommendations: a systematic review. The Journal of Prosthetic Dentistry 2007; 98(5): 389-404.
5. Yavuzylmaz H, Turhan B, Bavbek B, Kurt E. Tam porselen sistemleri II. Acta Odontologica Turcica 2005; 22(1): 49-60.
6. Yalım BB, Türker ŞB. (2012). Klinikte tam seramik sistemler. Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi 2012; 5: 76-90.
7. Della Bona A, Mecholsky JJ, Anusavice KJ. Fracture behavior of lithia disilicate-and leucite-based ceramics. Dental Materials 2004; 20(10): 956-962.
8. Brochu JF, El-Mowafy O. Longevity and clinical performance of IPS-Empress ceramic restorations-a literature review. Journal-Canadian Dental Association 2002; 68(4): 233-238.
9. Rizkalla AS, Jones DW. Mechanical properties of commercial high strength ceramic core materials. Dental Materials 2004; 20(2): 207-212.
10. Guazzato M, Albakry M, Ringer SP, Swain MV. Strength, fracture toughness and microstructure of a selection of all-ceramic materials. Part I. Pressable and alumina glass-infiltrated ceramics. Dental Materials 2004; 20(5): 441-448.
11. Krämer N, Frankenberger R. Clinical performance of bonded leucite-reinforced glass ceramic inlays and onlays after eight years. Dental Materials 2005; 21(3): 262-271.
12. Höland W, Rheinberger V, Apel E, van't Hoen C, Höland M, Dommann A, Obrecht M, Mauth C, Graf-Hausner U. Clinical applications of glass-ceramics in dentistry. Journal of Materials Science: Materials in Medicine 2006; 17(11): 1037-1042.
13. Barabde AS, Adwani DG, Thakare A, Bhagat A, Wasu PA. Digital Revolution in Ceramics. Heal Talk 2013; 5(4): 25-27.
14. Yalım BB, Türker ŞB. Klinikte tam seramik sistemler. Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi 2012; 5: 76,90.
15. Tsitrou EA, Northeast SE, van Noort R. Brittleness index of machinable dental materials and its relation to the marginal chipping factor, Journal of Dentistry 2007; 35(12): 897 - 902.
16. Bayramoğlu DE, Özkan Y. Cam seramik restorasyonlar ve zirkonya alt yapı seramik restorasyonların karşılaştırılması. Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi 2012; (6):110-123.
17. Bindl A, Lüthy H, Mörmann WH. Strength and fracture pattern of monolithic CAD/CAM-generated posterior crowns. Dental Materials 2006; 22(1): 29-36.
18. Leinfelder K F. (2000). Porcelain esthetics for the 21st century. The Journal of the American Dental Association 2000; 131: 47-51
19. Garcia RN, do Nascimento RF, Gomes ACR, Giannini M, Miguel LCM, Moon PC. Bond strength of resin cements to leucite-reinforced ceramics. RSBO Revista Sul-Brasileira de Odontologia 2012; 9(2): 183-189.
20. Tanthanuch S, Patanapiradej V. The science and art of ceramic restorations. Chulalongkorn University Dental Journal 2013; 30(3): 325-36.

21. Sethu, S. In-vitro studies on the color stability and masking ability of composite cores and the influence of posts and cores on the shades of all-ceramic systems. National University of Singapore. PhD Thesis, Singapore, 2004.
22. Sarikaya I, Güler AU. Effects of different polishing techniques on the surface roughness of dental porcelains. *Journal of Applied Oral Science* 2010; 18(1): 10-16.
23. Mansour YF, AL-Omiri MK, Khader YS, Al-Wahadni AM. Clinical performance of IPS-Empress 2 ceramic crowns inserted by general dental practitioners. *J Contemp Dent Pract* 2008; 9(4): 9-16.
24. Raigrodski AJ. Contemporary materials and technologies for all-ceramic fixed partial dentures: a review of the literature. *The Journal of Prosthetic Dentistry* 2004; 92(6): 557-562.
25. Yamanel K, Çağlar A, Gülsahı K, Özden U A. (2009). Effects of different ceramic and composite materials on stress distribution in inlay and onlay cavities: 3-D finite element analysis. *Dental Materials Journal* 2009; 28(6): 661-670.
26. Cho HO, Kang DW. Marginal fidelity and fracture strength of IPS-Empress 2 ceramic crowns according to different cement types. *The Journal of Korean Academy of Prosthodontics* 2002; 40(6): 545-60.
27. Stappert CFJ, Dai M, Chitmongkolsuk S, Gerds T, Strub JR. Marginal adaptation of three-unit fixed partial dentures constructed from pressed ceramic systems. *British Dental Journal* 2004; 196(12): 766-770.
28. Cal E, Türkün LŞ, Türkün M, Toman M, Toksavul S. Effect of an antibacterial adhesive on the bond strength of three different luting resin composites. *Journal of Dentistry* 2006; 34(6): 372-380.
29. Gonzaga CC, Cesar PF, Okada CY, Fredericci C, Beneduce Neto F, Yoshimura HN. Mechanical properties and porosity of dental glass-ceramics hot-pressed at different temperatures. *Materials Research* 2008; 11(3): 301-306.
30. Zarone, F, Russo, S, Sorrentino, R. From porcelain-fused-to-metal to zirconia: clinical and experimental considerations. *Dental Materials* 2011; 27(1): 83-96.
31. Vohra FA, Rashid H, Ghani SMA (2014). Modern adhesive ceramic onlay, a predictable replacement of full veneer crowns: a report of three cases. *Journal of Dow University of Health Sciences* 2014; 8(1): 35-40.
32. Karntiang P, Leevailoj C. Effect of resin cement thickness and ceramic thickness on fracture resistance of enamel-bonded ceramic. *Chulalongkorn University Dental Journal* 2014; 37(2): 161-70.
33. Peampring C, Sanohkan S. All-ceramic systems in esthetic dentistry: A review. *Mahidol Dental Journal* 2014; 34: 82-90.
34. Janabi AU. The mechanical properties of full-contour zirconia. Indiana University-Purdue University Indianapolis (IUPUI), School of Dentistry, Doctoral Dissertation, Indiana, 2014.
35. Case KC. Esthetics built to last: treatment of functional anomalies may need to precede esthetic corrections. *Compendium* 2014; 35(2): 118-122.
36. Pongcharoensuk K, Leevailoj C. Restoration of dental erosion in silent gastroesophageal reflux patients: a case report. *Chulalongkorn University Dental Journal* 2014;37(1): 69-82.
37. Alhekeir DF, Al-Sarhan RA, Al Mashaan AF. Porcelain laminate veneers: Clinical survey for evaluation of failure. *The Saudi Dental Journal* 2014; 26(2): 63-67.
38. Bürke H. IPS E.Max Press and IPS E.Max CAD Two State-of-the-Art Glass Ceramics. Report 2006; 17: 6-16.
39. Silva NRFA, Bonfante EA, Martins LM, Valverde GB, Thompson VP, Ferencz JL, Coelho P. G. Reliability of reduced-thickness and thinly veneered lithium disilicate crowns. *Journal of dental research* 2012; 91(3): 305-310.
40. Asai T, Kazama R, Fukushima M, Okiji T. Effect of overglazed and polished surface finishes on the compressive fracture strength of machinable ceramic materials. *Dental Materials Journal* 2010; 29(6): 661-667.
41. Tysowsky G. The science behind lithium disilicate: today's surprisingly versatile, esthetic & durable metal-free alternative. Oral Health Group (*İnternet yayını*) 2009;99(3). <http://www.oralhealthgroup.com/news/the-science-behind-lithium-disilicate-today-s-surprisingly-versatile-esthetic--durable-metal-free-al/1000229938/?&er=NA>
42. Li RWK, Chow TW, Matinlinna J P (2014). Ceramic dental biomaterials and CAD/CAM technology: State of the art. *Journal of Prosthodontic Research* 2014;58(4): 208-216.
43. Coldea, A. Suitability of Polymer-Infiltrated-Ceramic-Networks for CAD/CAM based dental restorative materials. PhD Thesis. University of Otago, 2014.
44. Şener I D, Türker ŞB. Kimyasal Yapılarına Göre Tam Seramik Restorasyonlar. *Atatürk Üniversitesi Dış Hekimliği Fakültesi Dergisi* 2009; 19(1): 61-67.
45. McLaren EA. All-ceramic alternatives to conventional metal-ceramic restorations. *Compendium* 1998; 19(3): 307-25.
46. Valandro LF, Ozcan M, Amaral R, Leite FP, Bottino MA. Microtensile bond strength of a resin cement to silica-coated and silanized In-Ceram Zirconia before and after aging. *The International Journal of Prosthodontics* 2006; 20(1): 70-72.
47. Bona A D, Borba M, Benetti P, Cecchetti D. Effect of surface treatments on the bond strength of a zirconia-reinforced ceramic to composite resin. *Brazilian Oral Research* 2007; 21(1): 10-15.

48. Bottino MA, Salazar-Marcho SM, Leite FP, Vasquez VC, Valandro LF. Flexural strength of glass-infiltrated zirconia/alumina-based ceramics and feldspathic veneering Porcelains. *Journal of Prosthodontics* 2009; 18(5): 417-420.
49. Denissen H, Dozić A, van der Zel J, van Waas M. Marginal fit and short-term clinical performance of porcelain-veneered CICERO, CEREC, and Procera onlays. *The Journal of Prosthetic Dentistry* 2000; 84(5): 506-513.
50. Dozić A, Kleverlaan CJ, Meegdes M, van der Zel J, Feilzer AJ. The influence of porcelain layer thickness on the final shade of ceramic restorations. *The Journal of Prosthetic Dentistry* 2003; 90(6): 563-570.
51. Mantri SS, Bhasin AS. CAD/CAM in dental restorations: an overview. *Annals and Essences of Dentistry* 2010; 2(3):123-128.
52. Hummel M, Kern M. Durability of the resin bond strength to the alumina ceramic Procera. *Dental Materials* 2004; 20(5): 498-508.
53. Etman MK, Woolford MJ. Three-year clinical evaluation of two ceramic crown systems: a preliminary study. *The Journal of Prosthetic Dentistry* 2010; 103(2): 80-90.
54. Miyazaki T, Hotta Y, Kunii J, Kuriyama S, Tamaki Y. A review of dental CAD/CAM: current status and future perspectives from 20 years of experience. *Dental Materials Journal* 2009; 28(1): 44-56.
55. Malkoç MA, Sevimay M. Protetik diş hekimliğinde zirkonyum ve kullanım alanları. *SÜ Dişhek Fak Derg* 2009; 18: 208-216.
56. Özkurt Z, Iseri U, Kazazoglu E. (2010). Zirconia ceramic post systems: a literature review and a case report. *Dental Materials Journal* 2010; 29(3): 233-245.
57. Uludamar A, Aygün DŞ, Özkan YK. Zirkonya esaslı tam seramik restorasyonlar. *Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi* 2012; (5): 132-141.
58. Karakoca DS, Yılmaz H. Zirkonyum ve Sabit Protezlerde Kullanımı. *Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi* 2006; 1: 36-44.