

FARKLI DENTAL ALAŞIMLARI ÜZERİNE HAZIRLANAN DÜŞÜK ISI PORSELENLERİNİN BAĞLANTI KARAKTERİZASYONU

Bonding Characteristics of Low-Fusing Porcelain Bonded to different Dental Alloys

Dr.Dt. Emre KARAAĞAÇ*

Prof. Dr. Ali ZAIMOĞLU**

ABSTRACT

The aim of this study was to investigate the bond compatibility between porcelain-titanium and base metal alloys-porcelain, by using three point bending test.

The ceramometal bond strength was evaluated according to DIN draft 13927 with three point bending test. Fractured surfaces of the metal and porcelain were examined macroscopically. The 60 cast plates (25 mmX5 mmX0.4 mm) of each group were prepared.

A uniform thickness of 1 mm of porcelain was applied along an 8 mm length in the central portion of the metal specimens. The firing schedules followed the recommendations given by the manufacturers. Testing the bond strengths of specimens was performed with a t hree point flexural device on Instron universal testing machine with a span distance of 20 mm. and the load of bond failure was recorded and statically analyzed (Instron Corp., Canton, Mass).

The bond strength of Base metal alloy/Vita Omega porcelain was significantly greater than low fusing porcelain groups. The bending strength of all groups was found to be within the acceptable standard levels (25N/mm²). There was no significant difference in the bond strength of low fusing porcelain to different metal alloys.

Key Words: Low-fusing porcelain, dental alloys, ceramometal bonding

ÖZET

Bu çalışmanın amacı, öncelikle titanyum ile kullanım amacı ile geliştirilmiş olan düşük ısı porselenlerinin farklı metal ve alaşımları ile olan bağlantı karakterizasyonunun incelenmesidir. Bunun için, DIN 13927 no'lu standartlara uygun olarak 25mm x 5mm x 0.4 mm boyutlarındaki özel bir kalıp yardımıyla toplam 60 adet metal alt yapı hazırlanmıştır. Hazırlanan metal alt yapılardan 12 tanesi altın alaşımı, 36 tanesi temel metal alaşımı, kalan 12 tanesi de titanyum olacak şekilde düzenlenmiştir.

Daha sonra bu alt yapıların merkezine 8 mm uzunluğunda, 5 mm genişliğinde ve 1 mm kalınlığında porselen yığılmasını temin edecek şekilde iki parçalı metal bir kalıp sayesinde metal alt yapıların üzerine uygun porselen tozları kon-danse edilerek hazırlanan örnekler fırınlama işle-mine tabi tutulmuştur. Hazırlanan örnekler Lloyd universal test cihazında üç nokta yükleme testine tabii tutulmuş ve porselen kısım ortada ve altta kalacak şekilde örnek iki destek arasına yerleştirilmiştir. Daha sonra metal üzerinden, porselenin tam orta noktasına gelecek şekilde sabit bir hızla yük-leme yapılmıştır. Sonuç olarak; temel metal alaşımı-Vita porseleni, diğer dört gruba göre (düşük ısı porselenleri) anlamlı derecede yüksek bağlantı direncine sahiptir. Düşük ısı porselenleri arasında ise bağlantı direnci açısından istatistiksel olarak belirgin bir fark saptanmamıştır.

Anahtar Sözcükler: Düşük ısı porselenleri, Dental alaşımlar, Metal-porselen bağlantı dayanıklılığı

* Dr. Dt., 75. Yıl Ankara Ağız ve Diş Sağlığı Merkezi Hareketli Protez Kliniği.

** Prof. Dr., Ankara Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı.

GİRİŞ

Porselenin metal bir alt yapı ile kombine kullanılmaya başlanması ile direnç ve estetik bir araya gelmiştir. Yıllardan beri kıymetli metaller, seramikler ile olan daha iyi termal uyumluluğu ve kimyasal bağlantıyı başarmadaki uygunluğundan dolayı metal-seramik restorasyonlarda sıklıkla kullanılmıştır. Bununla birlikte kıymetli metallerin fiyatındaki artış sonucu temel metal alaşımlar da alternatif olarak kullanılmaya başlanmıştır. Temel metal alaşımlarının düşük dökülebilirlik, parlatma ve uyumlandırmada zorluk ve yetersiz biyolojik uyum gibi çalışmayı zorlaştıran klinik özelliklerinden dolayı bunlara da alternatif aranmıştır. Dental tedavilerde ideal metal alt yapı için süregelen araştırmalar son zamanlarda titanyumu gündeme getirmiştir. Titanyumun eşsiz özelliklerinden dolayı seramik ile uyumunu sağlamak için düşük ısı porselenlerin yeni türleri geliştirilmiştir (1-3).

Düşük ısı porselenlerinin titanium-veneering materyali olarak kullanılabilmesi için başlıca iki özelliğe sahip olması gereklidir. Birinci özellik; termal genleşme katsayılarının $8 \times 10^{-6} \text{C}^{-1}$ 'ye yakın olması gerekmektedir. Porselenin termal genleşme katsayısının metalinkinden bir miktar düşük olması tercih edilir. İkinci olarak porselen 800°C 'nin altında fırınlanabilmelidir, çünkü 800°C 'nin üstünde titanyum okside olmaktadır (4-6).

Kıymetli ve kıymetsiz dental alaşımlarla kullanılan porselenlerin ısısal genleşme katsayıları ($13 \times 10^{-6} \text{C}^{-1}$ - $14 \times 10^{-6} \text{C}^{-1}$), titanyuma ($8 \times 10^{-6} \text{C}^{-1}$) göre oldukça yüksek olmakla beraber fırınlama sıcaklıkları 800°C 'nin üzerinde 1000°C 'ye yakındır. Termal genleşme katsayılarının uyumsuzluğundan kaynaklanan artık stresler ve yüksek sıcaklıklarda titanyum yüzeyinde oluşan oksit tabakasını engellemek amacıyla ile alt yapı olarak titanyumun kullanıldığı metal destekli porselen restorasyonlarda 800°C 'nin altında fırınlanan düşük ısı porselenlerinin kullanılması gerekmektedir. Yeni nesil düşük ısı porselenlerinde, lösit kristallerinin partikül boyutları ve miktarını yüksek ısı porselenlerine göre daha azdır. Ancak yüksek ısı porselenlerine yakın fiziksel özelliklere sahiptir ve düşük ısıda sinterlenmelerine karşın mekanik

özellikleri ve suya karşı dirençleri de yüksek ısı porselenleri ile kıyaslanabilir düzeydedir. Üreticiler düşük ısı porselenlerinin konvansiyonel feldspatik porselenlere göre daha az abrazyon olduğunu, böylece konvansiyonel porselenlerde karşılaşılan doğal dişlerde abrazyon probleminin düşük ısı porselenlerinde en aza indirildiğini; düşük ısı porselenlerinin abrazyon etkilerinin porselenden çok yüksek altın içerikli alaşımlara benzerlik gösterdiğini; lösit içeriğinin az ve partikül boyutlarının küçük olması nedeni ile düşük ısı porselenlerinin konvansiyonel porselenlere göre turlu aletler ile kullanılan lastik ve aşındırıcılar ile daha kolay parlatılabilir olduklarını bildirmişlerdir. Lösit kristali potasyum ve alüminyum silikat yapısındadır ($\text{K}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 4\text{SiO}_2$). Özellikle metal alaşımları ile birlikte kullanılmak üzere formüle edilen seramik materyalde lösitin varlığı ve miktarı büyük önem taşımaktadır. Çünkü, metal alaşımları belirli ısısal genleşme katsayısına sahiptirler. Feldspatik camların ısısal genleşme katsayıları ise hemen hemen sıfıra yakındır. Cam yapının ısısal genleşme katsayısını arttırmak için yapıda lösit kristallerinin oluşumu sağlanır (1, 7, 8).

Bu çalışmanın amacı; titanyum alaşımları ile kullanım için geliştirilmiş olan yeni nesil düşük ısı porselenlerinin; titanyum alaşımları ve diğer metal alaşımları ile olan bağlantı dirençlerinin karşılaştırmalı olarak incelenmesidir.

GEREÇ VE YÖNTEM

Çalışmada Finesse (Ceramco Inc., Burlington, NJ, USA.), Duceram-LFC (Ducera Dental GmbH, Roheimer Straße, Germany), Duceratin (Ducera Dental GmbH, Roheimer Straße, Germany) ve konvansiyonel Vita Omega (Vita Metal-Keramik, Badsackingen, Germany) olmak üzere dört farklı tip düşük ısı porselen tozu kullanılmıştır ISO 9693 (9) ve DIN 13927 no'lu standartlara (10) uygun olarak 25mm x 5mm x 0.4mm boyutlarındaki özel bir kalıp yardımıyla toplam 60 adet metal alt yapı hazırlanmıştır (Resim 1). Hazırlanan metal alt yapılarından 12 tanesi altın alaşımı (Degudent G. Ducera Dental GmbH Roheimer Straße, Germany), 36 tanesi temel metal alaşımı (Remanium CS, Dentaurum, Germany), ve

kalan 12 tanesi de titanyum olacak şekilde düzenlenmiştir.

Özellikle döküm yolu ile elde edilen titanyum ve diğer metal örneklerin iç porözitelerinin incelenebilmesi için, örnekler röntgen cihazı ile 10mAs, 45 kV'da ışınlanarak metal yapıların radyografileri elde edilmiş ve iç yapılarında porözite tespit edilen örnekler ayrılarak işlem dışı bırakılmıştır (Resim 2).

Gilbert ve ark. (11) yapmış oldukları bir çalışmada bonding ajan kullanımının titanyum-porselen bağlantısını arttırdığını belirtmişlerdir. Biz de üretici firmanın talimatlarına uygun olarak Duceratin porselenini fırınlamadan önce titanyum alt yapı üzerine uygun likit ile karıştırılarak hazırlanan "Duceratin Haftbond" (Ducera Dental GmbH, Roheimer Straße, Germany) adlı yüzey şartlandırıcıyı ince bir tabaka halinde uyguladık. Üretici firmanın önerdiği 830°C'lik fırınlamanın ardından haftbond tozu titanyum yüzeyi ve oksitleri ile bağlanmaktadır. Haftbond'un uygulanmasının ardından uygun renkteki "Duceratin Opak" metal alt yapı üzerine uygulandı ve üreticinin talimatlarına uygun olarak 725°C'de fırınladı. Opak porselenin de uygulanmasının ardından bilinen yığılma tekniği ile dentin porseleni şekillendirildi.

Daha sonra bu alt yapıların merkezine 8mm uzunluğunda, 5mm genişliğinde ve 1mm kalınlığında porselen yığılmasını temin edecek şekilde iki parçalı metal bir kalıp hazırlanmıştır (Resim 3) ve bu kalıp sayesinde metal alt yapıların üzerine uygun porselen tozları kondanse edilerek hazırlanan örnekler fırınlama işlemine tabi tutulmuştur. Örneklerden elde edilecek değerlerin karşılaştırılabilmesi için her bir porselen tozu için üretici firma tarafından önerilen tipte metal alaşımı kullanılarak; Degudent G-Duceram LFC, Remanium CS-Duceram LFC, Remanium CS-Finesse, Remanium CS-Vita Omega ve Titanyum-Duceratin kombinasyonlarından 12 şer adet örnek standartlara uygun olarak hazırlanmıştır. Hazırlanan örnekler bilgisayar programı kontrolünde Lloyd universal test cihazında (Lloyd Instruments, LRX, Lloyd Inst. Ltd. Hants, England) üç nokta yükleme testine tabii tutulmuştur. Porselen kısım ortada ve altta kalacak şekilde örnek iki destek arasına yerleştirilmiştir.

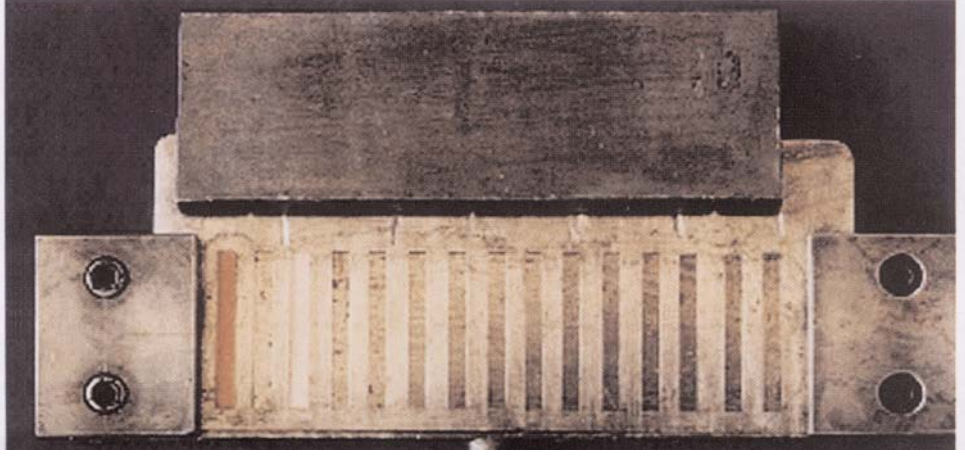
Daha sonra metal üzerinden, porselenin tam orta noktasına gelecek şekilde sabit bir hızla yükleme yapılmıştır (Şekil 1). DIN 13927'de belirtildiği gibi dayanak noktaları arası mesafe 20 mm. olacak şekilde ayarlandıktan sonra deney örneklerinin tam ortasından olmak üzere 0.5 mm/dakika itme hızı ile kuvvet uygulanmıştır. Elde edilen değerler tek yönlü varyans analizi ile araştırılmış; istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunduğu ise hangi gruplar arasında fark olduğunu tespit edebilmek için Tukey-HSD testi uygulanmıştır.

BULGULAR

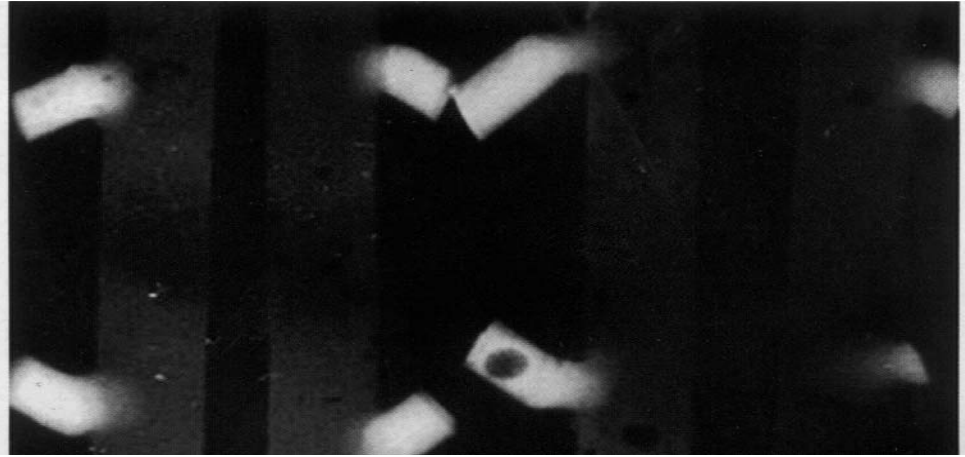
Kontrol grubu olan temel metal alaşımı-Vita porselen, Temel metal alaşımı-Finesse, Temel metal alaşımı-Duceram LFC, Titanyum alaşımı-Duceratin ve Altın alaşımı Degudent G-Duceram LFC, gruplarından elde edilen metal-porselen bağlantı direnci değerleri Tablo 1'de görülmektedir.

Tek yönlü varyans analizi yöntemi kullanılarak 3 nokta eğme testinde, konvansiyonel porselen ve düşük ısı porselen örneklerin; metal-porselen bağlantı değerleri ve porselen grupları arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığı araştırılmıştır. Farklılık durumunda ise, hangi porselen grupları arasında fark olduğunu anlamak için Tukey-HSD (Post-Hoc) testi uygulanmıştır Tablo 2'de grupların ortalamaları ve standart sapmaları görülmektedir. Tukey-HSD testi sonuçlarına göre kontrol grubu olan temel metal alaşımı-Vita porseleni ($Vita\ Omega\ 43.60 \pm 1.95\ N/mm^2$), diğer dört gruba göre (Duceratin $39.82 \pm 1.44\ N/mm^2$, Finesse $39.47 \pm 1.69\ N/mm^2$, Duceram LFC-altın alaşımı $39.90 \pm 1.38\ N/mm^2$, Duceram LFC-temel metal alaşımı $39.78 \pm 1.57\ N/mm^2$) istatistiksel olarak anlamlı derecede ($p < 0.001$) yüksek bağlantı dayancına sahip olduğu bulunmuştur.

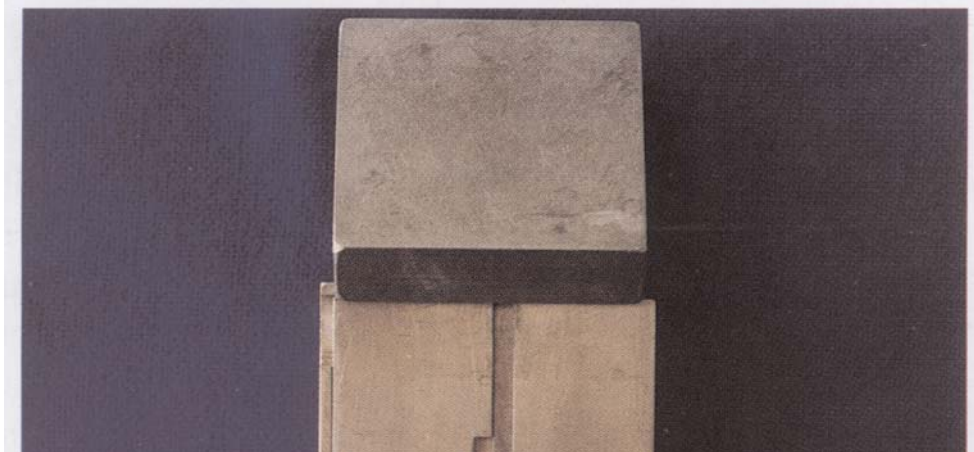
Tek yönlü varyans analizi sonucunda gruplar arasındaki istatistiksel farkın anlamlı olduğu bulunmuştur ($p < 0.001$). Hangi metal-porselen grubu arasında istatistiksel olarak fark olduğunu tespit etmek için uygulanan Tukey-HSD testi sonuçları Tablo 3'de görülmektedir.



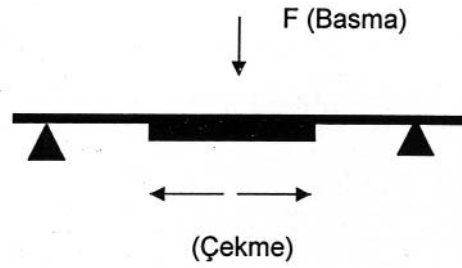
Resim 1. DIN 13927'nin öngördüğü metal alt yapıları elde etmek için kullanılan kalıp.



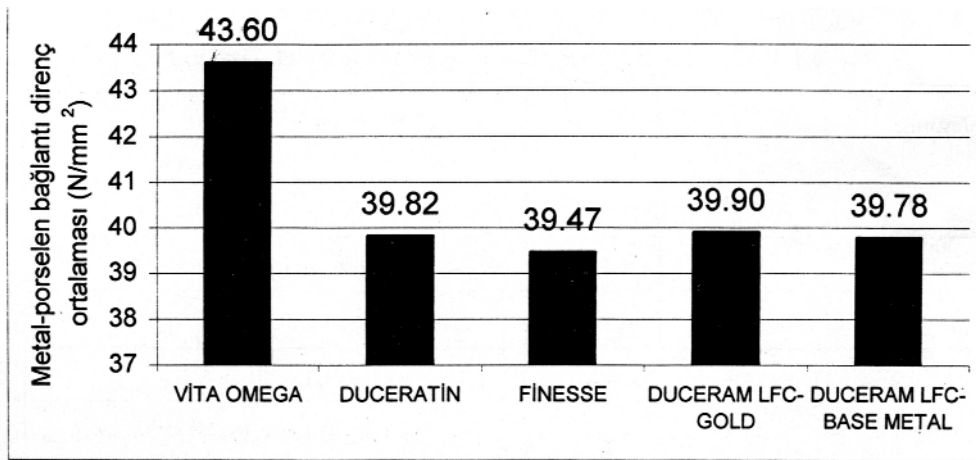
Resim 2. Metal alt yapılarından dökümün ardından yapılan X-Ray kontrollerinde pörözite gösteren örnekler.



Resim 3. Metal alt yapıların merkezine porselen yığmak için kullanılan kalıp.



Şekil 1: 3-nokta eğme testine tabi tutulan örneklerin Instron cihazına yerleştirilme şekilleri.



Grafik 1: 3-nokta eğme test sonuçlarının grafiksel karşılaştırılması.

Tablo 1. 3-nokta eğme testi sonuçları (N/mm²).

Örnek	VİTA OMEGA	DUCERATİN	FİNESSE	DUCERAM LFC-GOLD	DUCERAM LFC-BASE METAL
1	46.65	40.56	40.25	41.26	40.01
2	44.45	39.66	38.31	39.27	39.95
3	41.97	41.03	40.85	38.07	39.46
4	42.64	39.92	40.36	41.36	41.87
5	40.76	39.00	36.07	37.37	39.79
6	42.95	40.31	41.87	40.59	40.97
7	41.14	36.01	39.50	39.10	36.66
8	43.33	40.02	39.84	41.93	40.87
9	44.93	41.50	36.65	39.57	37.33
10	43.06	39.72	40.56	39.87	38.77
11	44.45	41.12	39.41	40.98	41.56
12	46.87	39.03	40.01	39.48	40.11

Tablo 2. 3-nokta eğme testi sonuçlarının ortalamaları ve standart sapmaları

	VİTA OMEGA $\bar{X} \pm S.Sapma$	DUCERATİN $\bar{X} \pm S.Sapma$	FİNESSE $\bar{X} \pm S.Sapma$	DUCERAM LFC-GOLD $\bar{X} \pm S.Sapma$	DUCERAM LFC-BASE METAL $\bar{X} \pm S.Sapma$	p
Metal-Porselen Bağlantı Direnci	43.60±1.95	39.82±1.44	39.47±1.69	39.90±1.38	39.78±1.57	<0.001

Tablo 3. Metal-porselen gruplarına ait Tukey-HSD testi sonuçları.

İkili karşılaştırma sonuçları	P	İkili karşılaştırma sonuçları	P
Vita Omega-Duceratin	<0.001	Duceratin-Duceram LFC/Gold	1.00
Vita Omega-Finesse	<0.001	Duceratin-Duceram LFC/Base Metal	1.00
Vita Omega-Duceram LFC/Gold	<0.001	Finesse-Duceram LFC/Gold	0.97
Vita Omega-Duceram LFC/Base Metal	<0.001	Finesse-Duceram LFC/Base Metal	0.99
Duceratin-Finesse	0.98	Duceram LFC/Gold-Duceram LFC/Base Metal	1.00

Düşük ısı porselenleri arasında yani Duceratin, Finesse, Duceram LFC-Gold ve Duceram LFC-Base metal arasında ise bağlantı direnci açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanamamıştır. 3-nokta eğme test sonuçlarının grafiksel olarak karşılaştırmalı sonuçları da Grafik 1’de görülmektedir.

TARTIŞMA

Estetik ve biyolojik uyum açısından mükemmel özelliklere sahip olan porselen kırılabilirliğinin, metalin üstün fiziksel özellikleri ile tolere edilmesi neticesinde günümüzde metal destekli porselen restorasyonlar başarılı bir şekilde kullanılır hale gelmiştir (2).

Korozyon direnci, mükemmel biyolojik uyumu, yüksek direnci, düşük yoğunluğu ve altın alaşımları ile kıyaslandığında düşük olan maliyeti nedeni ile implant materyali olarak uzun yıllardan beri güvenle kullanılan titanyum bu özellikleri ile kron-köprü materyali olarak da kullanılmaktadır (4, 6).

Düşük fırınlama ısıları ve düşük termal genleşme katsayıları ile yeni nesil düşük ısı porselenleri öncelikle titanyum ile kullanım için geliştirilmişlerdir. Düşük ısı porselenlerinin titanyum-veneering materyali olarak kullanılabilmesi için başlıca iki özelliğe sahip olması gereklidir. Birinci özellik; termal genleşme katsayılarının $8 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ ’ye yakın olması gerekmektedir. Porselenin termal genleşme katsayısının metalinkinden bir miktar düşük olması tercih edilir. İkinci olarak porselen 800°C ’nin altında fırınlanabilirdir, çünkü 800°C ’nin üstünde titanyum okside olmaktadır. Titanyumun konvansiyonel yüksek ısı porselenleri ile birlikte kullanımındaki en büyük zorluklar 800°C ’nin üzerindeki sıcaklıklarda titanyum yüzeyinde yüksek kimyasal reaktivitesinden kaynaklanan, oksit tabakasının oluşumu ve titanyumun düşük termal genleşme katsayısına sahip olmasıdır (5, 6).

Bu gelişmelerin ardından, araştırmacılar öncelikle titanyum ile kombine kullanım için

geliştirilmiş olan yeni nesil düşük ısı porselenlerinin konvansiyonel porselenlere nazaran karşıt dişte daha az aşınmaya sebep olması ve daha kolay parlatılabilmesi gibi üstün özelliklerinden dolayı temel metal alaşımları ile de kombine kullanılabilecek düşük ısı porselenleri üretmişlerdir. Günümüzde konvansiyonel porselenlerin metal alaşımları ile olan bağlantısı ve titanyumun düşük ısı porselenleri ile olan bağlantısı konusunda bilinmeyen nokta kalmamıştır; ancak yeni nesil düşük ısı porselenleri ve temel metal alaşımları arasındaki bağlantı direnci ve özellikleri konusu hala tam olarak açıklığa kavuşmamıştır. Bu nedenlerden dolayı bizde çalışmamızda mevcut bütün bu sistemleri karşılaştırmalı olarak incelemeyi uygun gördük.

Mevcut literatürler incelendiğinde, metal destekli porselen restorasyonlarda, metal alt yapı olarak titanyumun kullanılması amacı ile yapılan çalışmaların bir çoğunun metal-porselen bağlantısı üzerine yoğunlaştığı görülmektedir (1, 4, 6, 11, 12, 13, 14). Araştırmamızda temel metal alaşımı-geleneksel feldspatik porselen ile, düşük ısı porseleni-titanyum alaşımı, temel metal alaşımı ya da altın alaşımı kombinasyonlarının bağlantı dirençlerinin; bağlantı dayanıklılık testlerinden biri olan 3-nokta eğme testi ile karşılaştırılması yapılmıştır.

Metal-porselen bağlantı direncinin tespiti için araştırmamızda kullanılmış olan 3-nokta eğme testinde, farklı elastikiyet modülüne sahip materyallerin bağlantı değerlerinin kıyaslanabilmesi, test örneklerindeki stress dağılımının sonlu elemanlar kuvvet analiz yöntemi ile incelenerek metodun iyi bir şekilde anlaşılması ve eğilmenin kron-köprü restorasyonlarında bağlantıda görülen gerilim tiplerinden biri olması bu test metoduna avantaj sağlamaktadır (15).

Ayrıca 3-nokta eğme test örneklerinin diğer test örneklerine göre kolay hazırlanması, aynı test metodu kullanılarak yapılan diğer araştırmalar ile karşılaştırma imkanı vermesi, Alman standartı tarafından kabul edilmiş olması ve “Amerikan Dişhekimleri Birliği Dental Materyaller ve Cihazlar Konseyi” tarafından tavsiye edilmesi de araştırmamızda metal porselen bağlantı direncinin tespiti amacı

ile 3-nokta eğme testini tercih etmemizin nedeni olmuştur (9, 10).

Literatürler incelendiğinde 3-nokta eğme testinin, araştırmamıza benzer olarak pek çok araştırmacı tarafından metal-porselen bağlantı direncinin tespitinde kullanıldığı görülmüştür (14, 16). Mekanik bağlantı testi olarak uluslararası çalışmalarda kullanılan Alman standardı DIN 13927’ye göre yapılmış 3-nokta eğme testinde belirtilen klinik olarak kabul edilebilir sınır 25 N/mm²’dir (10).

Bu sınır gözönüne alınarak araştırmamızdaki 3-nokta eğme test sonuçları değerlendirildiğinde Temel metal alaşımı-Vita Omega (43.60 N/mm²), Titanyum alaşımı-Duceratin (39.82 N/mm²), Temel metal alaşımı-Finesse (39.47 N/mm²), Altın alaşımı-Duceram LFC (39.40 N/mm²), Temel metal alaşımı-Duceram LFC (39.78 N/mm²) porselen gruplarının klinik olarak kabul edilebilir sınır olan 25 N/mm²’yi aştıkları görülmüştür.

Yılmaz ve Dinçer (17)’nin yaptıkları bir çalışmada Titanyum alaşımı-Vita titan porselen ve Ni-Cr alaşımı/Vita VMK 68 porseleninin, metal-porselen bağlantı dirençleri DIN 13927’ye göre yapılmış 3-nokta eğme testi yardımı ile karşılaştırılmıştır. Çalışma sonucunda Ni-Cr alaşımı/porselen bağlantı direnci ortalama 46.6 Nmm² titanyum-porselenin bağlantı direnci ortalama 37.1 N/mm² bulunmuştur. Sonuç olarak her iki grup da standartların üzerinde bir bağlantı direnci sergilemişlerdir. Ayrıca Ni-Cr alaşımı/porselen bağlantı direnci, titanyum-porselenin bağlantı direnci’nden istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek bulunmuştur. Bizim çalışmamızda da benzer şekilde deneye tutulan tüm metal-porselen grupları standartların üzerinde bağlantı direnci sergilemişlerdir; ancak kontrol grubu olarak kullanılan konvansiyonel metal-porselen çifti diğer gruplardan daha yüksek bağlantı direnci sergilemiştir.

Pang ve ark. (14) yapmış oldukları bir çalışmada Pd-Cu alaşımı/Vita VMK 68 porselenin bağlantı direnci ile Titanyum alaşımı-Procera ve Titanyum alaşımı-Duceratin’in bağlantı dirençleri 3-nokta eğme testi yardımı ile karşılaştırılmıştır. Çalışma sonucunda Pd-Cu

alaşımı/Vita VMK 68 porseleninin bağlantı direnci, Titanyum alaşımı/Duceratin ve Titanyum alaşımı/Procera'nın direncinden istatistiksel olarak anlamlı derecede oldukça yüksek bulunmuştur. Ayrıca her iki titanyum-porselen grubu arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır.

Aschl ve ark. (18) düşük ısı porselenlerinin döküm titanyum alaşımına olan bağlantı direncini tespit etmek amacıyla yapmış oldukları çalışmada metal alt yapı olarak 25 mm X 3mm X 0.5 mm boyutlarında dökülmüş olan titanyum barlar kullanmışlardır. Titanyum üzerine porselen uygulamadan önce metal örnekler 7 sn süreyle 50 μ m ya da 125 μ m'lik Al₂O₃ ile kumlanmış ya da Rocatec isimli bir yüzey şartlandırıcı uygulanmıştır. Metal alt yapılar bu şekilde hazırlandıktan sonra barların merkez 8 mm'lik kısmına üç farklı düşük ısı porseleni fırınlanmıştır; Vita, Detrey/Tibond ve Ducera/Duceratin. Daha sonra örneklerin bağlantı dirençleri 3-nokta eğme testi yardımı ile karşılaştırılmıştır. Çalışma sonucunda Rocatec ile silicoating yapılmış olan örneklerin en yüksek bağlantı direncini sergiledikleri tespit edilmiş ve kullanımı önerilmiştir.

Baez ve ark. (19) düşük ısı porselenlerinin dirençlerini üç ayrı test yöntemi kullanarak karşılaştırmışlardır. Çalışmada kullanılan düşük ısı porselenleri Duceram LFC/Ducera, Duceragold/Ducera; kullanılan test metodları ise 3-nokta eğme est, 4-nokta eğme testi ve brittle ring testidir. Çalışma sonucunda düşük ısı porselenlerinin kontrol grubu olarak kullanılan konvansiyonel porcelene çok yakın direnç sergilediği tespit edilmiş ve klinik kullanım açısından önerilmiştir.

Mutawa ve ark. (20) yaptıkları bir araştırmada farklı yapıştırma (bonding) ajanları, yüzey pürüzlendirmeleri ve asit uygulamalarının altın alaşımlarla kullanılan ultra düşük ısı porselenlerinin (850°C'nin altında fırınlanan porselenleri ultra düşük ısı porselenleri olarak adlandırmışlardır) bağlantı direnci ve renkleri üzerine etkisini incelemişlerdir. Bağlantı direncinin değerlendirilmesi için bizimde çalışmamızda kullandığımız gibi DIN 13927 no'lu standart referans alınarak 3-nokta eğme testi kullanılmıştır. Araştırmacılar Golden-gate

sistemi (Duceragold porselen-Degunorm Tip IV altın alaşımı) ile Vita VMK 68-Degudent Universal alaşımı kombinasyonları karşılaştırılmıştır. Araştırmanın sonucunda bonding ajan kullanılmayan örneklerde dahil olmak üzere tüm örnekler standartlara uygun bağlantı direnci sergilediği, pürüzlendirilmiş yüzeylerin düzgün yüzeylere göre bağlantı direncini arttırdığı ve porselen uygulamasından önce metal yüzeyinin asitle dağlanması bağlantı direncini arttırdığı belirtilmiştir. Renk açısından ultra düşük ısı porseleninin konvansiyonel porcelene oranla daha iyi bir renk üretimi sergilediği belirtilmiştir, ayrıca yüzey pürüzlendirilmesi ve asitle dağlamanın renk üzerine minimal düzeyde etki ettiği belirtilmiştir.

SONUÇ

Günümüzde konvansiyonel porselenlerin metal alaşımları ile olan bağlantısı ve titanyumun düşük ısı porselenleri ile olan bağlantısı konusunda bilinmeyen nokta kalmamıştır; ancak yeni nesil düşük ısı porselenleri ve temel metal alaşımları arasındaki bağlantı direnci ve özellikleri konusu hala tam olarak açıklığa kavuşmamıştır. Bu nedenlerden dolayı bizde çalışmamızda mevcut bütün bu sistemleri karşılaştırmalı olarak incelemeyi uygun gördük.

Porselen fırınlama etapları tamamlanan Vita Omega, Finesse, Duceratin ve Duceram-LFC örneklerine metal-porselen bağlantı direnci tespiti için 3-nokta eğme testi uygulanmıştır. Test sonucunda tüm örneklerin DIN No: 13927 standartının öngördüğü 25 N/mm²'nin üstünde bir bağlantı direnci sergiledikleri tespit edilmiş ve istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde en yüksek bağlantı direncini Vita Omega-temel metal alaşımı örnekleri göstermiştir. Yeni nesil düşük ısı porselenleri arasında ise istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanamamıştır.

KAYNAKLAR

1. Kimura H, Horng C, Okazaki M, Takahashi J. Thermal compatibility of titanyum-porcelain system. J. Osaka Univ. Dent. Sch. 1990; 30: 43-52.
2. Mclean JW, Hughes H. The reinforcement of dental porcelain with ceramic oxides. Br. Dent. J. 1965; 119: 251-67.
3. O'brien WJ. Dental materials: Properties and selection. Chicago, Quintessence Pub. Co. Inc. 1989; p: 413-546.

4. Derand T, Hero H. Bond strength of porcelain on cast vs. wrought titanium. *Scand. J. Dent. Res.* 1992; 100: 184-8.
5. Hautaniemi JA, Hero H. Effect of crystalline leucite on porcelain bonding on titanium. *J. Am. Ceram. So.* 1991; 74: 1449-51.
6. Hautaniemi JA, Hero H. On the bonding of porcelain on titanium. *J. Material. Science.* 1992; 3: 186-91.
7. Luthy H. Titanium: Material science aspects. 1st information meeting on titanium in dentistry. Geneva, Conference abstracts, 1994: p: 31-45.
8. Bagby M, Marshall SJ, Marshall GW. Metal ceramic compatibility: A review of the literature. *J. Prosthet. Dent.* 1990; 63: 21-5.
9. International Standart/ISO 9693. Metal-ceramic bond charecterization. 1999; p. 1-11.
10. Deutsches Institut Fur Normung. DIN 13927. Metall-keramik Systeme. Beuth Verlag. Berlin, 1990; p: 1-10.
11. Gilbert JL, Covey DA, Lautenschlager EP. Bond characteristics of porcelain fused to milled titanium. *Dent Mater.* 1994; 10: 134-40.
12. Boenineg KW, Walter MH, Repel PD. Non-cast titanium restorations in fixed prosthodontics, *J Oral. Rehabil.* 1992; 19: 281-7.
13. Hegehbarth EA. Ceramic veneering of titanium-Procedures and esthetic considerations 1st Information Meeting on Titanium in Dentistry. Geneva. Conference Abstracts. 1984; p: 103-6.
14. Pang IC, Gilbert JL, Chai J, Lautenschlager EP. Bonding characteristics of low-fusing porcelain bonded to pure titanium and palladium-copper alloy. *J. Prosthet. Dent.* 1995; 73: 17-25.
15. Edwards MR, Jacobsen PH, Williams GJ. The three-point beam test for the evaluation of dental porcelain. *J. Dent. Res.* 1983; 60: 815-9
16. Pröbster L, Maiwald U, Weber H. Three-point bending strength of ceramics fused to cast titanium. *Eur J. Oral. Sci.* 1996; 104: 313-9.
17. Yılmaz H, Dinçer C. Comparison of the bond compatibility of titanium and an NiCr alloy to dental porcelain. *Journal of dentistry.* 1999; 27: 21 5-22.
18. Aschl I, Rammelsberg P, Pospiech P, Gernet W. Bond strength of low-fusing ceramic to casted titanium. *J. Dent. Res.* 1998; (IADR Abstracts) 77: 941.
19. Baez R, Blackman R, Serrano C. Strength of low-firing porcelains using three test modes. *J. Dent. Res.* 1997; (IADR Abstract) 76: 62.
20. Mutawa NJA, Sato T, Shğiozawa I, Hasegawa S, Miura H. A study of bond strength and color of ultralow-fusing porcelain. *Int J. Prosthodont.* 2000; 13: 519-25.

Yazışma Adresi:

Dr. Dt. Emre KARAAĞAÇ
17. Sokak No: 8/2
06490 Bahçelievler / ANKARA