

## Bölüm 16

# DİŞ HEKİMLİĞİNDE CAD/CAM TEKNIĞİNDE KULLANILAN SERAMİK ESASLI RESTORATİF MATERYALLER

Burcu OĞLAKÇI<sup>1</sup>  
Zümrüt Ceren ÖZDUMAN<sup>2</sup>

### GİRİŞ

CAD/CAM, bilgisayar destekli tasarım ve bilgisayar destekli üretim anlamına gelen bir kelimedir. Endüstride uzun yıllardır kullanılmakta olan CAD/CAM teknolojisi, son yıllarda ölçü alınması, geçici restorasyonlar, kron, köprü ve estetik bölge restorasyonları gibi diş hekimliğinin pek çok alanında da yaygınlaşmıştır. Restoratif diş hekimliğinde, hastalar için en uygun tedavi seçeneğini sunmak ve seçilen tedavinin sonuçlarını öngörebilmek için mevcut CAD/CAM materyallerinin bilinmesi çok önemlidir. Hekim kullanacağı blok materyalini seçerken restorasyon tipi, restorasyonun ağızdaki konumu, hastanın beklentisi, sosyo-ekonomik koşulları gibi faktörleri göz önünde bulundurarak karar vermelidir.

Seramik materyali estetik ve biyouyumlu oluşunun yanı sıra geliştirilen fiziksel ve mekanik özelliğiyle restorasyonlarda gün geçtikçe daha çok tercih edilmektedir. CAD/CAM teknolojileri için birçok farklı frezelenen seramik türü mevcuttur. Seçim süreci bunalıcı olabilir ve bu seramiklerin özelliklerine ilişkin uygun bilgi ve bilimsel belgelere sahip olmadığında bir seramiğin yanlış seçimine yol açabilir. Bu bölümde, restorasyonlarda kullanılan seramik esaslı CAD/CAM materyalleri değerlendirilmiştir. Hekim, materyal seçiminde restorasyonun estetik, bağlanma dayanımı ve mekanik özelliklerini göz önünde bulundurmalıdır (Davidowitz&Kotick, 2011).

Farklı CAD/CAM seramik materyallerinin sınıflandırılması aşağıdakilere göre yapılabilir: (Sulaiman, 2020)

<sup>1</sup> Dr. Öğr. Üyesi, Bezmialem Vakıf Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Restoratif Diş Tedavisi AD., İstanbul, Türkiye, burcu923@hotmail.com

<sup>2</sup> Dr. Öğr. Üyesi, Bezmialem Vakıf Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Restoratif Diş Tedavisi AD., İstanbul, Türkiye, zumrutcerenozduman@gmail.com

1. Silikat seramikler:

- Feldspatik seramikler
- Lösitle güçlendirilmiş seramikler
- Lityum disilikat seramikler

2. Rezin matris içeren seramikler

3. Oksit seramikler

- Alüminyum oksit seramikler
- Zirkonyum oksit seramikler

Tablo 1'de bu kitap bölümünde yer alan materyallerin özellikleri özetlenmiştir. Eğme dayanımı, restoratif materyallerin çigneme kuvvetleri altında başarısızlığa uğramadan dayanabilecekleri maksimum kuvveti açıklamaktadır. Kırılma tokluğu ise kırılma materyallerin, yükler altında katastrofik ilerlemesine karşı gösterdiği dirençtir (Lassila & ark., 2018). Bu tabloda, eğme dayanımı ve kırılma tokluğunun yanı sıra hekimin materyallerin yüzey bitimi, yapısal güçlendirmesi ve bağlanma şekli gibi özelliklerine de değinilmiştir.

## **1. SİLİKAT SERAMİKLER**

Silika bazlı seramikler içerdikleri camsı bir matris nedeniyle yarı saydamdır ve mine ve dentinin optik özelliklerine benzer özelliktedir. Böylece silikat seramikler estetik bölgedeki dişlerin restorasyonu için ideal bir seçenektir. Camsı matris aynı zamanda onları kırılma hale getirir ve çoğunlukla restorasyonun yapıştırılmasıyla telafi edilebilen düşük kırılma direncine sahiptir. (May, Fraga & May, 2021)

### **a. Feldspatik Seramikler**

Feldspatik seramikler, CAD/CAM sistemleriyle birlikte ilk kullanılan bloklardandır ve cam matris yapı içerisinde % 30 oranında, 3-4 µm boyutlarında feldspat partikülleri içermektedir. Geleneksel feldspatik seramikler, cam esaslı seramikler arasında en zayıfı olarak kabul edilirler. Seramiğin iç yapısında üç adet ana kristal bulunur. Bu kristaller kuartz, kaolin ve feldspattır. Feldspat kristalleri porselenin şeffaflık özelliğini artırır, ayrıca feldspat kristalleri, seramikteki üç ana kristal tipi arasında en düşük erime ısısına sahip kristaldir ve yapı içindeki daha yüksek erime ısısına sahip bileşenleri bir arada tutma görevine sahiptir (Spitznagel, Boldt & Gierthmuehlen, 2018)

Vakum altında sinterlenen bu bloklar, laboratuvarında sinterlenen seramiğe göre daha homojen ve stabil bir mikro yapıya sahiptir. Frezeleme işleminden sonra kolay bir şekilde polisajlanabilir fakat feldspat seramiklerin okluzal strese dayanıklılığı azdır ve kırılma dirençleri düşüktür (Skorulska & ark., 2021)

**Tablo 1. CAD/CAM tekniğinde kullanılan seramik esaslı restoratif materyaller ve özellikleri.**

	Feldspatik seramik	Lösitle güçlendirilmiş seramik	Lityum disilikat seramik	Aluminyum Oksit Seramikler	Zirkonyum oksit seramikler	Rezin matris içeren seramik
İsim/Üretici	1.VITA MARK II, Vita 2.CEREC Blocks, Sirona	Empress CAD, Ivoclar	e.Max CAD Ivoclar	InCeram Alumina, VITA Zahnfabrik	IPS e.max ZirCAD (Ivoclar Vivadent) NobelProcera Zirconia,	Lava Ultimate (3M ESPE) VITA Enamic (VITA) Cerasmart GC Corp.
Eğme Dayanımı	120	140 MPa	360 MPa	500 MPa	900 MPa	200 160 220
Kırılma Tokluğu	1.5	1.4	2.2	--	--	1.9 1.5 2.0
Yapısal Güçlendirme	Hayır	Hayır	Kristalizasyon	--	Sinterizasyon	Hayır Hayır Hayır
Yüzey Bitimi	Polisaj/Glaze	Polisaj/Glaze	Glaze	Glaze	Glaze	Polisaj Polisaj Polisaj
Baglanma şekli	Adeziv kompozit	Adeziv kompozit	Adeziv, Self-adeziv		Geleneksel (Cam iyonomer siman gibi)	Adeziv kompozit Self-adeziv kompozit
Endikasyonlar	Inlay, onlay, veneer, kron	Inlay, onlay, veneer, kron	Inlay, onlay, veneer, kron, köprü	Tek kronlar ve köprüler	Tek kronlar, köprüler (posterior bölgede)	Inlay, onlay, kron Inlay, onlay, kron

Renk açısından; monokromatik bloklar, dikromatik bloklar, polikromatik bloklar olmak üzere üçe ayrılır. Monokromatik bloklar, ideal estetik beklentileri her zaman karşılayamamaktadır. Bu nedenle, küresel bir dentin çekirdeği ve onu saran yarı saydam mine tabakasından oluşan polikromatik bloklar geliştirilmiştir. Bu bloklarda renk geçişi, dentin ve mineyi taklit etmek için 3 boyutlu olarak bir yay şeklinde hazırlanmıştır. Böylece, polikromatik bloklar ile tek renk bloklara kıyasla daha estetik sonuçlar elde etmek mümkündür (Blatz & Conejo, 2019).

Frezelenabilir feldspatik seramik materyallerin endikasyonları arasında kron, inley ve onleyler bulunmaktadır. Klinik araştırmalar, feldspatik CAD/CAM blokları için 9-18 yıllık bir süre boyunca %84-95 arasında değişen başarı oranları göstermektedir. Bu araştırmalarda, başarısızlığın ana nedeni olarak restorasyonun kırılması belirtilmiştir (Reiss, 2006).

### **b. Lösitle Güçlendirilmiş Seramikler**

Feldspatik seramiklerin mukavemetini arttırmaya yönelik çalışmalar, matriksin lösit ile güçlendirilmesi yoluyla denenmiştir. 1988 senesinde ProCAD (Ivoclar Vivadent; Schaan, Liechtenstein) CEREC (Sirona Dental Systems; Bensheim, Almanya) ile kullanılmak amacıyla lösit ile güçlendirilmiş seramikler geliştirilmiştir. Lösit ile güçlendirilmiş seramikler (IPS Empress CAD, Ivoclar Vivadent), yüksek yarı saydamlığa sahiptir ve estetik bölgedeki restorasyonlar için iyi bir seçimdir. Ancak, geleneksel feldspatik porselen ile karşılaştırıldığında, güçleri yalnızca minimum düzeyde arttırılmıştır. Bu seramik bloklar, yük taşımayan alanlarda kullanıldığında iyi klinik başarı göstermektedir. (Mayinger & ark., 2020)

Sistemde kullanılan lösit esaslı cam seramik materyal esas olarak silisyum oksit ( $\text{SiO}_2$ ), alüminyum oksit ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) ve potasyum oksitten ( $\text{K}_2\text{O}$ ) oluşmaktadır. Lösit kristalleri, yapıda bulunan çatlakların büyümesini engeller ve güçlü bir bariyer görevi üstlenir. Bunun sebebi, yapı içerisinde %40 oranında bulunan lösit kristallerinin genleşme katsayısının içinde olduğu cam matriksten daha fazla olmasıdır. Materyalin eğmeye karşı direnci 140 Mpa'dır. Yarı geçirgenlik ve karşıt düşü aşındırma özelliği doğal dişe benzemektedir (Naves & ark., 2010).

Bu bloklar anterior bölge kron ve laminate veneer restorasyon yapımında da tercih edilmektedir. İnley ve onley restorasyonlarının yapımında, yüksek translüsenansiye ve 3 çeşit renge sahip HT bloklar kullanılmaktadır (Reich & Hornberger, 2002).

### **c. Lityum Disilikat Seramikler**

1998 yılında yaklaşık 920°C'de presleme tekniği uygulanan, ingot formuyla ilk lityum disilikat seramiği (IPS Empress II, Ivoclar Vivadent, Lihtenştayn) piyasaya sürülmüştür[21]. Ardından, cam bazlı seramiklerin gücünü arttırmak için %72

lityum ve silikat oksitler içeren, lityum disilikat seramikler piyasaya sürülmüştür. Lityum disilikat seramik bloklar (örn., IPS E.max CAD, Ivoclar Vivadent), lityum disilikat ve lityum ortofosfattan oluşan bir kristal faza sahiptir, bu da onları yük taşıma alanlarında başarılı kılmaktadır. 4 µm'lik uzunluk ve 0.5 µm'lik çapa sahip olan lityum disilikat kristalleri, hacimce %70 oranında yoğun şekilde düzenlenmiş cam matriks içerisinde düzenli biçimde dağılmaktadır. Lityum disilikat seramik bloklar önceden kristalize edilmiş bir fazda (mor blok) ıslak olarak öğütülürler, daha sonra bir sinterleme fırınında kristalize edilirler. (Guazzato & ark., 2004)

Lityum disilikat seramikler gelişmiş optik özelliklere sahiptir. CAD/CAM lityum disilikat cam seramik blokların, prekristalizasyon işlemine bağlı olarak, yüksek translusensi (High-Translucency=HT), düşük translusensi (Low-Translucency=LT) ve orta-opasite (Medium Opacity=MO) gibi birbirinden farklı translusensi seviyeleri elde edilmektedir. Yüksek translusensi özelliği olan bloklar, çevre dokuların rengini absorbe (bukalemun efekti) edebilmektedir. Estetik özellikleri nedeniyle inley ve onley restorasyonların üretiminde kullanılabilirler. Düşük translusensiliğe sahip bloklar ise farklı renk alternatifleri ile full kron restorasyonların yapımında kullanılabilirler (Reich, 2015).

Lityum disilikat seramiklerin marjinal uyumsuzluklarının minimal olduğu ve klinik olarak kabul edilebilir sınırlar içinde olduğu bildirilmiştir. Çok sayıda klinik ve laboratuvar araştırması, lityum disilikat tek kron restorasyonları için olumlu sonuçlar bildirmektedir (Pieger& ark., 2014; Sulaiman&ark., 2015). İnleyler/onleyler, tek kronlar veya köprüler için tercih edilirler (Tysowsky, 2009).

## **2. REZİN MATRİKS İÇEREN SERAMİKLER**

Son dönemde, rezin matriks içeren seramik CAD/CAM bloklar piyasada yerini almıştır. Bu materyaller, yüksek yük taşıma kapasitesi ve yorulma direnci, üstün elastisite modülü ve daha pürüzsüz kenarlarlara sahip olma gibi çeşitli avantajlara sahiptir. Ayrıca, kristalizasyon gerektirmemesi ve elle polisajlanabilmesi ile zaman tasarrufu da sağlayabilmektedir. Resin matriks içeren seramikler “resin bazlı seramikler” ve “hibrit seramikler” olmak üzere iki türe ayrılmaktadır. Resin bazlı seramikler, en az %80 oranında nano boyutta seramik doldurucu partikülleri içermektedir (Lava Ultimate, 3M-ESPE, Almanya). Hibrit seramikler ise polimer infiltre seramik ağı teknolojisine (PICN) sahip materyallerdir (VITA Enamic, VITA-Zahnfabrik, Almanya ve Cerasmart, GC Corp., Belçika). Hibrit seramikler, kompozit rezinler ve seramiklerin iyi özelliklerini birleştirmiştir, yeterli esnekliğe ve çiğneme kuvvetlerine karşı dayanıklılığa sahiptir. Polimer infiltre edilmiş seramiklerin aşınma direnci üstündür. (Blatz& Conejo 2019) Bununla birlikte, her iki seramik restorasyonlara kıyasla karşıt dişte daha az aşınmaya neden olmaktadır. Eğme dayanımının 230 Mpa'a kadar olduğu bildirilmiştir (Rogula& ark., 2020).

Bu materyallerde, yapıştırılma prosedürleri de farklılık göstermektedir. Poli-mer-infiltrate seramiklerin yapıştırılması öncesinde 60 saniye boyunca %5'lik hid-rofluorik asit ile yüzeyinin pürüzlendirilmesi ve ardından bir silan bağlayıcının uygulanması gerekmektedir. Ancak, yüksek oranda polimerize rezin matrikse sahip Lava Ultimate gibi seramik infiltrate edilmiş polimer blokların, bu seramikle-rin  $\leq 50\mu\text{m}$  alüminyum oksit partikül aşınması ile ön işleme tabi tutulması ve ar-dından silan uygulaması gerekmektedir (Matzinger& ark., 2019). Polimer infiltrate edilmiş seramiklerin aşınma direnci üstündür. Bununla birlikte, her ikisi seramik restorasyonlara kıyasla karşıt dişte daha az aşınmaya neden olmaktadır. Veneerler, inley ve onleyleyler için seramik infiltrate bloklar önerilirken, polimer infiltrate seramik bloklar tek kronlar için de kullanılabilir (Blatz& ark., 2003).

### **3. OKSİT SERAMİKLER**

Oksit seramikler, iyi mekanik özelliklere sahip materyallerdir ancak düşük trans-lusensi özellikleri nedeniyle silikat seramiklere kıyasla daha kötü estetik özellikle-re sahip materyallerdir. Zirkonyum oksit ve alüminyum oksit olmak üzere iki tipi mevcuttur (Skorulska&ark., 2021):

Alüminyum oksit seramikleri, cam infiltrate edilmiş materyallerdir (InCeram Alumina, VITA Zahnfabrik, Almanya). 500 Mpa'lık bir eğme dayanımına sahip-tir. Son yıllarda, popüler olan ve daha üstün fiziksel özelliklere sahip zirkonyum oksit seramikler tercih edilmesine rağmen, bu materyallerin de uzun vadeli takip-lerde iyi sonuçlar gösterdiği bildirilmektedir (Conejo&ark., 2017).

Ticari CAD/CAM zirkonyum oksit seramikleri, Lava Plus (3M, ESPE) veya Kavo Everest (KaVo Dental) gibi ürünlerde, itriya ile stabilize edilmiş tetragonal zirkonya polikristal (Y-TZP) biçiminde bulunmaktadır. IPS e.max ZirCAD (Ivoc-lar Vivadent) ürün yelpazesinde, %3,4 veya %5 itriyum oksit (3Y-TZP, 4Y-TZP veya 5Y-TZP) ilavesiyle stabilize edilmiş Y-TZP içermektedir. Bu materyallerin mekanik özellikleri, kimyasal bileşimine bağlı olarak değişmektedir. Örneğin, ZirCad ürünlerinin eğme dayanımı, itriyum oksit ilavesiyle azalmıştır (Raigro-dski, 2003).

3Y-TZP, diş yapısına geleneksel olarak rezin modifiye cam iyonomer siman-larla simante edilebilen, uygun direnç ve retansiyon formu sağlanan tek kron ya-pımında ve sabit diş protezi olarak ağır yük taşıyan alanlarda kullanılabilen güçlü bir seramik materyaldir. Bununla birlikte, yarı saydamlığının olmaması, estetiğe duyarlı vakalarda uygulamalarını sınırlandırmıştır (Sulaiman, 2020).

İtriya miktarını % 5 mol'e yükselterek ve alüminia içeriğini ise azaltarak, zirkon yapı içerisinde ışığın daha fazla iletilmesine izin veren kübik fazlı kristaller (%  
-

55) bulunmaktadır (örn. Katana UTML ve Bruxzir Anterior, Glidewell Laboratuvarları). Ancak, translusensinin artması, zirkonyum oksit seramiklerin mekanik ve fiziksel dayanımı azaltmaktadır. %5 mol itriya ile stabilize edilmiş zirkonyum oksitin düşük kırılma direnci ile ilgili artan endişeler nedeniyle, itriya içeriğinin %4 mol'e düşürülmesi, kübik içeriği %25'e düşürmektedir. Sonuçta, kırılma direncini %5 mol itriya içeren zirkonyum oksite kıyasla arttırmaktadır. Yarı saydamlık, geleneksel %3 mol itriya içeren zirkonyum oksite kıyasla gelişmiş bir seviyede korunmaktadır (Katana STML, Kuraray Noritake, Japonya ve Bruxzir Esthetic, Glidewell Laboratories) (Spitznagel, Boldt & Gierthmuehlen, 2018)

## KAYNAKLAR

1. Blatz, MB., Sadan, A., Kern, M (2003). Resin-ceramic bonding—a review of the literature. *J Prosthet Dent.* 89(3), 268-274
2. Blatz, MB. & Conejo J. (2019) The Current State of Chairside Digital Dentistry and Materials. *Dent Clin North Am.* 63(2), 175-197.
3. Conejo, J. Nueesch, R. Vonderheide, M.; Blatz, MB. (2017) Clinical Performance of All-Ceramic Dental Restorations. *Curr. Oral Heal. Reports.* 4, 112–123.
4. Davidowitz, G. & Kotick, PG. (2011) The use of CAD/CAM in dentistry. *Dent Clin North Am.*, 55(3), 559-570.
5. Guazzato, M., Albakry, M., Ringer, SP, Swain, MV. (2004) *Strength, fracture toughness and microstructure of a selection of all-ceramic materials. Part I. Pressable and alumina glass-infiltrated ceramics.* *Dent Mater.* 20(5), 441-8.
6. Lassila, L., Keulemans, F, Seailynoja, E., Vallittu, P.K., Garoushi, S. (2018). Mechanical properties and fracture behavior of flowable fiber reinforced composite restorations. *Dent. Mater.* 34, 598–606.
7. May, MM., Fraga, S. & May LG. (2021) Effect of milling, fitting adjustments, and hydrofluoric acid etching on the strength and roughness of CAD-CAM glass-ceramics: A systematic review and meta-analysis. *J Prosthet Dent.* S0022-3913(21)00134-7.
8. Mayinger, F, Lümckemann, N., Musik, M., Eichberger, M., Stawarczyk, B. (2020) Comparison of mechanical properties of different reinforced glass-ceramics. *J. Prosthet. Dent.* 1–8.
9. Matzinger, M, Hahnel, S, Preis, V, Rosentritt, M. (2019) Polishing effects and wear performance of chairside CAD/CAM materials. *Clin Oral Investig.* 23(2),725-737.
10. Naves, LZ., Soares, CJ., Moraes, RR., Gonçalves, LS., Sinhoreti, MAC., Correr-Sobrinho, L. (2010) Surface/interface morphology and bond strength to glass ceramic etched for different periods. *Oper Dent.* 35(4), 420-7.
11. Pieger, S., Salman, A., Bidra, AS. (2014) Clinical outcomes of lithium disilicate single crowns and partial fixed dental prostheses: a systematic review. *J Prosthet Dent.* 112(1),22-30.
12. Raigrodski, A.J. (2003) Clinical and laboratory considerations for the use of CAD/CAM Y-TZP-based restorations. *Pract. Proced. Aesthet. Dent.* 15, 469–476.
13. Reich, S. & H. Hornberger. (2002) The effect of multicolored machinable ceramics on the esthetics of all-ceramic crowns. *J Prosthet Dent.* 88(1): 44-9.
14. Reich, S. (2015) Tooth-colored CAD/CAM monolithic restorations. *Int J Comput Dent.* 18(2), 131-46.
15. Reiss B. (2006) Clinical results of cerec inlays in a dental practice over a period of 18 years. *Int J Comput Dent.* 9(1), 11-22
16. Rogula, J., Kuzniar-Folwarczny, A., Sulewski, M., Błaszczuk, A. (2020) Charakterystyka kompozytowych materiałów stomatologicznych stosowanych w gabinetowych systemach CAD/CAM. *Inzynier i Fizyk Medyczny.* 9, 57–61.

17. Skorulska, A., Piszko, P., Rybak, Z., Szymonowicz, M., Dobrzyński, M. (2021) Review on Polymer, Ceramic and Composite Materials for CAD/CAM Indirect Restorations in Dentistry—Application, Mechanical Characteristics and Comparison. *Materials (Basel)*. 14(7), 1592.
18. Spitznagel, FA., Boldt, J. & Gierthmuehlen, PC. (2018) CAD/CAM Ceramic Restorative Materials for Natural Teeth. *J Dent Res*. 97(10), 1082-1091.
19. Sulaiman, TA. (2020) Materials in digital dentistry-a review. *J Esthet Restor Dent*. 32(2), 171-181.
20. Sulaiman, TA., Delgado, AJ., Donovan, TE. (2015) Survival rate of lithium disilicate restorations at 4 years: a retrospective study. *J Prosthet Dent*. 114(3),364-366
21. Tysowsky, G.W. (2009) The science behind lithium disilicate: a metal-free alternative. *Dent Today*. 28(3), 112-3.