

DERLEME

Hibrit Dayanaklar/Hibrit Dayanak Kronlar

Öykü Karaoğlu(0000-0003-2763-6853)^a, Seçil Karakoca Nemli(0000-0001-8836-0673)^a,
Merve Bankoğlu Güngör(0000-0002-5274-0380)^a

Selcuk Dent J, 2022; 9: 641-651 (Doi: 10.15311/selcukdentj.1064442)

Başvuru Tarihi: 04 Ocak 2022
Yayına Kabul Tarihi: 31 Mart 2022

ÖZ

Hibrit Dayanaklar/Hibrit Dayanak Kronlar

Günümüzde implant destekli restorasyonların estetik ve fonksiyonel özelliklerinin uzun süre korunabilmesi için implantın üzerine kişisel seramik dayanak yapımı gündeme gelmiştir. Seramik dayanakların mekanik dayanıklılıklarını arttırmak amacıyla, dayanak-implant birleşiminde metalik bir ara parça kullanılmaktadır. Genellikle titanyumdan oluşan bu ara parça, seramiklerin ve metal dayanakların olumlu özelliklerini bir araya getiren bir tedavi seçeneği olmuştur. Hibrit dayanağın titanyum ara parçası üzerine gelecek olan seramik kısmı ve kron kısmı ayrı ayrı hazırlanıp birleştirilebilmektedir. Diğer bir üretim şekli ise kişisel seramik dayanakların kron restorasyonu şeklinde hazırlanmasıdır. Hibrit dayanak kron adı verilen bu restorasyonlar, implanta vida ile tutunmakta ve dayanak ile kronu tek bir yapıda birleştirmektedir. Hibrit dayanak ve hibrit dayanak kron üretimi için farklı materyal seçenekleri mevcuttur. Bu derlemede hibrit dayanak/hibrit dayanak kronların ve bu restorasyonların üretiminde daimi ve geçici olarak kullanılan materyallerin özellikleri ile bu materyaller titanyum ara parça ile bağlantı için uygulanan yüzey işlemleri güncel literatür bilgisine dayanarak anlatılmaktadır.

ANAHTAR KELİMELELER

Hibrit Dayanak, Hibrit Dayanak Kron, Hibrit Dayanak Materyal, Seramik Dayanak

ABSTRACT

Hybrid Abutments/Hybrid Abutment Crowns

Today, in order to preserve the aesthetic and functional properties of implant-supported restorations, the production of custom ceramic abutments has been popular for implant supported prostheses. To increase the mechanical durability of ceramic abutments, an additional metallic component is used in the abutment-implant connection part. This metallic component, often made of titanium, has become a treatment option that combines the positive properties of ceramics and metal abutments. The ceramic part of the hybrid abutment that will be placed on the titanium component can be prepared as a crown or separated abutment and crown parts can be combined. Another production method is the preparation of individual ceramic abutments in the form of crown restoration. These restorations, namely "hybrid abutment crowns", are connected to the implants with screws and they unit the abutment and crown in a single structure. Different material options are available for the production of hybrid abutment and hybrid abutment crowns. In this review, hybrid abutment/hybrid abutment crowns and the properties of the permanent and temporary materials in the production of these restorations and the surface treatments applied to these materials are explained by the current literature.

KEYWORDS

Hybrid Abutment, Hybrid Abutment Crown, Hybrid Abutment Material, Ceramic Abutment

Günümüzde diş eksikliklerinin tedavisinde implant destekli restorasyonlar sıklıkla tercih edilmektedir.¹ Bu tedavilerde, doğal dentisyonun taklit edilmesi, sağlam bir implant/protez bağlantısı, sert ve yumuşak dokuların sağlığının korunması ve protetik üst yapıların çiğneme fonksiyonunu karşılaması amaçlanmaktadır.²⁻⁴ Son yıllarda implant destekli restorasyonların başarısının değerlendirilmesinde estetik parametreler önem kazanmıştır.⁵ İmplant destekli restorasyonların komşu dişler ve yumuşak dokuların rengi ile uyumlu doğal bir görünüme sahip olabilmeleri için titanyum yerine seramik dayanakların kullanımı gündeme gelmiştir.^{6,7} Hatta estetiğin çok önemli olduğu bazı klinik olgularda, tam seramik dayanaklar en uygun çözüm olarak kabul edilmektedir.⁸

Doğal dişlere benzer renkleri ve biyolojik avantajları ile kullanımı giderek yaygınlaşan seramik dayanaklar, estetik açıdan çok başarılı restorasyonların yapımını sağlamaktadırlar.⁹ İnce dişetine ve yüksek gülme hattına sahip hastalarda estetik gereksinimler nedeniyle seramik dayanaklar önerilmektedir.⁷ Seramik dayanakların çeşitli avantajları vardır. Metal dayanaklarla karşılaştırıldığında,

seramik dayanakların; yüksek korozyon direnci, biyouyumluluk ve düşük termal iletkenlik gibi özellikleri vardır. Kişiselleştirilen seramik dayanakların en büyük klinik avantajı, dayanağın çıkış konturunun şekillendirilebilmesidir.¹⁰ Ayrıca seramik dayanaklar üzerinde bakteriyel adezyonun daha az olduğu bilinmektedir. Titanyum dayanakların gri renkleri özellikle ince yapıdaki dişetinden yansıma yaparak estetiği bozmaktadır. Bu sebeple titanyum dayanakların dayanıklı olmalarına rağmen estetik bölgelerde kullanımları sakınca yaratabilmektedir. Titanyum dayanakların estetik sakınca yaratmaması için, dayanağın basamak bölgesi peri-implant dokusunun altında konumlandırılmaktadır.¹¹ Bu durum ise peri-implant dokuların sağlığını etkilemektedir. Seramik dayanaklarda marjın sonlanması dişetin üstünde yapılabilir. Böylece restorasyonun marjinal kenarlarının adaptasyonunun kontrolü ve simantasyon işlemi kolaylaşmaktadır. Ayrıca seramik dayanaklar, periodonsiyumla daha uyumludur.¹¹ Ekfeldt ve ark.¹² tarafından yapılan çalışmada 23 hastaya yerleştirilen toplam 30 adet restorasyon değerlendirilmiştir. Zirkonya

^a Gazi Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Protetik Diş Tedavisi AD, Ankara, Türkiye

dayanak üzerine simante edilen tam seramik kron ve zirkonya dayanak üzerine veneer porselenin uygulandığı vidalı kron olmak üzere iki üretim şekli karşılaştırılmıştır. Hastalar yaklaşık 10 yıllık süreçte düzenli kontrole çağırılmıştır. Sonuçta her iki restorasyon tipinde yumuşak doku sağlığının ve marjinal kemik seviyesinin anlamlı olarak farklı olmadığı belirlenmiştir.

Seramik dayanaklar kırıldıkları ve gerilme kuvvetlerine karşı dirençleri azdır. Seramik içersindeki yapısal defektler gerilme kuvvetleri altında çatlaklara neden olabilmekte ve bu durum uzun dönemde klinik başarıyı etkileyen en önemli faktör olarak ortaya çıkmaktadır.¹¹ Seramik dayanak materyali, çiğneme kuvvetlerine karşı dayanıklı olmalıdır. Aşırı overbite gösteren veya brüksizm gibi parafonksiyonel alışkanlıkları olan hastalarda kullanımları uygun değildir.¹³

Hızla gelişen bilgisayar destekli tasarım/bilgisayar destekli üretim (CAD-CAM) teknolojisi, zirkonya seramikler ve hibrit seramikler gibi geleneksel üretimde daha önce bulunmayan malzeme sınıflarının protetik restorasyonların yapımında kullanımını sağlayarak, mevcut malzeme yelpazesini önemli ölçüde genişletmiştir.¹⁴ Buna ek olarak dijital yöntemler; teşhis aşamasında daha önce mevcut olmayan seçenekler sunmaktadır. Tedavi planlaması aşamasında öngörülebilir bir yaklaşım ve üretim sürecinde standardizasyonu sağlanmaktadır.

Tam seramik malzemeler alanındaki teknolojik ilerleme, bu malzemelerin mekanik özelliklerinde on yıllar boyunca önemli gelişmelere yol açsa da, klinik olarak uzun vadeli başarıları hala büyük ölçüde uygun endikasyona ve malzeme seçimine bağlıdır.¹⁴ CAD-CAM teknolojisi, implant destekli restorasyonların yapımını basitleştirmekte ve zorlu laboratuvar adımlarını azaltmaktadır.¹⁵ Hasta başı CAD-CAM sistemleriyle birlikte tedavilerin tek seansta bitirilmesinin ve laboratuvar aşamalarının ortadan kaldırılmasının amaçlanması, materyallerin gelişimini hızlandırmıştır.¹⁶ Genel olarak, CAD-CAM sisteminde üretilen dayanaklar prefabrike bloklardan yapılmaktadır. Dayanağın dijital tasarımı optik tarayıcıyla elde edilen veriler ile yapılmakta ve dayanak tasarımının milleden cihazına dijital olarak aktarılmasıyla seçilen materyalden üretilmektedir.⁶

CAD-CAM teknolojisi ile dayanakların üretiminde titanyum, alümina, lityum disilikat ve zirkonya gibi çeşitli materyaller kullanılmaktadır.¹⁷ Titanyum dayanaklar, altın standart olarak kabul edilmektedir.¹⁸ Bu nedenle yeni üretilen dayanak materyalleri titanyum dayanaklar ile karşılaştırılmaktadır. Seramik dayanaklar, ilk olarak yoğun sinterize alüminadan üretilmiştir ancak bu dayanaklar estetik ve biyolojik açıdan iyi sonuçlar vermelerine rağmen yüksek kırılma riski taşıdığından piyasadaki kaldırılmıştır.^{19,20} Alternatif olarak üretilen zirkonya dayanakların, yeterli

mekanik dayanıma sahip olduğu, biyolojik ve estetik avantajlar sağladığı bildirilmektedir.^{21,22} Zirkonya dayanakların en önemli dezavantajlarından biri titanyum implant-zirkonya dayanak arayüzünde meydana gelen aşınmadır. Zirkonya, titanyumdan daha serttir. Sürtünme sırasında zirkonya dayanak, implantın titanyum arayüzünde aşınmaya sebep olmaktadır. Klotz ve ark.²³ yaptıkları çalışmada zirkonya ve titanyum dayanakların, dayanak-implant arayüzündeki aşınma miktarlarını karşılaştırmışlardır. Bu amaçla birinci grup implanta zirkonya dayanak, ikinci grup implanta titanyum dayanak yerleştirip örnekleri 1000000 siklus mekanik yaşlandırmaya maruz bırakmışlardır ve zirkonya dayanakların kullanıldığı örneklerde titanyum implantlarda daha fazla aşınma görüldüğünü bildirmişlerdir.

CAD-CAM sistemlerinin kullanımının yaygınlaşması ve artan estetik ve fonksiyonel beklentiler nedeniyle, üretici firmaların hedefi bu beklentileri karşılayacak özelliklere sahip farklı birleşimlere, yapısal ve fiziksel özelliklere sahip materyallerin geliştirilmesi olmuştur. Bu tasarım yeniliklerinden biri, kişiye özel hazırlanan seramik gövdenin prefabrike titanyum ara parçaya simantasyonuyla oluşan iki parçalı, hibrit titanyum-seramik kişisel dayanaklardır. Hibrit dayanağın titanyum bölümü, implant ile bağlantının stabilitesini sağlayıp dayanıklılıktan sorumlu iken; kişiye özel hazırlanan seramik gövde, doğal çıkış profili ve rengiyle restorasyonun estetiğini arttırmaktadır. Bu sisteme "hibrit dayanak (abutment)" adı verilmekte ve titanyum dayanakların sağlamlığı ile seramik dayanakların estetik özelliklerinin birleştirildiği bir tasarım olarak günümüzde tercih edilmektedir. Restorasyonun tasarımı hibrit dayanak (üzerine simante kron) veya hibrit dayanak kron olarak iki şekilde yapılabilmektedir.²⁴ Bu restorasyon türü, implant ve dayanağın bağlantı bölgesinin mekanik avantajını ve seramik restorasyonun estetik avantajını birleştirmektedir.¹⁵ Hibrit dayanaklarda implantın restoratif boyun kısmına oturan kısım titanyumdan, protezin üzerine uygulanacağı üst kısım ise seramikten üretilmekte ve çeşitli yöntemlerle bu iki parça tek parça olarak hareket edecek şekilde birleştirilmektedir.²⁵ Hibrit dayanakların dayanıklılık özelliklerinin tek parça zirkonya dayanaklara göre daha fazla olduğunun görülmesiyle birlikte, mevcut implant boyutlarına uygun olarak kullanılmak üzere "Tibase" adı verilen titanyum ara parçalar üretilmeye başlanmıştır. Böylece dayanak tasarımının sisteme uygun titanyum ara parça üzerinde hazırlanması ve sistemin önerdiği birleştirme tekniklerinden biriyle tek parça halinde kullanılabilmesi sağlanmaktadır. Hibrit dayanak kron, vida tutuculu restorasyonlara benzemektedir.²⁶ Tek parça vida tutuculu kronların kullanımı vida kanalından vidaya erişim kolaylığı sağladığı için simantasyonla ilgili sorunları ortadan kaldırmaktadır. Günümüzde, restorasyonu frezelemek ve tek parça restorasyon olarak bir titanyum ara parça üzerine doğrudan

yapıştırmak için önceden tasarlanmış ve bir deliğe sahip CAD-CAM blokları üretilmektedir ve bu bloklar sayesinde restorasyonların üretimi daha pratik bir hal almaktadır.²⁷ Seramik dayanak üretimi birçok yolla yapılabilmektedir. Hibrit dayanak/hibrit dayanak kron restorasyonlarında protetik restorasyon üretim şekilleri aşağıda özetlenmiştir;

- Hibrit dayanak CAD-CAM sisteminde ayrı olarak üretilebilir. Hibrit dayanak üzerine CAD-CAM sisteminde, ayrı bir restorasyon tasarımı ve üretimi yapılarak hibrit dayanak üzerine simante edilebilir.
- Hibrit dayanak kron CAD-CAM sisteminde bir bütün olarak tasarlanıp üretilebilir.
- CAD-CAM sisteminde hibrit dayanağın tasarımı ve üretimi yapılır. Bu yapının üzerine geleneksel porselen veneer uygulaması ile veneer tabakası uygulanabilir ve böylelikle hibrit dayanak kron üretilebilir.
- CAD-CAM ile üretilen hibrit dayanak üzerine lösit ya da lityum disilikat kristalleri ile güçlendirilmiş cam seramik ingotlarının ısı ve basınç altında preslenmesiyle restorasyon tamamlanabilir.

Günümüzde hibrit dayanak restorasyonların kullanımının yaygınlaşması sebebiyle üretici firmalar titanyum ara parça üzerinde kullanılan seramik materyallerin estetik özelliklerini geliştirmeye ve çeşitliliğini arttırmaya yönelik çalışmalar yapmaya devam etmektedir.²⁵ Daimi hibrit dayanak kron yapımında zirkonya (geleneksel yöntemle veneerlenen veya monolitik), lityum disilikat, hibrit seramik ve zirkonya katkılı lityum silikat kullanılabilmektedir.²⁷ Geçici restorasyonların yapımında ise polimetil metakrilat, polietereterketon (PEEK) ve mikrofiller ile güçlendirilmiş poliakrilik gibi materyaller kullanılmaktadır. Hibrit dayanak / hibrit dayanak kron yapımında kullanılan CAD-CAM materyalleri **Tablo 1**'de özetlenmiştir.

Tablo1.

Hibrit Dayanak / Hibrit Dayanak Kron Yapımında Kullanılan CAD-CAM Materyalleri

Materyalin İçeriği	Materyalin Adı	Üretici Firma	Endikasyon	Restorasyon Yüzeyine ve Simantasyon Yüzeyine Uygulanan Yüzey İşlemleri
Zirkonya	Incoris TZI meso blok Cerec Zirconia meso blok	Dentsply Sirona, New York, Amerika	Hibrit Dayanak/Hibrit Dayanak Kron	Mekanik polisaj için zirkonya seramiklerin polisajı için üretilmiş parlatıcı lastikler kullanılmaktadır. Bunun için, ön parlatma lastikleri ve yüksek parlatma lastikleri 30 sn süre ile uygulanmaktadır. Titanyum ara parça ile bağlantının sağlanacağı zirkonya yüzeyi 50 mikron büyüklüğünde alüminyum oksit partikülleri ile 2 bar basınç altında 20 saniye kumlanarak pürüzlendirildikten sonra temizlenmektedir. ^{30,33,39}
Lityum Disilikat	Ips e.max CAD blok	Ivoclar Vivadent, Schaan, Lihtenştayn	Hibrit Dayanak/Hibrit Dayanak Kron	On cilalama ve ince parlatma işlemleri yüksek parlaklık sağlayan lityum disilikat malzemelerde kullanılan polisaj lastiği ile yapılmaktadır. Lityum disilikat restorasyonların iç yüzeyi %5'lik hidroflorik asit jeli (IPS Ceramic Etching Gel, Ivoclar Vivadent, Schaan, Lihtenştayn) ile 20 saniye boyunca pürüzlendirilmektedir, daha sonra su ile durulanıp, hava ile kurutulmaktadır. Restorasyonların iç yüzeyine 60 saniye silan (Monobond Plus, Ivoclar Vivadent, Schaan, Lihtenştayn) uygulanmaktadır ve kurutulmaktadır. ^{16,25,37,45}
Zirkonya Katkılı Lityum Silikat	Vita Suprinity	VITA, Sackingen, Almanya	Hibrit Dayanak/Hibrit Dayanak Kron	Kristalizasyon işleminin ardından mekanik polisaj işlemi yapılmaktadır. Restorasyonların iç yüzeyine %5'lik hidroflorik asit ve 60 saniye silan (Monobond Plus, Ivoclar Vivadent, Schaan, Lihtenştayn) uygulanmaktadır ve kurutulmaktadır. ^{39,41,44}
Rezin Matriks Seramik	Vita Enamic	VITA, Sackingen, Almanya	Hibrit Dayanak/Hibrit Dayanak Kron	Hibrit seramik örneklerin dış yüzeyleri üretici firma önerilerine uygun olarak mekanik polisaj yapılarak bitirilmektedir. Ön polisaj hibrit seramiklerin polisajında kullanılan polisaj lastikleri ile yapılmaktadır. Yüksek parlaklık sağlayan polisaj lastikleri ile hafif baskı uygulanarak yapılmaktadır. Restorasyonların iç yüzeyleri %5' lik hidroflorik asit ile 60 sn asitlenmektedir (IPS Ceramic Etching Gel, Ivoclar Vivadent, Schaan, Lihtenştayn). Ardından 60 saniye silan (Monobond Plus, Ivoclar Vivadent, Schaan, Lihtenştayn) uygulaması yapılmaktadır. ^{16,25,37,45,46,49}
Polieter eter keton	PEEK	White Peaks, Wesel, Almanya	Hibrit Dayanak Kron	Mekanik polisaj yapılmaktadır. Materyal 50 µm alüminyum dioksit partikülleri ile aşındırılmaktadır. ^{53,54,60}
Polimetil metakrilat	Telio-CAD	Ivoclar Vivadent, Schaan, Lihtenştayn	Hibrit Dayanak Kron	Ultrasonik banyo ve buharlı hava uygulaması yapılmaktadır. Mekanik polisaj yapılmaktadır. Daha sonra yüzeye polimetilmetakrilat bazlı likit uygulaması yapılarak 30 saniye bekletilmektedir daha sonra 40 saniye boyunca polimerizasyon için ışık uygulanmaktadır. ^{55,58}
Poliakrilik	CAD-temp	VITA, Sackingen, Almanya	Hibrit Dayanak Kron	Ultrasonik banyo uygulaması yapılmaktadır ardından etonol ile yüzey temizliği yapılmaktadır. Metilmetakrilat içerikli bir primer uygulaması yapılarak ve primerin 30 sn polimerizasyonu yapılmaktadır. ⁶¹

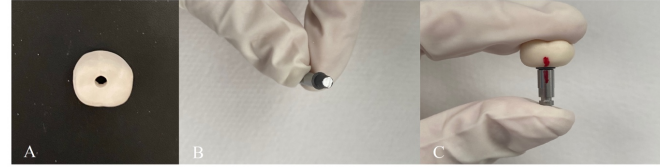
1. Zirkonya Hibrit Dayanaklar / Zirkonya Hibrit Dayanak Kronlar

Zirkonya hibrit dayanaklar/hibrit dayanak kronlar farklı şekillerde üretilmektedirler. Bu yöntemlerden birincisi, monolitik olarak zirkonya bloklardan tek parça olarak hibrit dayanak kron şeklinde üretilerek titanyum ara parçaya simante edilmesidir. Zirkonya bloklardan üretilen dayanaklar milleden ünitesinde şekillendirildikten sonra sinterleme işlemine tabi tutulmaktadır. Sinterizasyon işlemi ile materyal final dayanımına ve orijinal boyutuna ulaşmaktadır. Sinterleme işlemi her materyalin özelliğine göre farklı parametrelerle uygulanmaktadır. Zirkonya blokların üretiminde iki yöntem vardır. Birincisi tam sinterlenmiş bloklarla restorasyonun nihai boyutlarında üretilmesidir. Bu yöntemde sinterizasyon büzülmesi yoktur ve uyum çok iyidir. Ancak, materyal çok serttir. Cihazlarda aşınma ve bozulmalar daha sık görülmektedir. İkincisi ise, restorasyonun yarı sinterize bloklardan, orijinal boyutlarından yaklaşık % 25 daha büyük üretilmesidir. Yarı sinterize bloklardan üretim yapılırken, cihazların aşınması ve chipping gibi problemler daha az görülmektedir. Ancak büzülme nedeniyle restorasyonun uyumunda sorun çıkabilmektedir.^{28,29} Hibrit dayanak ve hibrit dayanak kron restorasyonlarında kullanılan zirkonya bloklar yarı sinterize bloklardır. Zirkonya hibrit dayanaklar, yarı sinterize zirkonya içeren “mezo bloklar” kullanılarak genellikle diş laboratuvarı veya üretim merkezinde üretilmektedir. Zirkonya hibrit dayanak kron üretiminde kullanılan bloklarda farklı renk seçenekleri mevcuttur. Diğer bir zirkonya hibrit dayanak kron üretim şekli ise restorasyonun hibrit dayanak şeklinde üretilip üzerine veneer porseleninin pişirilmesidir. Bunların dışında başka bir üretim yöntemi ise, zirkonya hibrit dayanak şeklinde üretildikten sonra üzerine ısı ve basınç ile şekillendirilen seramik malzemelerden kron şekillendirilmesinin yapılmasıdır.³⁰⁻³²

Prefabrike mezo bloklardan kişisel zirkonya dayanak elde edilmesinde ilk adım yarı sinterize zirkonya bloğun dış geometrisinin frezelenmesi ve ardından tam sinterizasyonun sağlanması, ikinci adım ise bu parçanın titanyum ara parçaya dikkatlice simante edilmesidir. Titanyum ara parçalar, titanyumdan üretilmektedirler ve bu nedenle implant gövdesine uyum hassasiyeti prefabrike titanyum dayanaklarla aynıdır. Titanyum ara parça ile zirkonya dayanak arasındaki ara yüz genellikle dayanağın dönmesini ve titanyum ara parçaya yanlış pozisyonda bağlanmasını önleyen bir anti-rotasyonel geometriye sahiptir.

Yarı sinterize zirkonya bloklardan şekillendirilip tam sinterizasyonu yapılan zirkonya hibrit dayanak/hibrit dayanak kronun dış yüzeyine üretici önerileri dikkate alınarak mekanik polisaj uygulanmaktadır. Mekanik polisajda zirkonya seramiklerin polisajı için üretilmiş parlaticı lastikler kullanılmaktadır. Zirkonya dayanağın ve titanyum ara parçanın bağlantı yüzeyleri simantasyon öncesinde 50 mikron büyüklüğünde

alüminyum oksit partikülleri ile 2 bar basınç altında 20 saniye kumlanarak pürüzlendirildikten sonra temizlenmektedir. Temizleme işleminin ultrasonik temizleyici içindeki distile suda 10 dk boyunca bekletildikten sonra basınçlı buhar ile tamamlanması önerilmektedir. Hibrit dayanak kron ve titanyum ara parçanın bağlantısı için üretilmiş rezin siman ile bu iki parça birbirlerine simante edilmektedir (Resim 1). Simantasyon öncesinde titanyum dayanak parçadaki vida deliği uygun materyaller ile kapatılmaktadır.



Resim 1.

- A) CAD-CAM sisteminde tasarlanarak üretilen zirkonya hibrit dayanak kron,
- B) Kumlanarak simantasyona hazır hale getirilen titanyum ara parça (Tibase),
- C) Birbirine simante edilen zirkonya hibrit dayanak kron ve titanyum ara parça.

Honda ve ark.³⁰ farklı restoratif materyal ve tasarımlarla üretilmiş hibrit dayanak kron restorasyonların kırılma yüklerini araştırmışlardır. Bu amaçla; porselen tabakalı zirkonya altyapılı restorasyonlar, indirekt kompozit tabakalı zirkonya altyapılı restorasyonlar, metal-seramik restorasyonlar ve monolitik zirkonya restorasyonlar olmak üzere 4 grup oluşturmuşlardır. Porselen tabakalı zirkonya altyapılı, indirekt kompozit tabakalı zirkonya altyapılı ve monolitik zirkonya gruplarındaki zirkonya altyapılı restorasyonlar, dual polimerize bir rezin siman ile implant dayanaklarına simante edilmiştir. Tüm restorasyonlar titanyum vidalara sabitlenmiş ve kırılma direnci test edilmiştir. Tüm restorasyonların çiğneme kuvvetlerine dayandığı görülmüştür. Monolitik zirkonya restorasyonlar için kırılma direncinin, çift tabakalı restorasyonlara göre önemli ölçüde daha yüksek olduğu bulunmuştur.

Bankoğlu Güngör ve ark.³¹ yaşlandırma işlemi uygulanmış ve yaşlandırma işlemi uygulanmamış farklı dayanak/kron sistemlerinin kırılma direncini ve başarısızlık tiplerini araştırmıştır. Bunun için; lityum disilikat hibrit dayanak kron, lityum disilikat hibrit dayanak üzerine yapıştırılmış lityum disilikat kron, zirkonya hibrit dayanak üzerine yapıştırılmış lityum disilikat kron, zirkonya hibrit dayanak üzerinde direkt veneer porselen tabakası uygulaması ve prefabrike tam zirkonya dayanak üzerine lityum disilikat kron olmak üzere beş dayanak/kron grubu hazırlanmıştır. Her grup kontrol (yaşlandırma işlemi yapılmamış) ve termomekanik yaşlandırma işlemi yapılmış olarak iki gruba ayrılmış ve kırılma direnci testi yapılmıştır. Yaşlandırma sürecindeki ve kırılma direnci testi sonrasındaki başarısızlık tipleri incelenmiştir. Sonuç olarak yaşlanmadan bağımsız olarak kırılma direnci değerleri karşılaştırıldığında, en yüksek değerler

sırasıyla, zirkonya hibrit dayanak üzerine yapıştırılmış lityum disilikat kron ve zirkonya hibrit dayanak üzerinde direkt veneer porselen tabakası uygulanarak elde edilen kron gruplarında gözlemlenmiştir. Restorasyon tipine bakılmaksızın kırılma direnci değerleri karşılaştırıldığında, yaşlandırma işlemi uygulanan grup kontrol grubuna göre anlamlı derecede daha düşük kırılma direnci değeri göstermiştir. Ayrıca titanyum ara parçanın, zirkonya dayanakların kırılma direncini arttırdığı gözlenmiştir. Termomekanik yaşlandırmanın, test edilen seramik dayanak/kron sistemlerinin kırılma direncini azalttığı bulunmuştur. Çalışmada başlıca meydana gelen başarısızlığın dayanak kırığı olduğu belirtilmiştir.

Wittneben ve ark.'nın³² yaptıkları bir çalışmada, preslenmiş seramiklerle kaplanmış prefabrike zirkonya dayanaklar ve veneer seramik tekniğiyle yapılmış kişiselleştirilmiş CAD-CAM zirkonya dayanaklar kullanılarak üretilen anterior maksiller tam seramik implant kronların estetik sonucu ve klinik performansı değerlendirilmiştir. Pembe ve beyaz estetik skor değerlerine göre her iki grup için de sonuçların memnun edici olduğu bildirilmiştir. Her iki implant destekli protez tekniğinin de maksiller anterior bölgedeki tek implant restorasyonlarda klinik olarak başarılı olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Adham ve ark.³³ yaptıkları çalışmada, zirkonya ve lityum disilikat dayanaklar kullanarak tek diş implant restorasyonlarının kırılma dirençlerini ve başarısızlık türlerini değerlendirmek ve sonuçları titanyum dayanaklarla karşılaştırmak amaçlanmıştır. Çalışmada beş farklı dayanak tipi kullanılmıştır; titanyum dayanak, metal altyapı içermeyen zirkonya dayanak, metal altyapılı zirkonya dayanak, lityum disilikat dayanak ve lityum disilikat dayanak kron. Lityum disilikat dayanakların ön bölgede meydana gelen fizyolojik oklüzal kuvvetlere dayanma potansiyeline sahip olduğu bildirilmiştir. Titanyum ara parçalar ile birleştirilmiş zirkonya dayanakların metal altyapı içermeyen zirkonya dayanaklardan çok daha yüksek kırılma direncine sahip olduğu sonucuna varılmıştır.

2. Lityum Disilikat Hibrit Dayanaklar / Hibrit Dayanak Kronlar

Zirkonya dayanaklar yüksek opaklığa sahiptir ve bu da doğal diş rengine ulaşmayı zorlaştırmaktadır. Bu nedenle estetik bölgelerde zirkonya dayanaklara alternatif olarak lityum disilikat dayanakların kullanılması önerilmektedir.³³ Lityum disilikat hibrit dayanak kron üretiminde kullanılan bloklarda farklı renk seçenekleri ve farklı transusensi özellikleri mevcuttur. Lityum disilikat seramiklerin CAD-CAM bloklarla direkt milleding yoluyla ve presleme yöntemiyle şekillendirme yoluyla üretimleri yapılabilmektedir. CAD-CAM sistemleri ile yapılan üretimlerde lityum disilikattan üretilen hibrit dayanaklar/hibrit dayanak kronlar milleding sonrası kristalizasyon işlemine tabi tutulmaktadır.¹⁷ Cam seramik yapısındaki lityum disilikatın freze edilmesi çok zordur.

Materyalin kırılma yapısı nedeniyle, üretim sürecinde lityum disilikat bloklar yarı kristalize halde üretilmektedir.¹⁷ Lityum disilikat dayanaklar titanyum ara parçalarla birlikte kullanılmaktadır. Tamamı lityum disilikattan oluşan dayanak üretilmemektedir. Lityum disilikat dayanağın üzerine seramik bir kronun simantasyonu ve dayanağın ve kronun tek parça ve titanyum ara parçaya yapıştırılmış olarak üretilmesi üzere lityum disilikat dayanaklar için iki seçenek vardır.³³ Ivoclar firması (Schaan, Lihtenştayn) tarafından üretilen IPS e.max CAD dayanak blokları, tek diş implant destekli restorasyonlarda hibrit dayanak üretiminde kullanılmaktadır. Materyalin orta opasite (medium opasty: MO) ve düşük translüsensi (low translusency: L) seçenekleri ve çeşitli renk tonları mevcuttur.³⁴ Translüsensi ve renk çeşitliliği sayesinde monolitik restorasyonların yapımında veya altyapı materyali olarak kullanılabilir.³⁵ Zirkonya hibrit dayanaklar ile aynı mantıkta tasarlanan sistemde çeşitli renklerde üretilmiş hazır lityum disilikat bloklardan dayanaklar hazırlanabilmektedir. Sistem hazırlanan hibrit dayanak ya da kronların titanyum ara parça bağlantısını kimyasal yolla sertleşen adeziv simanla sağlamaktadır.²⁵ Yarı kristalize halde bulunan bloklardan üretilen lityum disilikat restorasyonların seramik üretici firmanın talimatları doğrultusunda kristalizasyonu porselen fırınında yapılmaktadır. Kristalizasyon sonrası örneklerin dış yüzeyleri üretici firmanın önerilerine uygun olarak mekanik polisaj işlemi yapılarak bitirilebilmektedir.

Zirak ve ark.³⁶ yaptıkları çalışmada, titanyum ara parçanın çekme bağlanma direncini; millenmiş lityum disilikat, millenmiş zirkonya ve preslenebilir lityum disilikattan yapılmış seramiklerle karşılaştırmayı amaçlamışlardır. Bunun için millenmiş zirkonya, millenmiş lityum disilikat ve ısıyla preslenmiş lityum disilikat üst yapıları üretilmiştir. Hazırlanan üst yapı-titanyum ara parçalar (hibrit dayanak) 35 Ncm tork ile implantlara vidalanmıştır. Sonuçta CAD millenmiş lityum disilikatın titanyuma göre daha yüksek bağlanma gücüne sahip olduğu sonucuna varılmıştır.

Roberts ve ark.³⁷ lityum disilikat dayanak materyalinin kırılma direncini değerlendirmeyi amaçlamışlardır. Dört grup implant ve kron kombinasyonu üretmişlerdir. Birinci grupta, lityum-disilikat hibrit-dayanak kron; ikinci grupta, vidalı lityum-disilikat hibrit dayanak üzerine lityum-disilikat kron; üçüncü grupta, lityum-disilikat hibrit dayanak/lityum-disilikat kron; ve dördüncü grupta zirkonya hibrit dayanak/lityum disilikat kron (kontrol) üretilmiştir. Termomekanik yaşlandırma sonrasında kırılma dirençleri karşılaştırıldığında, lityum disilikat hibrit dayanak materyalinin, hibrit dayanak kron üretiminde zirkonya materyaline alternatif olarak kullanılabileceği sonucuna varılmıştır.

3. Zirkonya Katkılı Lityum Silikat Hibrit Dayanak/Hibrit Dayanak Kron

Zirkonya katkı lityum silikat seramikler zirkonya ve lityum silikat materyallerinin olumlu özelliklerini birleştirmektedir. Zirkonyanın yüksek yük taşıma kapasitesi ve lityum silikatın kolay parlatılma ve işleme, yüksek transparanlık ve floresans özelliklerini tek materyalde toplamışlardır. Zirkonya katkı lityum silikat, zirkonya içermeyen lityum disilikat seramiklere kıyasla daha dayanıklıdır.³⁸ Bu gruba giren materyaller arasında, Vita Suprinity (VITA Zahnfabrik, Sackingen, Almanya), ilk zirkonya katkı lityum silikat materyali olup ağırlığının % 8-12'sini zirkonya, % 56-64' ünü silikon dioksit, % 15-21 lityum oksit, % 10' dan daha azını çeşitli bileşenler oluşturur. Celtra Duo (Dentsply Sirona, New York, Amerika), diğer zirkonya katkı lityum silikat materyalidir ve ağırlıkça %10'unu zirkonya oluşturmaktadır.³⁹ Celtra Duo ve Vita Suprinity benzer malzemeler (mikroyapıları) olmasına karşın Vita Suprinity kısmen kristalize edilmiş, Celtra Duo ise tamamen kristalize edilmiş bloklar halinde piyasaya sunulmaktadır. Bu iki firmaya ait zirkonya katkı lityum silikat materyali arasındaki belirgin fark Li_2SO_3 boyutlarıdır.⁴⁰

Zarone ve ark.⁴¹ farklı veritabanlarındaki çalışmalarını inceleyerek yaptıkları çalışmada, zirkonya katkı lityum silikat materyalinin diğer cam seramik materyallerle biyolojik ve mekanik özelliklerini karşılaştırmışlardır. Sonuç olarak zirkonya katkı lityum silikat materyali çiğneme kuvvetlerine dayanıklılık ve biyouyumluluk açısından diğer cam seramiklere uygun bir alternatif olduğu sonucuna varılmıştır.

Sorrentino ve ark.⁴² farklı veritabanlarında zirkonya katkı lityum silikat ile ilgili inceledikleri çalışmalarda, lityum disilikatın renk stabilitesi ve işlenebilirlik açısından zirkonya katkı lityum silikattan daha iyi sonuçlar verdiklerini bulmuşlardır. Gomes ve ark.⁴³ zirkonya ile güçlendirilmiş lityum silikat ve lityum disilikat monolitik kronların, termomekanik yaşlanmasını değerlendirmişlerdir. Kırılma yükü testi için, kronlar prefabrike dayanak üzerine simante edilerek dört gruba ayrılmıştır; termomekanik yaşlandırma uygulanmayan monolitik zirkonya ile güçlendirilmiş lityum silikat, termomekanik yaşlandırma uygulanan monolitik zirkonya ile güçlendirilmiş lityum silikat, termomekanik yaşlandırma uygulanmayan lityum disilikat ve termomekanik yaşlandırma uygulanan lityum disilikat kron. Termomekanik yaşlandırma uygulama grupları 10000 ısı döngüye tabi tutulmuştur. Termomekanik yaşlandırmanın her iki materyalin de kırılma yükünü etkilemediği görülmüştür. Ancak monolitik zirkonya ile güçlendirilmiş lityum silikat kronların lityum disilikat kronlarına göre daha düşük kırılmaya sahip olduğu görülmüştür.

Yılmaz ve ark.⁴⁴ yaptıkları çalışmada, termomekanik yaşlandırma uygulanmış ve uygulanmamış farklı seramik hibrit dayanakların (zirkonya ile güçlendirilmiş lityum silikat, hibrit seramik, lityum disilikat ve zirkonya)

kırılma yükü değerlerini karşılaştırılmıştır. Yaşlandırmadan sonra, kronlara dikey yük uygulanmış ve tüm kronların kırılmanın karşılaştığı yük değerleri kaydedilmiş ve istatistiksel olarak analiz edilmiştir. Zirkonyanın, diğer seramiklerle karşılaştırıldığında önemli ölçüde daha yüksek kırılma yüküne sahip olduğu bildirilmiştir.

4. Rezin Matriks Hibrit Dayanak/Hibrit Dayanak Kronlar

Bir başka CAD-CAM materyal türü olan hibrit seramiklerin yapısında seramik ağı, birbiri içerisine tamamen uyum sağlayan bir polimer ağı ile güçlendirilmektedir.⁴⁵ Böylelikle bu materyallerde seramiklerin ve kompozitlerin olumlu özellikleri bir araya toplanmaktadır.^{17,45} Rezin matriks seramikler yapısındaki cam seramik bileşen sebebiyle translüsensiye sahiptir ve doğal diş rengine benzer renk göstermektedirler. Bununla beraber polimer matriks elastisiteyi arttırmaktadır böylece çatlak ilerlemesi sorunu azaltılmaktadır.⁴⁷ Hibrit seramikler geleneksel seramiklere göre daha az kırılındıkları ve kompozit materyallere kıyasla daha yüksek aşınma direncine sahiptirler. Rezin ve seramik içerikli hibrit malzemelerin, hem estetik olmaları hem de uygulanma kolaylıkları nedeniyle popüleriteleri artmaktadır.⁴⁶ Hibrit malzemelerin cilalanabilme özelliği de oldukça gelişmiştir. Hibrit seramikler, milleden işleminden sonra herhangi bir ısı işleme tabi tutulmamakta bu materyallere sadece mekanik parlatma işlemi uygulanmaktadır. Ongun ve ark.⁴⁸ polimer infiltre seramik ağ materyalinin, lityum disilikat seramik ile eğilme direnci, bağlanma direnci ve kırılma direnci değerlerini karşılaştırmayı ve test edilen parametreler üzerinde ısı döngünün etkisini değerlendirmeyi amaçlamıştır. Sonuç olarak lityum disilikat seramiğin, polimer infiltre seramik ağ malzemesinden önemli ölçüde daha yüksek eğilme direncine, bağlanma direncine ve kırılma direnci değerlerine sahip olduğu bulunmuştur. Lityum disilikat seramiğin, mekanik ve bağlanma özellikleri açısından polimer infiltre seramik ağ materyaline tercih edilen bir hibrit dayanak materyali olabileceğini bildirmişlerdir.

Guilherme ve ark.⁴⁹ yaptıkları çalışmada, zirkonya, lityum disilikat ve rezin nanoseramik hibrit dayanakların mekanik özelliklerini karşılaştırmıştır. En yüksek kırılma direnci zirkonya hibrit dayanaklarda gözlenirken, rezin nanoseramik ve lityum disilikat hibrit dayanaklar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır.

5. PEEK Hibrit Dayanak Kronlar

Polietereterketon (PEEK) polimeri, yarı kristalin termoplastik polimer sınıfındadır. Kompozit, seramik veya zirkonya ile kıyaslandığında diş hekimliğinde oldukça yeni bir materyal olan PEEK; dayanıklılık, biyouyumluluk ve kemiğe yakın elastik modülüsü (4 GPa) özelliklerine sahiptir.⁵⁰ PEEK; sabit ve hareketli protezlerde alt yapı materyali, geçici dayanaklar,

iyileşme başlıkları ve dental implantlar gibi kullanım alanlarına sahiptir.³⁹ PEEK kuvvetleri daha iyi paylaşmakta ve stresleri azaltarak kemik remodelasyonunu hızlandırmaktadır.^{45,50} PEEK medikal ve dental uygulamalarda sadece stabilite ve mekanik özellikler nedeniyle değil, aynı zamanda radyolojik incelemelerde radyolüsent özellik gösterdiği için de tercih edilmektedir. Radyolojik olarak radyolüsent görünümü sayesinde kemik dokuda meydana gelen değişiklikler daha rahat izlenebilmektedir. İstenilirse baryum sülfat ilavesiyle radyolojik olarak görünürlüğü ve kontrastı artırılabilir. Bükülme dayanımı 140-170 MPa olup doğal dişlerle uyumlu bir yapıya sahiptir ve doğal dişlerde aşınmaya neden olmamaktadır.^{50,51} PEEK rengi, düşük ağırlığı ve yüksek dayanıklılığından dolayı sabit protezlerde alternatif bir seçenektir.⁵² PEEK materyali milleden ve preslenme işlemleri ile şekillendirilmektedir.

Barbosa-Junior ve ark.⁵³ PEEK ve itriya kısmen stabilize zirkonya polikristallerinden (Y-TZP) üretilen hibrit dayanaklarda mekanik yorulma davranışını incelemişlerdir. Tam seramik restorasyon olarak yarı saydam zirkonya ve lityum disilikat monolitik kronlar kullanılmıştır. Örnekler hibrit dayanağa (PEEK ve Y-TZP) ve bir maksiller santral kesici diş kronunu temsil eden monolitik kronlar (zirkonya veya lityum disilikat) olarak rastgele dört gruba ayrılarak mekanik yorulma testine tabi tutulmuştur. Sonuç olarak PEEK ve Y-TZP hibrit dayanaklar, kron materyallerinden bağımsız olarak benzer yorulma değerleri göstermiştir. Zirkonya kronlar Y-TZP dayanakları ile kullanıldığında, lityum disilikat olanlardan daha yüksek bir yorgunluk direnci göstermiştir ve lityum disilikat kronlar PEEK dayanakları ile kullanıldığında zirkonya kronlar ile benzer bir yorgunluk direnci göstermiştir.

Yazigi ve ark.⁵⁴ zirkonya, lityum disilikat, seramikle güçlendirilmiş polietereketon, nano hibrit kompozit rezin ve polimer infiltre seramik olmak üzere 5 farklı monolitik materyalden hibrit dayanak kron materyalinin performansını ve kırılma direncini değerlendirmişlerdir. Tüm örnekler, hiçbir çatlak veya vida gevşemesi belirtisi olmaksızın 1200000 döngü termomekanik yüklemeye dayanmıştır. Ancak hibrit dayanak kronların kırılma direncinin, kullanılan materyalden etkilendiğini bulmuşlardır. Zirkonya kırılma direnci olarak üstün sonuçlar göstermiştir. Bununla birlikte zirkonya kronların, kırılma direncinin, ek olarak bir şok emici özelliğe sahip olan polietereketonlar ile karşılaştırılabilir olduğu sonucuna varmışlardır.

DuVall ve ark.⁵⁵ yaptıkları çalışmada, titanyum ara parçalı dayanak kullanan çeşitli vidalı ve simante sistem seramik ve polimetilmetakrilat malzeme kombinasyonlarının mekanik yüklemeye ve ısıl döngünün ardından kırılma direncini, metal destekli porselen implant destekli kronlarla karşılaştırmışlardır. Seramik ve polimetilmetakrilat restorasyonlar titanyum ara parça dayanak üzerinde, metal destekli porselen restorasyonlar ise bir UCLA (Universal Castable Long

Abutment) üzerinde üretilmiştir. Dayanak ve kron tipinin kırılma yükü üzerindeki etkisi değerlendirilmiştir. Vidalı implant restorasyonları, siman tutuculu olanlara göre daha yüksek kırılma direnci göstermiştir. Titanyum ara parçalı dayanağın, UCLA dayanağa göre daha avantajlı olduğu bulunmuştur. Al-Zordk ve ark.⁵⁶ yaptıkları çalışmada, termal yaşlandırma sonrası zirkonya, lityum disilikat ve polietereketon hibrit dayanak kronların termal yaşlandırma sonrası vida gevşemesi ve kırılma direncilerini değerlendirmişlerdir. Gevşeme torku, dijital tork ölçer kullanılarak değerlendirilmiştir. Sonuç olarak termal yaşlandırma işlemi sonrası oluşan vida gevşemesinin hibrit dayanak kronun yapıldığı materyalden etkilenmediği bulunmuştur. Kırılma yükü değerlerine göre ise premolar bölgede zirkonya hibrit dayanak kronların, lityum disilikat ve polietereketon hibrit dayanak kronlara göre daha güvenle kullanılabilirliği bildirilmiştir.

6. Geçici Hibrit Dayanak Kronlar

Uzun süreli kullanılacak olan geçici restorasyonlarda polimetil metakrilat içerikli bir malzeme olan telio-CAD (Ivoclar Vivadent, Schaan, Lihtenştayn) adı verilen materyal güncel olarak kullanılmaktadır.^{39,57} Materyal; geçici anterior ve posterior kronlar, iki gövdeli geçici anterior ve posterior köprüler, implant için geçicilerde ve hibrit dayanak kron restorasyonlarda uygulanmaktadır. Mikrofiller ile güçlendirilmiş poliakrilik materyalden üretilen Cad-Temp (VITA Zahnfabrik, Sackingen, Almanya) materyali uzun süreli geçici restorasyonların üretimi için mikro dolgu, yüksek oranda çapraz bağlı akrilat polimerden yapılmış kompozittir. İyi yüzey stabilitesi ve kırılma direnci sayesinde uzun süreli iyi stabilite (aşınma süresi: 3 yıla kadar) sunmaktadır. Telio-CAD materyali hibrit dayanak kron olarak üretilip uzun süreli geçici restorasyon olarak kullanılabilir.³⁹ Geçici restorasyon olarak kullanım süreleri 12 aya kadar uzayabilmektedir.³⁹

Rosentritt ve ark.⁵⁸, implant üstü geçici kron materyali olarak polimetil metakrilat içerikli telio-CAD materyalinin klinik performansı ve kırılma direnci açısından incelemişlerdir. Çalışmada 4 grup oluşturulmuştur (n=16). İlk grupta telio-CAD ile hazırlanmış 16 adet kron prepare edilmiş insan dişine yapıştırılmıştır. İkinci grupta telio-CAD malzemesinden üretilen geçici kronlar laboratuvar ortamında tibase dayanağa simante edilmiştir daha sonra implanta vidalanmıştır. Üçüncü grupta hazırlanan geçici kronların fossalarının orta noktasından delik açılarak dayanağa simante edilmiştir. Dördüncü grupta, kronlar doğrudan dayanağa yapıştırılmıştır. Bu gruplardaki restorasyonların bir kısmı geçici bir kısmı daimi olarak simante edilmiştir. Daha sonra çignemeyi simüle edecek şekilde tüm örnekler termal yaşlandırma ve mekanik yüklemeye işlemleri uygulanmış ve kırılma dayanımları test edilmiştir. Vida deliği açılan ve dayanağa simante edilen grup vida deliği açılmadan

dayanağa simante edilen gruba göre daha düşük kırılma dayanımı göstermiştir. Tibase dayanağa simante edilen geçici kronun kırılma direnci, vida deliği açılarak direkt dayanağa simante edilen geçici krona göre daha yüksek bulunmuştur. Daimi simante edilenlerin kırılma direnci geçici olarak simante edilenlerden daha yüksek bulunmuştur.

Huettig ve ark.⁵⁹ yaptıkları çalışmada, 27 hastada toplam 45 adet Cad-Temp materyali ile geçici restorasyon üretilmiştir ve uzun süreli geçicilerin endikasyonu değerlendirilmiştir. 45 restorasyonun 37 tanesi diş üzerine simante edilmiş 8 adeti kantilever olarak görev görmüştür. Geleneksel olarak alınan ölçüye alçı model dökülüp bu alçı modelin CAD-CAM sistemi ile taranmasıyla elde edilmiştir. Simantasyondan sonra 2-26 ay arası bir gözlem süresi uygulanarak, hastalar yılda 2 kez kontrole çağırılmıştır ve sonuç olarak kantilever olarak kullanılan geçici restorasyonlar başarısızlık gösterirken diş üzerinde bulunan Cad-Temp geçici restorasyonun 12 aya kadar güvenle kullanıldığı sonucuna varılmıştır.

SONUÇ

Son yıllarda estetiğin önemindeki artış ile birlikte implant destekli tedavi seçeneklerinde tam seramik restorasyonlar ön plana çıkmaktadır. Metal yapının dayanıklılık özelliği ile seramik yapının estetik özelliklerini bir araya getirerek oluşturulan hibrit dayanak/hibrit dayanak kron restorasyonlar hem fonksiyonel hem de estetik olarak tatmin edici sonuçlar vermektedirler.

KAYNAKLAR

1. Pita MS, Anchieta RB, Barão VAR, Garcia IR, Pedrazzi V, Assunção WG. Prosthetic Platforms in Implant Dentistry. *J Craniofac Surg* 2011; 22(6): 2327-31.
2. Blatz MB, Bergler M, Holst S, Block MS. Zirconia Abutments for Single-tooth Implants-rationale and Clinical Guidelines. *J Oral Maxillofac Surg* 2009; 67(11): 74-81.
3. Misch CE, Perel ML, Wang HL, Sammartino G, Galindo-Moreno P, Trisi P, Steigmann M, Rebaudi A, Palti A, Pikos MA, Schwartz-Arad D, Choukroun J, Gutierrez-Perez JL, Marenzi G, Valavanis DK. Implant success, survival, and failure: the International Congress of Oral Implantologists (ICOI) Pisa Consensus Conference. *Implant Dent* 2008; 17(1): 5-15.
4. Papaspyridakos P, Chen CJ, Singh M, Weber HP, Gallucci GO. Success criteria in implant dentistry: a systematic review. *J Dent Res* 2012; 91(3): 242-8.
5. Bidra AS, Rungruanganunt P. Clinical Outcomes of Implant Abutments in the Anterior Region: A Systematic Review. *J Esthet Restor Dent* 2013; 25(3): 159-176.
6. Priest G. Virtual-designed and Computer-milled Implant Abutments. *J Oral Maxillofac Surg* 2005; 63(9): 22-32.
7. Sağlam Atsü S, Aksan ME, Bulut AC. Fracture resistance of titanium, zirconia, and ceramic-reinforced polyetheretherketone implant abutments supporting CAD/CAM monolithic lithium disilicate ceramic crowns after aging. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2019; 34(3): 622-630.
8. Watkin A, Kerstein RB. Improving darkened anterior peri-implant tissue colour with zirconia custom implant abutments. *Compen Contin Educ Dent* 2008; 29(4): 238-242.
9. Zandinejad A, Methani MM, Schneiderman ED, Leon MR, Morton. Fracture Resistance of Additively Manufactured Zirconia Crowns when Cemented to Implant Supported Zirconia Abutments: An in vitro Study. *J Prosthodont* 2019; 28(8): 893-897.
10. Edelhoff D, Schweiger J, Prandtner O, Stimmelmayer M, Güth J. Metal-free implant-supported single-tooth restorations. Part II: Hybrid abutment crowns and material selection. *Quintessence Int* 2019; 50(4): 260-9
11. Belser UC, Schmid B, Higginbottom F, Buser D, Dent M. Outcome Analysis of Implant Restorations Located in The Anterior Maxilla: A Review of The Recent Literature. *Int J Oral Maksillofac Implants* 2004; 19: 30-42.
12. Ekfeldt A, Fürst B, Carlsson GE. Zirconia abutments for single-tooth implant restorations: a 10- to 11-year follow-up study. *Clin Oral Implants Res* 2016; 28(10): 1-6.
13. Bağrıvatan GN, Çelik M, Çilingir A, Bayraktar G. Estetik İmplant Abutmentlar. *Ege Üniv Diş Hek Fak Derg* 2015; 36(2): 60-66.
14. Edelhoff D, Josef S, Otto P, Micheal S, Güth M, Frederik J. Metal-free implant-supported single-tooth restorations. Part I: Abutments and cemented crowns. *Quintessence Int* 2019; 50(3): 176-84.
15. Joda T, Ferrari M, Gallucci GO, Wittneben JG, Brägger U. Digital technology in fixed implant prosthodontics. *Periodontol* 2000 2017; (73): 178-92.
16. Sulaiman TA. Materials in digital dentistry-a review. *J Esthet Restor Dent* 2020; 32(2): 171-181.
17. Marchesi G, Piloni AC, Nicolin V, Turco G, Lenarda RD. Chairside CAD/CAM materials: current trends of clinical uses. *Biology (Basel)* 2021; 10(11): 1170.
18. Sailer I, Philipp A, Zembic A, Pjetursson BE, Hämmeler CH, Zwahlen M. A Systematic Review of The Performance of Ceramic and Metal Implant Abutments Supporting Fixed Implant Reconstructions. *Clin Oral Implants Res* 2009; 20: 4-31.
19. Andersson B, Taylor A, Lang BR, Scheller H, Schärer P, Sorensen JA, Tarnow D. Alumina ceramic implant abutments used for single-tooth replacement: a prospective 1- to 3-year multicenter study. *Int J Prosthodont* 2001; 14(5): 432-8.
20. Henriksson K, Jemt T. Evaluation of custom-made procera ceramic abutments for single-implant tooth replacement: a prospective 1-year follow-up study. *Int J Prosthodont* 2003; 16(6): 626-30.
21. Gehrke P, Alius J, Fischer C, Erdelt KJ, Beuer F. Retentive strength of two-piece CAD/CAM zirconia implant abutments. *Clin Implant Dent Relat Res* 2013; 16(6): 920-5.
22. Nothdurft F, Pospiech P. Prefabricated zirconium dioxide implant abutments for single-tooth replacement in the posterior region: evaluation of peri-implant tissues and superstructures after 12 months of function. *Clin Oral Implants Res* 2010; 21(8): 857-65.
23. Klotz MW, Taylor TD, Goldberg AJ. Wear at the titanium-zirconia implant-abutment interface: a pilot study. *Int J Maxillofac Implants* 2011; 970-5.
24. Nouh I, Kern M, Sabet AE, Aboelfadl AK, Hamdy AM, Chaar MS. Mechanical behavior of posterior all-ceramic hybrid-abutment-crowns versus hybrid-abutments with separate crowns-A laboratory study. *Clin Oral Implants Res* 2018; 30(1): 90-8.
25. Kurbad A, Kurbad S. CAD/CAM-based implant abutments. *Int J Comput Dent* 2013; 16(2): 125-41.
26. Elsayed A, Wille S, Al-Akhali M, Kern M. Effect of fatigue loading on the fracture strength and failure mode of lithium disilicate and zirconia implant abutments. *Clin Oral Implants Res* 2018; 29(1): 20-7.

27. Yazıcı C, Kern M, Chaar MS, Libeckı W, Elsayed A. The influence of the restorative material on the mechanical behavior of screw-retained hybrid-abutment-crowns. *J Mech Behav Biomed Mater* 2020; 111: 103988.
28. Miyazaki T, Nakamura T, Matsumura H, Ban S, Kobayashi T. Current status of zirconia restoration. *J Prosthodont Res* 2013; 57(4): 236-61.
29. Magne P, Stanley K, Schlichting LH. Modeling of ultrathin occlusal veneers. *Dent Mater* 2012; 28 (7):772-82.
30. Honda J, Komine F, Kamio S, Taguchi K, Blatz MB, Matsumura H. Fracture resistance of implant-supported screw-retained zirconia-based molar restorations. *Clin Oral Implants Res* 2017; 28(9): 1119-26.
31. Bankoglu-Gungor M, Karakoca-Nemli S, Yilmaz H, Aydin C. Fracture resistance of different implant supported ceramic abutment/crown systems. *Eur Oral Res* 2019; 53(2): 80-7.
32. Wittneben JG, Gavric J, Belser UC, Bornstein MM, Joda T, Chappuis V, Sailer I, Brägger U. Esthetic and Clinical Performance of Implant-Supported All-Ceramic Crowns Made with Prefabricated or CAD/CAM Zirconia Abutments: A Randomized, Multicenter Clinical Trial. *J Dent Res* 2016; 1-4.
33. Elsayed A, Wille S, Al-Akhali M, Kern M, Habil MD. Comparison of fracture strength and failure mode of different ceramic implant abutments. *J Prosthet Dent* 2017; 117(4): 499-506.
34. Bhat V, Shenoy K, Dandekeri H. CAD-CAM Ceramics - A Literature Review. *Int J Recent Sci Res* 2016; 7(3): 9352-9361.
35. Maunula H, Hjerpe J, Lassila LLV, Närhi TO. Optical Properties and Failure Load of Thin CAD/CAM Ceramic Veneers. *Eur J Prosthodont Restor Dent* 2017; 25(2): 86-92.
36. Zirak M, Vojdani M, Khaledi AAR, Farzin M. Tensile bond strength of three custom-made tooth-colored implant superstructures to titanium inserts. *J Dent (Shiraz)* 2019; 20(2): 131-6.
37. Roberts EE, Bailey CW, Ashcraft-Olmscheid DL, Vandeville KS. Fracture resistance of titanium-based lithium disilicate and zirconia implant restorations. *J Prosthodont* 2018; 27(7): 644-50.
38. Springall GAC, Yin L. Response of pre-crystallized CAD/CAM zirconia-reinforced lithium silicate glass ceramic to cyclic nanoindentation. *J Mech Behav Biomed Mater* 2019;92: 58-70.
39. Reich S. Tooth-colored CAD/CAM monolithic restorations. *Int J Comput Dent*. 2015;18(2):131-46.
40. Belli R, Wendler M, Ligny D, Cicconi MR, Petschelt A, Peterlik H, Lohbauer U. Chairside CAD/CAM materials. Part 1: Measurement of elastic constants and microstructural characterization. *Dent Mater* 2017; 33(1): 84-98.
41. Zarone F, Ruggiero G, Leone R, Breschi L, Leuci S, Sorrentino R. Zirconia-reinforced lithium silicate (ZLS) mechanical and biological properties: A literature review. *J Dent* 2021; 109: 1-8.
42. Sorrentino R, Ruggiero G, Di Mauro MI, Breschi L, Leuci S, Za F. Optical behaviors, surface treatment, adhesion, and clinical indications of zirconia-reinforced lithium silicate (ZLS): A narrative review. *J Dent* 2021; 112: 1-8.
43. Gomes RS, Mathias C, Souza C, Bergamo E, Bordin D, DelBelCury AA. Misfit and fracture load of implant-supported monolithic crowns in zirconia-reinforced lithium silicate. *J Appl Oral Sci* 2017; 25(3): 282-9.
44. Yilmaz B, Alsaery A, Bowen L, Abou-Ayash S. Influence of cyclic loading on load-to-failure of different ceramic CAD-CAM implant-supported single crowns. *Int J Prosthodont* 2021; 1-21.
45. Skorulska A, Piszko P, Rybak Z, Szymonowicz M, Dobrzynski M. Review on polymer, ceramic and composite materials for CAD/CAM indirect restorations in dentistry-application, mechanical characteristics and comparison. *Materials (Basel)* 2021; 14(7): 1592.
46. 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(9): 1289-96.
47. Büyükdere AK, Yenice N. All ceramic blocks used in CAD/CAM systems and indications. *Dent Med J* 2020; 2(1): 1-15.
48. Ongun S, Kurtulmuş-Yılmaz S, Meriç G, Ulusoy M. A Comparative study on the mechanical properties of a polymer-infiltrated ceramic-network material used for the fabrication of hybrid abutment. *Materials (Basel)* 2018; 11(9): 1681.
49. Guilherme NM, Chung KH, Flinn BD, Zheng C, Raigrodski AJ. Assessment of reliability of CAD-CAM tooth-colored implant custom abutments. *J Prosthet Dent* 2017; 116(2): 206-13.
50. Jovanovic M, Zivic M, Milosavljevic M. A potential application of materials based on a polymer and CAD/CAM composite resins in prosthetic dentistry. *J Prosthodont Res* 2021; 65(2): 137-47.
51. Bathala L, Majeti V, Rachuri N, Singh N, Gedela S. The role of polyether ether ketone (Peek) in dentistry- a review. *J Med Life* 2019; 12(1): 5-9.
52. Stawarczyk B, Beuer F, Wimmer T, Jahn D, Sener B, Roos M. Polyetheretherketone - A suitable material for fixed dental prostheses. *J Biomed Mater Res Part B: Applied Biomater* 2013; 101(7): 1209-16.
53. Barbosa-Júnior SA, Rocha Pereira GK, Dapieve KS, Machado PS, Valandro LF, Christian Schuh C, Xediek Consani RL, Bacchi A. Mechanical fatigue analysis of peek as alternative to zirconia for definitive hybrid abutments supporting all-ceramic crowns. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2020; 35(6): 1209-17.

54. Yazıcı C, Kern M, Chaar MS, Libeck W, Elsayed A. The influence of the restorative material on the mechanical behavior of screw-retained hybrid-abutment-crowns. *J Mech Behav Biomed Mater* 2020; 111: 103988.
55. DuVall NB, DeReis SP, Vandewalle KS. Fracture strength of various titanium-based, CAD-CAM and PFM implant crowns. *J Esthet Restor Dent* 2021; 33(3): 522-30.
56. Al-Zordk W, Elmisery A, Ghazy M. Hybrid-abutment-restoration: effect of material type on torque maintenance and fracture resistance after thermal aging. *Int J Implant Dent* 2020; 6(1): 1-7.
57. Abdulah AO, Tsitrou EA, Pollington S. Comparative in vitro evaluation of CAD/CAM vs conventional provisional crowns. *J Appl Oral Sci* 2016; 24(3): 258-63.
58. Rosentritt M, Raab P, Hahnel S, Stöckle M, Preis V. In-vitro performance of CAD/CAM-fabricated implant-supported temporary crowns. *Clin Oral Investig* 2017; 21(8): 2581-87.
59. Huetting F, Prutscher A, Goldammer C, Kreutzer CA, Weber H. First clinical experiences with CAD/CAM-fabricated PMMA-based fixed dental prostheses as long-term temporaries. *Clin Oral Investig* 2015; 20(1):161-8.
60. Quin L, Yao S, Zhao J, Zhou C, Oates TW, Weir MD, Wu J, Xu H. Review on development and dental applications of polyetheretherketone- based biomaterials and restorations 2021; 14(2): 408.
61. Vita CAD-Temp Implant Solution. Vita, BadSäckingen, Germany Product Information. <https://www.vita-zahnfabrik.com/en/Dentist-Solutions/CAD/CAM-fabrication/Implantsupported-restorations/VITA-CAD-Temp-IS-38740,27568.html>.

Yazışma Adresi:

Öykü KARAOĞLU

Gazi Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı Ankara, Türkiye

E-mail : dtoykutasatan@gmail.com