

Köprü Restorasyonlarında Venerleme İşleminin Siman Hacmi Üzerindeki Etkisinin Değerlendirilmesi: Deneysel Kontrollü Çalışma

Evaluation of the Effect of Veneering Process on the Cement Volume in Fixed Partial Dental Prostheses: A Controlled Experimental Study

¹Ezgi KAVVAS ÇELİK^a, ²Dilara Şeyma ALPKILIÇ^b, ³Sabire İŞLER DEĞER^b

^aSerbest Diş Hekimi, İstanbul, TÜRKİYE

^bİstanbul Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Protetik Diş Tedavisi ABD, İstanbul, TÜRKİYE

ÖZET Amaç: Altyapıların venerlenmesinin, köprü restorasyonlarının siman hacmi üzerindeki etkisi bilinmemektedir. Çalışmamızda, farklı yöntemlerle üretilen 4 üyeli köprü restorasyonlarında venerleme işleminin siman hacmi üzerindeki etkisinin araştırılması ve farklı üretim yöntemlerine göre oluşan siman hacimlerinin karşılaştırılarak değerlendirilmesi amaçlanmıştır. **Gereç ve Yöntemler:** On beş ve 16 no.lu dişlerin eksik, 14 ve 17 no.lu dişlerin prepare edilmiş olduğu bir ana model hazırlanmıştır. Model, dijital yöntemle taranarak, sanal model elde edilmiş ve bilgisayar destekli bir altyapı tasarımı yapılarak, Co-Cr döküm, lazer sinterleme ile üretilen Co-Cr ve bilgisayar destekli freze zirkonya altyapılar üretilmiştir. Silikon anahtar aracılığı ile altyapılara venerleme işlemi uygulanmıştır. Venerleme öncesi ve sonrasında altyapıların siman aralığı hacimleri, tersine mühendislik yazılımı kullanılarak, 3 boyutlu optik tarama yöntemi ile değerlendirilmiştir. Elde edilen veriler, istatistiksel olarak değerlendirilmiş ve $p<0,05$ düzeyinde farklılıklar istatistiksel açıdan anlamlı kabul edilmiştir. **Bulgular:** Tüm gruplarda, venerleme işlemi sonrasında anlamlı farklılıklar tespit edilmiştir ($p<0,05$). Venerleme öncesinde döküm grubunun siman hacmi değerleri, zirkonya grubuna göre anlamlı şekilde daha düşük bulunmuştur ($p<0,001$). Venerleme sonrasında döküm grubu, diğer 2 gruptan anlamlı şekilde daha düşük siman hacmi değeri sergilemiştir ($p<0,05$). **Sonuç:** Bu çalışmanın sınırlamaları dâhilinde venerleme işlemi, tüm gruplar için anlamlı şekilde siman hacmi artışına sebep olmuştur. Venerleme öncesi ve sonrasında döküm grubu, zirkonya grubuna göre daha düşük siman hacmi sergilemiştir. Döküm grubu, lazer sinterleme grubuna göre venerleme işleminden daha az etkilenmiştir.

ABSTRACT Objective: The effect of veneering of frameworks on the cement volume of bridge restorations is unknown. It was aimed to evaluate the effect of veneering on the cement volume in four-unit bridge restorations produced by different methods and to evaluate the cement volume according to different production methods by comparing them. **Material and Methods:** A master model was prepared in which teeth number 15 and 16 were missing and teeth number 14 and 17 were prepared. The virtual model was obtained by scanning the model and a computer-aided framework design was made, Co-Cr casting, laser sintering Co-Cr and milled zirconia frameworks were produced. Veneering process has been applied to the frameworks with the help of a silicon key. Before and after veneering, the cement gap volumes of the frameworks were evaluated by the three-dimensional optical scanning method using a reverse engineering software. The obtained data were evaluated statistically and the differences at the level of $p<0.05$ were considered statistically significant. **Results:** Significant differences were found in all groups after veneering ($p<0.05$). Before veneering, the cement volume values of the casting group were found to be significantly lower than the zirconia group ($p<0.001$). After veneering, the casting group exhibited a significantly lower cement volume value than the other two groups ($p<0.05$). **Conclusion:** Within the limitations of this study, veneering resulted in a significant increase in cement volume for all groups. Before and after veneering, the casting group exhibited a lower cement volume than the zirconia group. The casting group was less affected by the veneering process than the laser sintering group.

Anahtar Kelimeler: Bilgisayar destekli tasarım; sabit köprü

Keywords: Computer aided design; fixed bridge

kaynak-13-2Sabit restorasyonlarda uyum, uzun dönem başarı için anahtar faktörlerden biridir. Restorasyonun iç yüzeyinden, dayanağın aksiyal duvarına yapılan dikey ölçümler “internal aralık” olarak adlandırılırken; aynı ölçümlerin restorasyon kenarın-

dan yapılması “marjinal aralık” olarak adlandırılmaktadır.¹ İyi bir marjinal adaptasyon, plak birikiminin azalmasını ve dolayısıyla periodontal inflamasyonun önlenmesini, mikro sızıntı riskinin azalmasını, ikincil çürüklerin ve siman çözünürlüğü-

Correspondence: Ezgi KAVVAS ÇELİK
Serbest Hekim, İstanbul, TÜRKİYE/TURKIYE
E-mail: ezgikavvas@hotmail.com

Peer review under responsibility of Türkiye Klinikleri Journal of Dental Sciences.

Received: 22 Mar 2021

Accepted: 28 May 2021

Available online: 15 Jun 2021

2146-8966 / Copyright © 2022 by Türkiye Klinikleri. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).



nün önlenmesini sağlamaktadır. Bununla birlikte implant destekli restorasyonlarda, implant kaybına kadar gidebilecek olan biyolojik ve mekanik problemlerin önüne geçilmesine yardımcı olmaktadır.² İyi bir iç uyum, restorasyonların mekanik özellikleri üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. İç uyumsuzluğun fazla olması, altyapı materyalinin daha fazla deformasyona uğramasına ve üst yapı materyalinde streslere sebep olabilmektedir.³ Bunun yanında iç uyum, restorasyonun destek diş üzerine doğru oturmasını etkileyebileceğinden, marjinal uyumla da doğrudan bağlantılıdır.⁴ Literatürde kabul edilebilir uyum değerleri ile ilgili hâlâ kesin bir yargı bulunmamasına rağmen çoğu araştırmacı, 100-150 µm'lik siman aralığının klinik olarak kabul edilebilir olduğunu savunmaktadır.^{5,6}

Restorasyonların üretim teknikleri, dayanak ile restorasyon arasındaki siman aralığı değerini etkilemektedir. Metal altyapılı restorasyonlar için konvansiyonel kaybolan mum tekniği hâlâ sıklıkla kullanılan bir yöntemdir. Ancak bu teknik, materyale ve insana bağlı birçok işlem basamağı gerektirdiğinden, hataya oldukça açıktır.^{7,8} Son yıllarda geleneksel yöntemler, yerini bilgisayar destekli tasarım ve bilgisayar destekli üretim [computer aided design-computer aided manufacturing (CAD-CAM)] sistemlerine bırakmaya başlamıştır.² Bu sistemler sayesinde işlem basamakları azaltılmakta, kullanılan materyallerin kalitesi artmakta ve insan kaynaklı hatalar minimize edilebilmektedir.⁹ Başlangıçta CAD-CAM, frezeleme sistemleri (eksiltmeli üretim) olarak düşünülürken, son yıllarda 3 boyutlu baskı ve hızlı prototipleme teknolojileri (eklemeli üretim) de diş hekimliğinde yeni bir teknoloji olarak CAD-CAM sistemlerine dâhil olmuştur.¹⁰

Sabit restorasyonların siman aralığı değerlerini araştıran birçok çalışma olmasına rağmen bu çalışmaların çoğunun tek üyeli restorasyonlarda yapıldığı; köprü restorasyonlarının değerlendirildiği çalışmalarda ise genellikle 3 üyeli restorasyonların incelendiği görülmektedir.^{2,11-13} Dört üyeli restorasyonlar üzerinde yapılmış olan çalışmaların sayısı oldukça kısıtlıdır ve bu 3 yöntemin, siman hacmi değerlerinin bir arada değerlendirildiği herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Venerleme işleminin siman aralığı üzerindeki etkisinin değerlendirildiği çalışmalara ba-

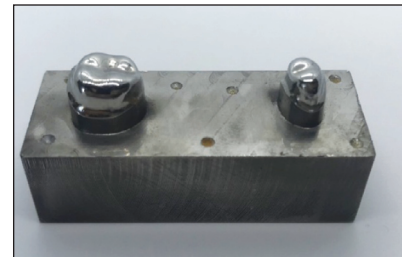
kıldığında ise uygulanan seramiğin, altyapılar üzerinde çok yönlü etkilere sebep olabileceği ve hâlâ kesin bir sonuca varılamadığı görülmektedir.¹²

Bu çalışmanın amacı; farklı yöntem ve materyallerle üretilmiş olan 4 üyeli köprü restorasyonlarının siman hacmi değerlerini, venerleme öncesi ve sonrasında değerlendirerek, venerleme işleminin siman hacmi üzerindeki etkisinin araştırılması ve farklı üretim yöntemlerine göre ortaya çıkan siman hacmi değerlerinin karşılaştırılarak irdelenmesidir. Çalışmamızın H₀ hipotezleri, “Venerleme işleminin siman hacmi üzerinde etkisi yoktur.” ve “Üretim şeklinin venerleme sonrası siman hacmi üzerinde etkisi yoktur.” olarak belirlenmiştir.

GEREÇ VE YÖNTEMLER

Çalışmada, ilk olarak ana model oluşturulmuştur. Standardizasyonun sağlanabilmesi amacıyla anatomik olarak prepare edilmiş şekilde üretilmiş olan hazır akrilik diş modelleri (ANA-4, Frasco GmbH, Tettang, Almanya) kullanılmıştır. İkinci küçük azı ile 1. büyük azı dişlerinin eksik olduğu ağız içi durum simüle edilmiş ve 1. küçük azı ile 2. büyük azı dişleri, dayanak dişler olarak planlanmıştır. Kavis içermeyecek şekilde yerleştirilmiş olan dayanak dişler, yüksek hassasiyetli endüstriyel bir optik tarayıcı (Solutionix Rexcan CS2+, MEDIT Corp., Seul, Kore) ile taranarak, “Standart Tessellation Language (STL)” formatında kaydedilmiştir. Elde edilen sanal model, CNC Pantograf cihazında (Best Marlow, BWM 6050, Japonya) Co-Cr bloktan frezelenmiş ve metal ana model oluşturulmuştur (Resim 1).

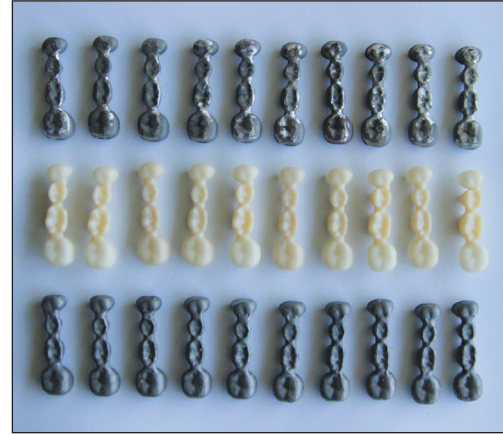
Ana model, laboratuvar tarayıcısı (CS.Neo, CADStar, Bischofshofen, Avusturya) ile taranmış ve sanal model üzerinden bilgisayar destekli bir altyapı tasarımı yapılmıştır. Tasarım yapılırken, restorasyon-



RESİM 1: Metal ana modelin görüntüsü.

ların pasif oturabilmesi ve simantasyon aşamasında fazla simanın uzaklaşabilmesi için marjinal kenardaki siman aralığı değeri 20 μm ve marjinal kenarın 1 mm aksiyalinden itibaren internal siman aralığı değeri 50 μm olarak ayarlanmıştır. Altyapı tasarımları arasında siman aralığı değerleri bakımından herhangi bir farklılık bulunmazken, metal altyapılar için 0,5 mm'lik duvar kalınlığı tasarlanırken; zirkonya altyapılar için firmanın önerisi doğrultusunda 0,8 mm'lik aksiyal ve okluzal duvar kalınlığı tasarlanmıştır. Deney grupları oluşturulurken biri mum bloğun frezelenmesi sonrası konvansiyonel döküm yöntemiyle, diğeri eklemeli bir üretim yöntemi olan lazer sinterlemeyle üretilmiş olan 2 ayrı Co-Cr altyapı ile eksiltmeli yöntem ile elde edilmiş olan zirkonya altyapılar tercih edilmiştir. Döküm grubu (D_{1-10}) için aşındırma ünitesine gönderilen altyapı tasarımı, patern mum bloğundan (Zenotech Blue, Ivoclar Vivadent, Wieland Dental Technik GmbH & Co., Pforzheim, Almanya) frezelenmiş ve ardından konvansiyonel döküm işlemi için fosfat bağlayıcıli re- vetman ile manşete alınarak, santrifüj indüksiyonlu döküm cihazında (Fornax T, BEGO, Bremen, Almanya), Co-Cr metal alaşımından (Wirobond 280, BEGO, Bremen, Almanya) altyapılar elde edilmiştir. Lazer sinterleme grubu (L_{1-10}) için altyapı tasarımının STL datası cihaza (ProX 100DP, 3D Systems, Güney Carolina, ABD) aktarılmıştır. Tabaka kalınlığı 30 μm , metal partikül kalınlığı 5-8 μm , oksijen yoğunluğu 2.000 ppm ve lazer gücü 100 Watt olacak şekilde parametreler ayarlanmış; altyapılar Co-Cr metal alaşımından (Wirobond C+, BEGO, Bremen, Almanya) elde edilmiştir. Zirkonya altyapı grubu (Z_{1-10}) için 5 eksenli aşındırma ünitesine (D15, Yenadent, Türkiye) aktarılan tasarım datası, 98 mm, basamaklı presinterize zirkonya bloğundan (Zirkonzahn ICE Translucent, Zirkonzahn, Taufers, İtalya) frezelenmiş ve sinterizasyon işlemine tabi tutulmuştur. Toplamda 30 adet 4 üyeli altyapı elde edilmiştir (Resim 2).

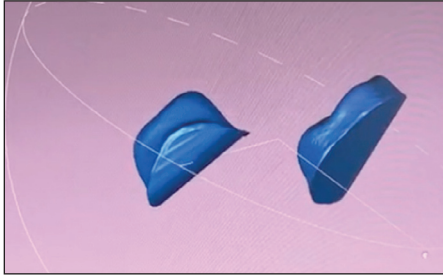
Üretilen altyapıların siman hacimlerinin hesaplanmasında, 3 boyutlu optik tarama yöntemi tercih edilmiştir. Bu amaçla ilk olarak ana model, yüksek hassasiyete sahip endüstriyel bir tarayıcı ile (Solutio-nix Rexcan CS2+, MEDIT Corp., Seul, Kore) taramış ve STL data kaydedilmiştir. Ardından her bir altyapı için siman aralığını taklit eden silikon tabakaları oluşturulmuş ve taramalar tekrarlanmıştır. Si-



RESİM 2: Elde edilen 4 üyeli altyapılar.

likon tabakaları oluşturulurken altyapılardaki dayanak dişlerin iç yüzeylerine, düşük viskoziteli polivinil siloksan ölçü materyali (Zhermack Elite HD+, İtalya) uygulanmış ve altyapı, ana model üzerine klinik koşulları taklit edebilmek amacıyla parmak basıncı ile oturtulmuştur. Restorasyonların, dayanak dişler üzerine oturmasının kontrolü amacıyla restorasyon ve ana model üzerine bir çizgi çizilmiş ve her defasında oturmuş doğruluğundan emin olunmuştur. Sertleşme süresi tamamlandıktan sonra taşkın silikon materyali sond ve bistüri yardımıyla uzaklaştırılmış ve ardından altyapı, silikon tabakası ana model üzerinde kalacak şekilde ana modelden ayrılmıştır. Her bir örnek için siman aralığını taklit eden silikon tabakası ile birlikte ana modelin yeniden taraması yapılmış ve veriler kaydedilmiştir.

Tarama verilerinin hacim hesaplamalarını yapmak amacıyla bir tersine mühendislik yazılımı (Geomagic Control X, Geomagic, Kuzey Carolina, ABD) kullanılmıştır. Hacim hesaplamaları yapılırken, model kaidesinden kaynaklanabilecek hataların elimine edilebilmesi için aynı yazılım aracılığıyla ana modelin STL datası üzerinde kole sınırları çizilerek belirlenmiş olan düzlem aracılığıyla modelin kaidesi, dayanak dişlerin kole sınırından kesilmiş ve hacim hesaplamasına yalnızca dişler dâhil edilmiştir. Ardından dayanak dişlerin kole bölgeleri kapatılmış ve hacim hesaplamaları yapılmıştır (Resim 3). Ana model üzerinde oluşturulmuş olan düzlem kaydedilmiş ve her altyapı için kaidenin aynı noktalardan kesilmesi sağlanmıştır. Her bir altyapı taraması için hesaplanmış olan hacim değerinden, ana modelin hacmi çıkarılarak siman aralığını tak-



RESİM 3: Model kaidesinin hacim ölçümleri için kesilmesi ve kole bölgelerinin kapatılmış görüntüleri.

lit eden silikon tabakasının hacmi hesaplanmıştır.

Altyapıların hacim hesaplamaları tamamlandıktan sonra tüm altyapılara seramik işlenmiştir. Metal altyapılı gruplar için oksitleme işlemi sonrasında 2 tabaka hâlinde opak uygulaması yapılmıştır. Ardından tabakalama tekniği ile dentin porseleni (VITA VMK Master Dentine, VITA Zahnfabrik, Almanya) ve mine porseleni (VITA VMK Master Enamel, VITA Zahnfabrik, Almanya) uygulamaları yapılmıştır. Zirkonya altyapılı örnekler için ise ilk olarak liner tabakası (VITA VM9 Effect Liner, VITA Zahnfabrik, Almanya) uygulanmış; ardından dentin (VITA VM 9 Base Dentine, VITA Zahnfabrik, Almanya) ve mine (VITA VMK Master Enamel, VITA Zahnfabrik, Almanya) tabakaları uygulanmıştır. Son olarak tüm örnekler glazür tabakası (VITA Akzent Plus Glaze, VITA Zahnfabrik, Almanya) uygulanarak fırınlama işlemleri tamamlanmıştır (Resim 4). Toplamda metal altyapılı örnekler 9 defa, zirkonya altyapılı örnekler ise 5 defa; üretici firmanın önerileri doğrultusunda fırınlama işlemine tabi tutulmuştur. Venerleme işlemleri sırasında standardizasyonun sağlanabilmesi amacıyla ilk örnek tamamlandıktan sonra silikon anahtar oluşturulmuş ve tüm örnekler bu silikon anahtar rehberliğinde, tek bir deneyimli teknisyen ile seramik işlenmiştir (Resim 5). Venerleme işlemleri tamamlanan tüm örnekler, altyapılara uygulanmış olan basamaklar izlenerek, yeniden hacim hesaplamaları yapılmış ve ayrı ayrı kaydedilmiştir.

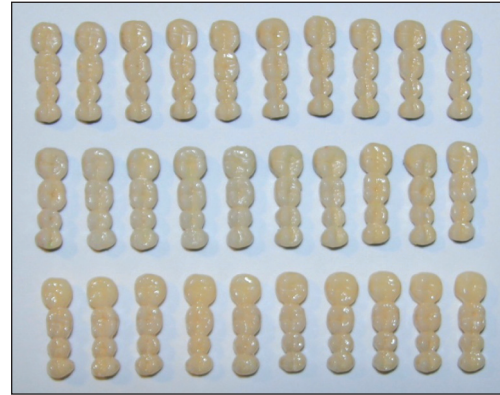
İstatistiksel analizler için R version 2.15.3 (R Core Team, 2013) yazılımı kullanılmıştır. Çalışma verilerinin raporlanmasında medyan, 1. çeyreklik ve 3. çeyreklik kullanılmıştır. Nicel verilerin normal dağılıma uygunlukları Shapiro-Wilk testi ile değer-

lendirilmiştir. Normal dağılım göstermeyen değişkenlerin 2 grup arasındaki değerlendirmelerinde Kruskal-Wallis test kullanılmıştır. Anlamlılık gözlenmesi durumunda, anlamlılığın kaynağını belirlemek amacıyla Dunn-Bonferroni test kullanılmıştır. Nicel değişkenler arasındaki ilişki düzeyinin belirlenmesinde Pearson korelasyon katsayısı kullanılmış ve istatistiksel anlamlılık $p < 0,05$ olarak kabul edilmiştir.

BULGULAR

Deney gruplarından elde edilen siman aralığı hacim değerleri istatistiksel olarak karşılaştırılmıştır. Değerlendirmeler yapılırken, venerleme işleminin her bir deney grubu için siman hacmi üzerindeki etkisi ve grupların birbirlerine göre siman hacmi değerlerinin karşılaştırılması amaçlanmıştır.

Döküm grubunda (D_{1-10}) venerleme işlemi sonrasındaki siman hacmi değerlerinin, venerleme ön-



RESİM 4: Tüm örneklerin venerleme işlemi sonrasındaki görüntüsü.



RESİM 5: Venerleme işlemi sırasında standardizasyonu sağlamak amacıyla oluşturulan silikon anahtarın görüntüsü.

cesi değerlerden anlamlı şekilde daha büyük olduğu saptanmıştır ($p=0,005$). Lazer sinterleme grubunda (L_{1-10}) venerleme sonrası siman hacmi değerlerinin, venerleme öncesi değerlerden anlamlı şekilde daha büyük olduğu saptanmıştır ($p=0,005$). Zirkonya grubunda (Z_{1-10}) da venerleme işlemi sonrası siman hacmi değerlerinin, venerleme öncesi değerlerden anlamlı şekilde daha büyük olduğu saptanmıştır ($p=0,22$).

Altyapıların siman hacmi değerlerinin, deney grupları arasındaki kıyaslamaları göz önüne alındığında, venerleme işlemi öncesinde istatistiksel olarak anlamlı farklılık olduğu saptanmıştır. Dunn-Bonferroni test kullanılarak yapılan 2'li karşılaştırmalar sonucunda, döküm grubu venerleme öncesi ($D_{1-10}V_0$) değerlerinin, zirkonya grubu venerleme öncesi ($Z_{1-10}V_0$) değerlerinden anlamlı şekilde düşük olduğu saptanmıştır ($p<0,001$). Diğer gruplar arasında anlamlı farklılıklar tespit edilememiştir ($p=0,058$; $p=0,058$).

Nihai restorasyonların siman hacmi değerlerinin, deney grupları arasındaki karşılaştırmaları göz önüne alındığında, venerleme işlemi sonrasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar olduğu saptanmıştır. Dunn-Bonferroni testi kullanılarak yapılan 2'li karşılaştırmalar sonucunda, döküm grubu venerleme sonrası ($D_{1-10}V_1$) değerlerinin, diğer 2 gruptan da anlamlı şekilde daha düşük siman hacmi değerleri sergilediği görülmektedir ($p=0,033$ ve $p<0,001$). Lazer sinterleme grubu venerleme sonrası ($L_{1-10}V_1$) ve zirkonya grubu venerleme sonrası ($Z_{1-10}V_1$) arasında ise istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık saptanamamıştır ($p=0,266$).

TARTIŞMA

Geleneksel yöntemlerle alınan ölçülerde, yapılan ana model hazırlığında ve sonuçta üretilen restorasyonlarda, hekim ve teknisyen tecrübesi ile materyallerin boyutsal stabiliteyi final restorasyonların uyumlarını etkileyebilmektedir. Gelişen teknoloji ile birlikte insan ve materyal kaynaklı hataları minimize edebilmek amacıyla bilgisayar destekli ölçü, tasarım ve üretim sistemlerinin kullanımı yaygınlaşmıştır.¹⁴ Sunulan bu çalışmada, bir ana modelden alınan dijital bir ölçü ile oluşturulan sanal model üzerine CAD yapılı ve siman aralığı değerleri aynı olan tasarımlar kullanılarak 3 ayrı bilgisayar destekli yöntemle res-

torasyonların altyapıları üretilmiştir. Siman hacimlerinin değerlendirilmesi sırasında da her bir örnek için aynı modelin kullanılmış olması, ana model üretimiindeki farklılıklardan kaynaklanabilecek olası hataları elimine etmiştir.

Sabit restorasyonların siman aralığını değerlendiren çalışmalarda, ortaya çıkan sonuçların farklılık göstermesinin ana nedenlerinden biri, ölçüm yönteminin standart olmamasıdır. Yapılan çalışmaların neredeyse tamamında değerlendirilen lineer ölçümler için birçok değerlendirme yöntemi bulunmaktadır. Bu yöntemler kullanılırken, lineer aralık değerlerinin ölçüldüğü noktaların sayısı ne kadar fazla olursa, o kadar hassas sonuçlar elde edilebileceği bilinmektedir. Dört üyeli restorasyonların siman aralıklarının değerlendirildiği çalışmalara bakıldığında, internal alan boyunca her kesit için en fazla 3 veya 4 noktadan lineer ölçüm yapıldığı görülmektedir.¹⁵⁻¹⁷ Siman hacmi ölçümlerinin, lineer ölçümlere göre avantajı ise belirlenmiş olan birkaç noktadan yapılan ölçümlerin ortalamasının, tüm restorasyonun uyumsuzluğu olarak kabul edilmesinden restorasyonun iç yüzeyi boyunca var olan tüm aralığın değerlendirilebiliyor olmasıdır.

Literatürde, dijital bir yöntem olan mikro bilgisayarlı tomografi ile restorasyon uyumlarının değerlendirildiği çalışmalar arasında siman hacminin de değerlendirildiği çalışmaların sayısı oldukça kısıtlıdır.^{4,18-20} Dijital yöntemlerle siman hacminin değerlendirildiği çalışmalar arasında metal ve zirkonya altyapılı restorasyonların değerlendirildiği herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Siman aralığının lineer ölçümleri için kabul edilebilir değerler hâlâ tartışmalı olmasına rağmen çoğu çalışmada kabul edilebilir marjinal aralık değeri 120 μm ; internal aralık değeri ise 150 μm olarak belirtilmektedir.²¹ Metal ve zirkonya altyapılı restorasyonların siman hacmi değerleri için ise herhangi bir çalışmada belirtilmiş olan kabul edilebilir bir değere rastlanmamıştır. Bu nedenle sunulan çalışmadaki siman hacmi bulguları, çalışmanın kendi içindeki deney grupları arasında karşılaştırılmış ve siman hacmi değeri arttıkça, restorasyonun uyumsuzluğunun da arttığı yönünde yorumlama yapılabileceği düşünülmüştür.

Çalışmanın bulgularına göre deney grupları arasında anlamlı bir siman hacmi farkı tespit edileme-

yeceği ve venerleme işleminin, anlamlı bir siman hacmi değişimine sebep olmayacağı yönündeki hipotezler reddedilmiştir. Venerleme işlemi öncesinde elde edilen bulgulara göre arka bölgede yapılması planlanan 4 üyeli bir restorasyon için metal altyapı tercih edilecek ise döküm veya lazer sinterleme yöntemleriyle elde edilen altyapılar arasında anlamlı bir siman hacmi farkı görülmeyeceği ortaya koyulmuştur ($p=0,058$). Zirkonya altyapının tercih edileceği durumda ise döküm yöntemiyle üretilen metal altyapılara göre istatistiksel olarak anlamlı şekilde daha fazla siman hacmine sahip bir altyapı elde edileceği söylenebilmektedir (Tablo 1, $p<0,001$).

Farklı CAD-CAM sistemlerinin altyapılardaki siman aralığına etkisinin değerlendirildiği bir çalışmada, lazer sinterleme yöntemiyle elde edilmiş olan metal altyapılar, zirkonya altyapılarla karşılaştırılmış ve internal aralıkta metal altyapıların daha uyumlu sonuçlar verdiği ortaya koyulmuştur.²² Dahl ve ark., döküm ve lazer sinterleme ile elde edilen metal altyapılar ile zirkonya altyapıların da dâhil edildiği birçok yöntemin lineer aralık değerlerini, 3 boyutlu optik tarama yöntemi ile değerlendirdikleri çalışmalarının sonucunda, hiçbir üretim yönteminin döküm yönteminin sağladığı uyuma erişemediğini bildirmişlerdir.²³

Sunulan bu çalışmanın venerleme işlemi sonrasındaki bulguları göz önüne alındığında, döküm yöntemi ile elde edilen metal altyapıların nihai restorasyonlarındaki siman hacmi değerlerinin, diğer 2 gruptan da anlamlı şekilde daha düşük olduğu sonucuna varılmaktadır (Tablo 1, $p=0,033$ ve $p<0,001$). Siman hacmindeki artış, restorasyon uyumsuzluğun-

daki artış olarak yorumlanacak olursa; venerleme işlemi öncesinde, döküm ve lazer sinterleme grupları arasında anlamlı bir altyapı uyum farkı gözlenmezken; lazer sinterleme grubunun venerleme işleminden daha çok etkilenmesi sonucunda, nihai restorasyon uyumlarında döküm grubu istatistiksel olarak anlamlı şekilde daha iyi sonuçlar ortaya koymuştur ($p=0,033$). Bu bulgulardan yola çıkarak, yapılması planlanan 4 üyeli arka bölge restorasyonlar için metal altyapıların tercih edileceği durumlarda, döküm yönteminin lazer sinterleme yöntemine göre daha uyumlu nihai restorasyonlar ortaya koyacağı öngörülebilmektedir.

Venerleme işleminin siman aralığı üzerindeki etkisinin değerlendirildiği çalışmalar incelendiğinde, istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığa sebep olmadığını belirten çalışmalar olduğu gibi venerleme işlemi sonrasında lineer uyumsuzluk değerlerinde azalma veya artma olduğunu bildiren çalışmalar da mevcuttur.^{12,24-26} Sunulan çalışmanın bulgularına göre tüm grupların siman hacmi değerleri, istatistiksel olarak anlamlı şekilde venerleme işleminden etkilenmiştir (D_{1-10} : $p=0,005$; L_{1-10} : $p=0,005$; Z_{1-10} : $p=0,022$). Venerleme sırasındaki tekrarlayan fırınlamalar neticesinde, bu çalışma bulgularına göre tüm grupların siman hacmi değerlerinin artmış olduğu ortaya koyulmaktadır. Bu sonuçtan yola çıkarak, seramik işlenmesi sırasındaki mecburi fırınlamalar dışında, klinikte veya laboratuvarında görülebilecek olası aksaklıklar nedeniyle gerekebilecek olan ek fırınlama işlemlerinden olabileceğince kaçınılması gerektiği belirtilebilir. Önöral ve ark., 3 üyeli metal altyapılı köprü restorasyonlarında venerlemenin etkisini değerlendirdikleri çalışmalara-

TABLO 1: Siman hacmi değerlerinin karşılaştırılması.

Deney Grubu	Venerleme öncesi (V_0) Medyan (Q1, Q3)	Venerleme sonrası (V_1) Medyan (Q1, Q3)	p (V_0 vs V_1)
Döküm (D_{1-10})	22.679 (21.705, 25.592)	24.156,5 (23.630, 27.073)	0,005**
Lazer sinterleme (L_{1-10})	26.907,5 (26.116, 31.809)	30.974,5 (29.024, 33.938)	0,005**
Zirkonya (Z_{1-10})	33.411 (32.714, 34.297)	34.385,5 (33.025, 35.917)	0,022*
Deney gruplarının birbirleriyle karşılaştırılması			
p (D_{1-10} vs L_{1-10} vs Z_{1-10})	<0,001**	<0,001**	
p (D_{1-10} vs L_{1-10})	0,058	0,033*	
p (D_{1-10} vs Z_{1-10})	<0,001**	<0,001**	
p (L_{1-10} vs Z_{1-10})	0,058	0,266	

D_{1-10} : Döküm grubu; L_{1-10} : Lazer sinterleme grubu; Z_{1-10} : Zirkonya grubu; V_0 : Venerleme öncesi; V_1 : Venerleme sonrası. * $p<0,05$ ** $p<0,01$

rında, döküm grubu hariç tüm grupların venerleme işleminden olumsuz etkilendiği sonucuna varmışlardır.²⁶ Vigolo ve Fonzi, zirkonya altyapılı 4 üyeli kavis içeren restorasyonlarda, venerleme işleminin marjinal uyuma etkisini değerlendirmiş ve distal marjinal kenardaki uyumsuzluk artışı dışında herhangi bir anlamlı fark tespit edememişlerdir.¹⁶ Kocaağaoğlu ve ark., metal altyapılı restorasyonlarda venerlemenin etkisini değerlendirdikleri çalışmalarında, venerleme sonrasında siman aralığı değerlerinde artış görüldüğünü, ancak bu artışın istatistiksel olarak anlamlı olmadığını bildirmişlerdir.²⁷

Bu çalışmanın eksik yönü, siman hacmi ölçümlerine ek olarak lineer ölçümlerin yapılmaması sonucunda marjinal ve iç uyumsuzlukların yüzeyler bazında ayrı ayrı değerlendirilememesi ve uyumsuzluktaki artışın hangi yüzeylerde meydana geldiğinin ortaya koyulamamış olmasıdır. Ayrıca üretim aşamasında daha az tekrarlayan fırınlama gerektiren monolitik restorasyonların uyumlarının değerlendirilmesi de çalışmaya dâhil edilerek, nasıl sonuçlar ortaya koyacağı ileride yapılacak olan çalışmalarda ele alınabilecektir.

SONUÇ

Bu çalışmanın sınırlamaları dâhilinde şu sonuçlara varılmıştır:

Döküm yöntemi ile elde edilen 4 üyeli metal altyapılar, lazer sinterleme yöntemiyle elde edilenlere göre venerleme işleminden daha az etkilenmişlerdir.

Döküm yöntemi ile elde edilen metal altyapılar, zirkonya altyapılara kıyasla venerleme öncesinde ve sonrasında daha düşük siman hacmine sahip restorasyonlar ortaya koymuşlardır.

Venerleme işlemi tüm gruplar için istatistiksel olarak anlamlı şekilde siman aralığı hacminde artışa sebep olmuştur.

Finansal Kaynak

Bu çalışma sırasında, yapılan araştırma konusu ile ilgili doğrudan bağlantısı bulunan herhangi bir ilaç firmasından, tıbbi alet, gereç ve malzeme sağlayan ve/veya üreten bir firma veya herhangi bir ticari firmadan, çalışmanın değerlendirme sürecinde, çalışma ile ilgili verilecek kararı olumsuz etkileyebilecek maddi ve/veya manevi herhangi bir destek alınmamıştır.

Çıkar Çatışması

Bu çalışma ile ilgili olarak yazarların ve/veya aile bireylerinin çıkar çatışması potansiyeli olabilecek bilimsel ve tıbbi komite üyeliği veya üyeleri ile ilişkisi, danışmanlık, bilirkişilik, herhangi bir firmada çalışma durumu, hissedarlık ve benzer durumları yoktur.

Yazar Katkıları

Fikir/Kavram: Ezgi Kavvas Çelik, Sabire İşler Değer; **Tasarım:** Ezgi Kavvas Çelik, Sabire İşler Değer; **Denetleme/Danışmanlık:** Ezgi Kavvas Çelik, Dilara Şeyma Alpkılıç, Sabire İşler Değer; **Veri Toplama ve/veya İşleme:** Ezgi Kavvas Çelik; **Analiz ve/veya Yorum:** Kaynak Taraması: Ezgi Kavvas Çelik, Dilara Şeyma Alpkılıç, Sabire İşler Değer; **Makalenin Yazımı:** Ezgi Kavvas Çelik, Dilara Şeyma Alpkılıç, Sabire İşler Değer; **Eleştirel İnceleme:** Sabire İşler Değer.

KAYNAKLAR

- Holmes JR, Bayne SC, Holland GA, Sulik WD. Considerations in measurement of marginal fit. J Prosthet Dent. 1989;62(4):405-8. [Crossref] [PubMed]
- Kim EH, Lee DH, Kwon SM, Kwon TY. A microcomputed tomography evaluation of the marginal fit of cobalt-chromium alloy copings fabricated by new manufacturing techniques and alloy systems. J Prosthet Dent. 2017; 117(3):393-9. [Crossref] [PubMed]
- Kelly JR. Clinically relevant approach to failure testing of all-ceramic restorations. J Prosthet Dent. 1999;81(6):652-61. [Crossref] [PubMed]
- Dauti R, Cviki B, Lilaj B, Heimel P, Moritz A, Schedle A. Micro-CT evaluation of marginal and internal fit of cemented polymer infiltrated ceramic network material crowns manufactured after conventional and digital impressions. J Prosthodont Res. 2019;63(1):40-6. [Crossref] [PubMed]
- Quintas AF, Oliveira F, Bottino MA. Vertical marginal discrepancy of ceramic copings with different ceramic materials, finish lines, and luting agents: an in vitro evaluation. J Prosthet Dent. 2004;92(3):250-7. [Crossref] [PubMed]
- Kokubo Y, Ohkubo C, Tsumita M, Miyashita A, Vult von Steyern P, Fukushima S. Clinical marginal and internal gaps of Procera AllCeram crowns. J Oral Rehabil. 2005;32(7):526-30. [Crossref] [PubMed]
- Berrendero S, Salido MP, Valverde A, Ferrei roa A, Pradies G. Influence of conventional and digital intraoral impressions on the fit of CAD/ CAM-fabricated all-ceramic crowns. Clin Oral Investig. 2016;20(9):2403-10. [Crossref] [PubMed]
- Kane LM, Chronaios D, Sierraaalta M, George FM. Marginal and internal adaptation of milled cobalt-chromium copings. J Prosthet Dent. 2015;114(5):680-5. [Crossref] [PubMed]
- Bornemann G, Lemelson S, Luthardt R. Innovative method for the analysis of the internal 3D fitting accuracy of Cerec-3 crowns. Int J Comput Dent. 2002;5(2-3):177-82. [PubMed]

10. Iseri U, Ozkurt Z, Kazazoglu E. Shear bond strengths of veneering porcelain to cast, machined and laser-sintered titanium. *Dent Mater J*. 2011;30(3):274-80. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
11. Ortega R, Gonzalo E, Gomez-Polo M, Lopez-Suarez C, Suarez MJ. SEM evaluation of the precision of fit of CAD/CAM zirconia and metal-ceramic posterior crowns. *Dent Mater J*. 2017;36(4):387-93. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
12. Gonzalo E, Suárez MJ, Serrano B, Lozano JF. A comparison of the marginal vertical discrepancies of zirconium and metal ceramic posterior fixed dental prostheses before and after cementation. *J Prosthet Dent*. 2009;102(6): 378-84. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
13. Lopez-Suarez C, Gonzalo E, Pelaez J, Serrano B, Suarez MJ. Marginal vertical discrepancies of monolithic and veneered zirconia and metal-ceramic three-unit posterior fixed dental prostheses. *Int J Prosthodont*. 2016; 29(3):256-8. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
14. Su TS, Sun J. Comparison of marginal and internal fit of 3-unit ceramic fixed dental prostheses made with either a conventional or digital impression. *J Prosthet Dent*. 2016; 116(3):362-7. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
15. Almeida e Silva JS, Erdelt K, Edelhoff D, Araújo É, Stimmelmayer M, Vieira LC, et al. Marginal and internal fit of four-unit zirconia fixed dental prostheses based on digital and conventional impression techniques. *Clin Oral Investig*. 2014;18(2):515-23. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
16. Vigolo P, Fonzi F. An in vitro evaluation of fit of zirconium-oxide-based ceramic four-unit fixed partial dentures, generated with three different CAD/CAM systems, before and after porcelain firing cycles and after glaze cycles. *J Prosthodont*. 2008;17(8):621-6. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
17. Reich S, Kappe K, Teschner H, Schmitt J. Clinical fit of four-unit zirconia posterior fixed dental prostheses. *Eur J Oral Sci*. 2008; 116(6):579-84. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
18. Kim JH, Jeong JH, Lee JH, Cho HW. Fit of lithium disilicate crowns fabricated from conventional and digital impressions assessed with micro-CT. *J Prosthet Dent*. 2016;116(4): 551-7. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
19. Peng CC, Chung KH, Ramos V Jr. Assessment of the adaptation of interim crowns using different measurement techniques. *J Prosthodont*. 2020;29(1):87-93. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
20. Yildirim G, Uzun IH, Keles A. Evaluation of marginal and internal adaptation of hybrid and nanoceramic systems with microcomputed tomography: An in vitro study. *J Prosthet Dent*. 2017;118(2):200-7. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
21. Abduo J, Lyons K, Swain M. Fit of zirconia fixed partial denture: a systematic review. *J Oral Rehabil*. 2010;37(11):866-76. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
22. Kara R. Comparison of marginal and internal fit of different CAD/CAM copings. *Int J Dent Sci Res*. 2020;8(4):105-11. [[Link](#)]
23. Dahl BE, Rønold HJ, Dahl JE. Internal fit of single crowns produced by CAD-CAM and lost-wax metal casting technique assessed by the triple-scan protocol. *J Prosthet Dent*. 2017;117(3):400-4. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
24. Dittmer MP, Borchers L, Stiesch M, Kohorst P. Stresses and distortions within zirconia-fixed dental prostheses due to the veneering process. *Acta Biomater*. 2009;5(8):3231-9. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
25. Kohorst P, Brinkmann H, Dittmer MP, Borchers L, Stiesch M. Influence of the veneering process on the marginal fit of zirconia fixed dental prostheses. *J Oral Rehabil*. 2010;37(4): 283-91. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
26. Önoral Ö, Ulusoy M, Seker E, Etikan İ. Influence of repeated firings on marginal, axial, axio-occlusal, and occlusal fit of metal-ceramic restorations fabricated with different techniques. *J Prosthet Dent*. 2018;120(3):415-20. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
27. Kocaağaoğlu H, Albayrak H, Kilinc HI, Gümüş HÖ. Effect of repeated ceramic firings on the marginal and internal adaptation of metal-ceramic restorations fabricated with different CAD-CAM technologies. *J Prosthet Dent*. 2017;118(5):672-7. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]