

İki Farklı Hızlı Sinterleme Protokolünün ve İki Farklı Yüzey İşleminin Çok-Katmanlı Monolitik Zirkonyanın Işık Geçirgenliği Üzerine Etkisi

The Effect of Two Different Rapid Sintering Protocols and Two Different Surface Treatments on Light Transmission of Multi-Layer Monolithic Zirconia

İD Mehmet Emre COŞKUN^a,

İD Faik TUĞUT^a

^aProtetik Diş Tedavisi ABD,
Sivas Cumhuriyet Üniversitesi
Diş Hekimliği Fakültesi,
Sivas, TÜRKİYE

Received: 11 Dec 2018

Received in revised form: 28 Feb 2019

Accepted: 06 Mar 2019

Available online: 08 Mar 2019

Correspondence:

Mehmet Emre COŞKUN
Sivas Cumhuriyet Üniversitesi
Diş Hekimliği Fakültesi,
Protetik Diş Tedavisi ABD, Sivas,
TÜRKİYE/TURKEY
dtkoskun@hotmail.com

ÖZET Amaç: Bu in vitro çalışmada, tedavi süresini kısaltmak için kullanılan iki farklı hızlı sinterleme protokolünün ve iki farklı yüzey işleminin çok-tabakalı monolitik zirkonya örneklerin ışık geçirgenliği üzerine etkilerini araştırmaktır. **Gereç ve Yöntemler:** Kırk adet kare şeklinde, 10x10 mm boyutlarında 1 mm kalınlığında çok-tabakalı monolitik zirkonya (Katana ML, Kuraray, Hattersheim am Main, Almanya) örnekler uygulanan sinterleme protokollerine göre hızlı (HS) (1510°C de 30 dk) ve süper-hızlı (SH) (1580°C'de 10 dk) olarak iki gruba ayrıldı. Sinterleme sonrasında taramalı elektron mikroskobu (SEM) görüntüleri alındı. Sonrasında uygulanan yüzey işlemine göre örnekler iki alt gruba (glaze, polisaj) ayrıldı. Örneklerin ışık geçirgenlik değerlerinin ölçümünde LED ışık kaynağı ve power-metre kullanılırken, yüzey pürüzlülükleri profilometre yardımıyla ölçüldü. Elde edilen veriler Kruskal-Wallis ve Mann-Whitney U testi kullanılarak değerlendirildi. **Bulgular:** Çalışmamızda, en yüksek ışık geçirgenliği değerleri HS grubundaki örneklerde saptanmıştır. Bütün gruplarda örneklerin mine katmanları diğer katmanlara göre daha yüksek ışık geçirgenliği değerlerine sahip olarak bulunmuştur. En yüksek değer ise glaze uygulanan HS grubunun mine katmanında belirlenmiştir (%17,6). Örneklerin yüzeyine uygulanan glaze işleminin polisaj uygulamasına kıyasla pürüzsüzlüğün elde edilmesinde daha etkili olduğu ve artan pürüzsüzlük değeriyle birlikte ışık geçirgenlik miktarının da arttığı belirlenmiştir. **Sonuç:** Zirkonyanın estetik başarısı için gerekli olan optik özellikli süper-hızlı sinterleme işlemiyle gelişim gösterirken yüzeye uygulanan glaze işlemi bu gelişimi artırıcı etki göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Monolitik; çok-katmanlı zirkonya; ışık geçirgenliği; hızlı sinterleme

ABSTRACT Objective: The aim of this in-vitro study was to investigate the effects of two different fast sintering protocols and two different surface treatments on transmission of multilayer monolithic zirconia. **Material and Methods:** 40 multi-layer monolithic zirconia (Katana ML, Kuraray, Hattersheim am Main, Germany) square shape specimens with a 10x10 mm dimension at a thickness of 1 mm divided into 2 groups according to the sintering protocols, fast (HS) (1510°C for 30 min) and super-fast (SH) (1580°C for 10 min). Scanning electron microscopy (SEM) images were taken after sintering. Afterwards, the samples were divided into 2 sub-groups according to the applied surface treatments (glaze, polishing). The transmission values of the samples were measured by using LED light source and power-meter and the surface roughness values were measured by using a profilometer. The results obtained in this study were evaluated by using Kruskal-Wallis and Mann-Whitney U tests. **Results:** In this research, the highest transmission values were determined from the samples of HS group. The enamel layers of the samples in all groups were found to have the highest transmission values than the other layers. The highest value was determined in the enamel layer of HS glazed group (17.6%). It was determined that the glaze treatment applied to the surface of the samples was more effective in obtaining smoothness compared to the polishing application and the amount of transmission increased with increasing smoothness value. **Conclusion:** While the optical property required for the aesthetic success of zirconia enhance by the super-fast sintering process, the glaze process applied to the surface increases this development.

Keywords: Monolithic; multi-layered zirconia; transmission; fast sintering

Hastaların artan estetik beklentileri sonucunda tam seramik restorasyonlar sahip oldukları üstün optik özellikler ve biyoyumluluktan dolayı her geçen gün daha yaygın bir şekilde kullanılmaktadır.

maktadır.^{1,2} Son dönem protetik uygulamalarda ise tam seramiklerin düşük kırılma dirençleri nedeni ile zirkonya seramikler popülerlik kazanmaktadır. Zirkonya seramikler yüksek bükülme direncine (700-1200 MPa), yüksek kırılma tokluğuna (7-10 MPa m^{1/2}) ve kimyasal kararlılığa sahip materyallerdir, fakat opak yapısı nedeni ile estetik beklentileri tam karşılayamadığından anterior bölgede kullanım alanı sınırlıdır.³ Bu olumsuz tablonun ortadan kaldırılması için zirkonya altyapı materyali olarak kullanılır iken, üzerine uygulanan porselele birlikte restorasyonun optik özelliklerinin geliştirilmesi ve estetik beklentilerin karşılanması amaçlanmaktadır. Bu şekilde üretilmiş bir restorasyonun klinik kullanımında karşılaşılan en büyük sorun, beş yıllık kullanım sonucunda %15,2 oranında olduğu belirtilen “chipping” zirkonya seramik bağlantısının kopmasıdır.⁴⁻⁶

Yapılan protetik restorasyonlarda zirkonya-seramik arasında bağlantı sorunlarının üstesinden gelmek amacıyla, tam anatomik monolitik zirkonya restorasyonlar kullanıma sunulmuştur. Fakat bu tür protetik restorasyonların kullanımında karşılaşılan en büyük zorluk, doğal dişlerin rengini taklit etmektir. Doğal diş rengiyle uyumlu monolitik zirkonya restorasyon elde etmek için iki farklı yöntem kullanılmaktadır. Birinci yöntem, zirkonyanın renklendirici klorid solüsyonu içerisine batırılarak istenilen rengin elde edilmesidir. Bu yöntemde solüsyonun zirkonya içerisine ne kadar infiltre olduğu tam olarak kontrollü bir şekilde sağlanamaz iken, klinik kontrollerde restorasyonda yapılan aşındırma işlemi bazı bölgelerde renk uyumsuzluklarına neden olabilmektedir.⁷ Diğer bir yöntem ise daha üretim aşamasında toz hâlindeki zirkonyaya eklenen farklı metal oksitler yardımıyla farklı renklerin elde edilmesidir.⁸ Bu yöntem sonucunda optik özelliklerinin olumlu olarak etkilendiği Kim ve ark.nın yaptığı çalışmada belirtilmiştir.⁹

Bir cismin içeresinden geçen veya yüzeyinden yansıyan ışık miktarı olarak tanımlanan translüsentlik, doğal dişlerin ve restoratif materyallerin görünümünün eşleştirilmesindeki en önemli faktörler arasında yer almaktadır.¹⁰ Zirkonya içerisinden geçen veya yüzeyinden yansıyan ışık miktarı yapısal kristal içeriğine, kristallerin boyutuna, yo-

ğunluğa ve uygulanan sinterleme parametreleri gibi etkenlere bağlı olarak değişiklik göstermektedir.¹¹ Uygulanan sinterleme ısısı ve bu ısıda bekletme süresindeki artış zirkonyanın tanecik boyutunda büyümeye neden olup; zirkonyanın translüsentliğini olumlu etkilerken, artan zirkonya kalınlığı ve yüzey pürüzlülüğü ışık geçirgenliğini olumsuz yönde etkilemektedir.^{10,12,13}

Zirkonya üretici firmaları tarafından sadece bir sinterleme protokolü tavsiye edilmektedir, fakat gelişen teknolojiyle birlikte her geçen gün farklı sinterleme protokolleri uygulamaya sunulmakta olup amaçlanan hedef daha kısa süre içerisinde zirkonyanın fiziksel ve optik özelliklerinin geliştirilmesidir. Bu amaçla, en son uygulamaya sunulan süper-hızlı sinterleme (SH) protokolü 1580°C’de 10 dk olacak şekildedir. Bu sinterleme işlemi uygulama olarak diğerlerinden farklılık göstermektedir. Bu protokolda frezlenen örnekler daha önceden sinterleme son ısısına ulaşmış fırına yerleştirilmektedir. Bu protokolün zirkonyanın fiziksel özellikleri üzerine etkisini araştıran Ersoy ve ark.nın çalışmasında, üç farklı sinterleme protokolü karşılaştırılmış ve bükülme direnci en yüksek olarak SH grubunda elde edilmiştir.¹⁴

Seramiklerin yüzey pürüzlülüğü üzerine düşen ışığın dağılım yönünü etkileyerek optik özellikler üzerine etki etmektedir. Yüzey ne kadar pürüzlü olursa yüzeye çarpan ışık demeti daha dağınık bir şekilde yansımaktadır.^{15,16} Akar ve ark.nın çalışmasında, yüzey pürüzlülüğündeki azalmayla birlikte seramiklerin ışık geçirgenliğinin, translüsentlik değerlerinin arttığı belirtilmiştir.¹⁷ Günümüzde, seramiklerin yüzey polisaj işlemlerinde kullanılan aletler; silikon karpit, elmas veya alüminyum oksit içerikli lastik frezlerdir. Literatürde, zirkonya yüzeylerin in vitro polisajlarının değerlendirildiği bir çalışmada, elmasla kaplanmış lastik frezlerin pürüzsüz bir yüzey oluşturma üzerine olumlu etkileri belirtilmiştir.¹⁸ Bazı klinik durumlarda, simantasyonun ardından oklüzal kontakların kontrolü sonrasında yapılan düzenlemeler sonucu polisaj işlemlerine gereklilik duyulmaktadır. Bu işlemler ideal bir glazi ortadan kaldırmaktadır. Aşındırılan yüzeyin ağız içerisinde frez yardımıyla polisaj işlemi yapılarak doğal dişlere benzer ışık geçirgenliği ve ışık

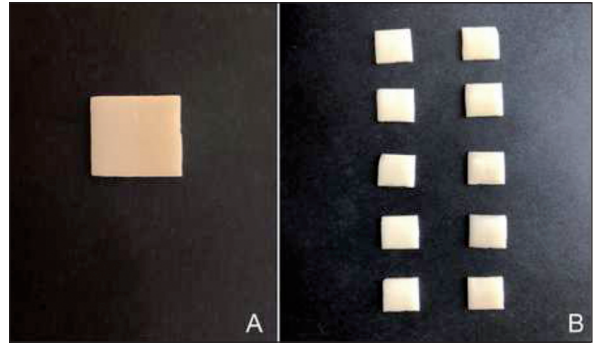
yansıtma özelliklerinin tekrar sağlanması amaçlanmaktadır.¹⁹

Son dönemde, gerek tedavi süresini kısaltmak gerekse “chipping” sorununu ortadan kaldırmak amacıyla çok katmanlı, renklendirilmiş ve anatomik monolitik restorasyon yapımına olanak sağlayan zirkonya kullanıma sunulmuştur. Bununla birlikte, yüksek-hızlı sinterleme protokolünün de uygulanmasıyla birlikte tedavi süresinde belirgin bir zaman tasarrufu sağlamak amaçlanmaktadır. SH sinterleme protokolünün mekanik özellikler üzerine etkisi literatürde değerlendirilmiş olmasına rağmen, optik özellikler hâlâ belirsizliğini korumaktadır.

Bu çalışmada, farklı sinterleme ve yüzey parlatma işlemleri sonucunda monolitik çok-katmanlı zirkonyanın farklı katmanlarının ışık geçirgenliklerinin değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Çalışmamızda iki hipotez bulunmaktadır. 1. Farklı sinterlemenin zirkonyanın ışık geçirgenliğine etkisi olacaktır, 2. Yüzey parlatma işlemlerinin, zirkonyanın ışık geçirgenlikleri üzerine etkisi gözlenecektir.

GEREÇ VE YÖNTEMLER

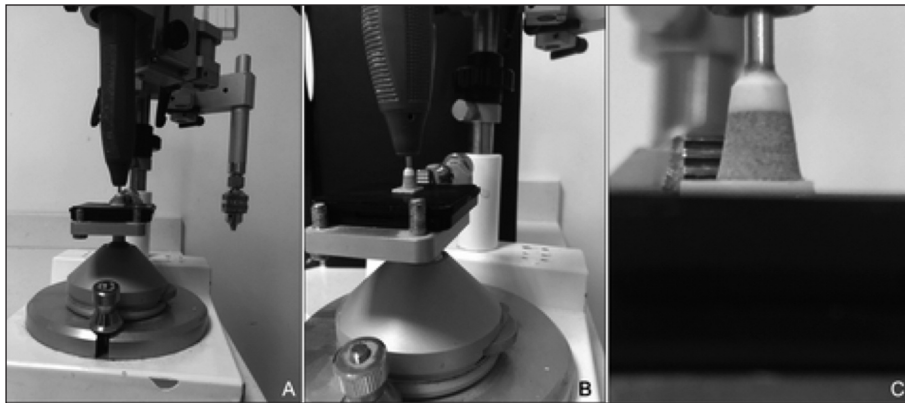
Sinterleme sonrası, boyutları 10x10 mm kare şeklinde ve kalınlığı 1 mm olacak şekilde tasarlanan zirkonya örnekler pre-sinterize Katana A-light ML zirkonya bloklardan (Kuraray, Hattersheim am Main, Almanya) bilgisayar destekli tasarım/bilgisayar destekli imalat [computer aided design/computer aided manufacturing (CAD-CAM)] sistemi



RESİM 1: CAD-CAM sisteminde hazırlanmış ve sinterlenmiş örnekler.

kullanılarak üretilip, yüzeyleri P800 ve P1200 silikon karpit aşındırıcılar (English abrasives; Atlas, İstanbul, Türkiye) yardımıyla pürüzsüzleştirildi (Resim 1). Sonrasında elde edilen örnekler uygulanacak sinterleme işlemine göre iki farklı gruba ayrıldı (n=20). Birinci grup hızlı sinterleme (HS) (1510°C’de 30 dk), diğer grup süper-hızlı sinterleme (SH) (1580°C’de 10 dk) grubu olarak belirlendi ve sinterleme fırınında (inFire HTC Speed, Sirona, Bensheim, Almanya) işlemleri gerçekleştirildi. Sinterleme işleminin ardından, her gruptan birer örnek alınarak bütün katmanlarının (mine, geçiş ve dentin) SEM (LEO 440, Zeiss, Jena, Almanya) değerlendirilmesi yapıldı.

Sonrasında, her bir grup kendi içerisinde uygulanan yüzey işlemlerine göre [polisaj grubu (P), glaze grubu (G)] iki farklı gruba ayrıldı (n=10). P grubunda polisaj işlemi yatay olarak yerleştirilen örneklerin yüzeylerine elmas seramik parlaticı frez (Identoflex diamond ceramic polisher, Kerr, Bioggio, İsviçre) kullanılarak sulu şekilde 16000 RPM



RESİM 2: Polisaj işlemi için kullanılan düzenek.

devirde bu çalışma için dizayn edilmiş bir sistem yardımıyla 2 N'luk kuvvet uygulanarak gerçekleştirildi (Resim 2 a-c). Glaze işlemi ise üretici firma talimatları doğrultusunda gerçekleştirildi.

Polisaj işlemleri sonrasında, örnekler ultrasonik temizleme cihazında (Everest ultrasonic, İstanbul, Türkiye) aseton solüsyonu içerisinde 10 dk süreyle temizlendi, sonrasında her örneğin mine, geçiş ve dentin katmanlarının ışık geçirgenlik değerleri (yüzdeler dilimi) power-metre (LP-100, Telepostnic, Plymouth, ABD) yardımıyla üçer defa ölçülüp ortalamaları alındı (Resim 3). Işık kaynağı olarak LED polimerizasyon ışık kaynağı (Valo, Ultradent, Köln, Almanya) kullanıldı.

Transmisyon değerlerinin ölçümü sonrasında her bir örneğin her bir katmanının yüzey pürüzlülük değerleri (Ra, μm) profilometre cihazı yardımıyla (Surftest SJ-301, Mitutoyo, Neuss, Almanya) üçer kez tekrarlanarak ölçüldü ve elde edilen değerlerin ortalamaları alındı.

Çalışmanın verileri SPSS 22,0 (SPSS Inc, Chicago, ABD) programına yüklenerek verilerin değerlendirilmesinde parametrik test varsayımları yerine getirilemediğinden (Kolmogorov-Smirnov test), gruplar arasında farklılık olup olmadığı Kruskal-Wallis testi kullanılarak belirlendi. Test sonucunda önemlilik kararı verildiğinde grupların ikiyeşerli olarak karşılaştırılmasında Mann-Whitney U testi kullanıldı. Yanılma düzeyi 0,05 olarak alındı. Bu çalışmanın bütün aşamaları Helsinki Deklerasyonuna uygun olarak yapılmıştır.

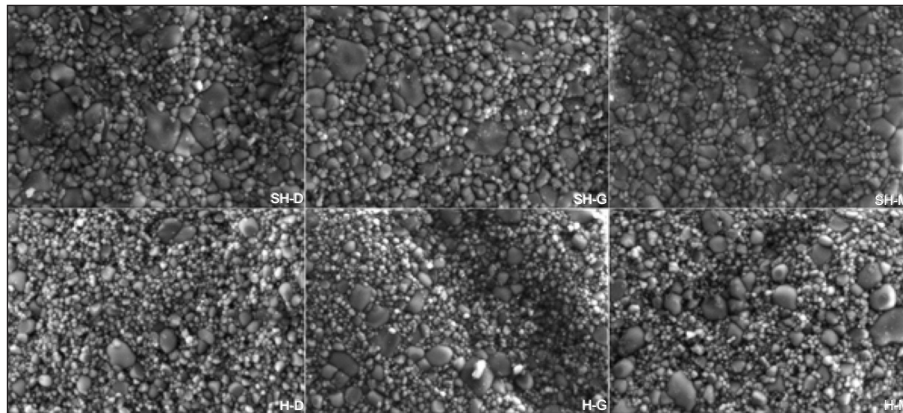


RESİM 3: Işık geçirgenlik değerlerinin ölçümünde kullanılan power-metre.

BULGULAR

Sinterleme sonrasında her grubun 3 farklı katmanından (mine, geçiş, dentin) alınan taramalı elektron mikroskobu [scanning electron microscopy (SEM)] görüntüleri Resim 4'de görülmektedir. Elde edilen görüntüler baz alınarak tutarlı çekirdek boyutu tespiti gerçekleştirilemedi. Tüm grupların ışık geçirgenlik değerleri Tablo 1 ve Şekil 1'de görülmektedir. En yüksek ışık geçirgenliği SH-G grubunun mine katmanında tespit edilmiştir.

Her bir grubu kendi içerisinde kıyasladığımızda SH sinterleme grubunda P-mine ile P-geçiş ve P-dentin katmanları arasında, G-mine ile G-geçiş ve G-dentin grupları arasında farklılık istatistiksel olarak önemli iken ($p < ,05$) diğer gruplar arası

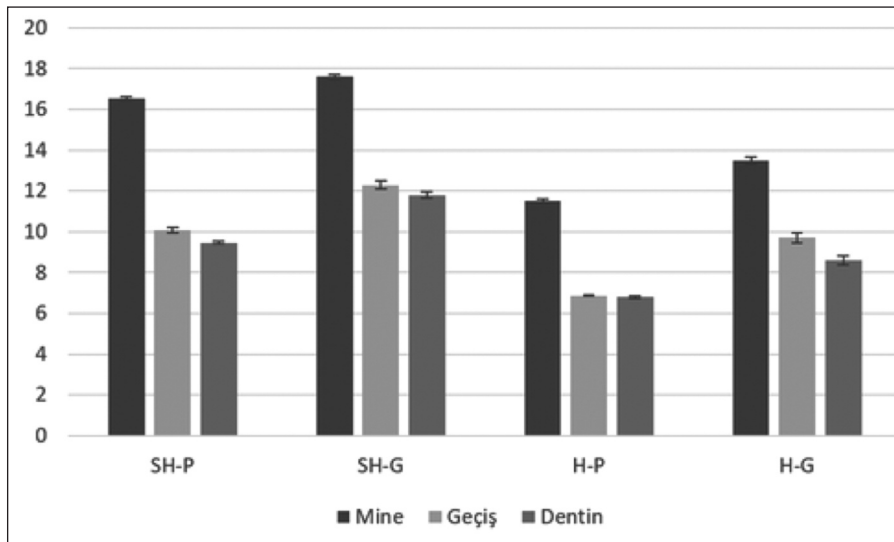


RESİM 4: Örneklerin SEM görüntüleri. Süper-hızlı dentin (SH-D), süper-hızlı geçiş (SH-G), süper-hızlı mine (SH-M), hızlı dentin (H-D), hızlı geçiş (H-G), hızlı mine (H-M).

TABLO 1: Uygulanan sinterizasyon ve yüzey işlemleri sonucu elde edilen ışık geçirgenlik değerleri (%'lik değer) ve istatistiksel karşılaştırmaları.

Sinterleme	Yüzey işlemi	Bölge	Ortalama (%)	Ortanca	En düşük	En yüksek	Sonuç
SH	P	M	16,53 ^{ab}	17,00	11,00	21,00	KW=27,28 P=0,001
		G	10,07 ^a	10,00	8,00	14,00	
		D	9,47 ^b	10,00	6,00	13,00	
SH	G	M	17,60 ^{de}	18,00	14,00	21,00	KW=28,44 P=0,001
		G	12,33 ^d	13,00	9,00	15,00	
		D	11,80 ^e	12,00	9,00	14,00	
H	P	M	11,53 ^{z1}	12,00	9,00	14,00	KW=28,28 P=0,001
		G	6,87 ^z	7,00	4,00	10,00	
		D	6,80 ^l	7,00	4,00	10,00	
H	G	M	13,47 ^{xy}	13,00	10,00	16,00	KW=23,72 P=0,001
		G	9,73 ^x	10,00	6,00	13,00	
		D	8,60 ^y	8,00	5,00	11,00	

SH: Süper hızlı; H: Hızlı; P: Polisaj; G: Glaze; M: Mine; G: Geçiş; D: Dentin. Aynı üst karakterler istatistiksel farklılığı temsil etmektedir (p<,05).



ŞEKİL 1: Katmanların ışık geçirgenlik değerleri ve standart sapmaları. SH: Süper hızlı; H: Hızlı; P: Polisaj; G: Glaze.

farklılık istatistiksel olarak önemsizdir (p>,05). SH-P grubunda ise P-mine ile P-geçiş ve P-dentin grupları arasında, G-mine ile G-geçiş ve G-dentin grupları arasında farklılık istatistiksel olarak önemli iken (p<,05), diğer gruplar arası farklılık istatistiksel olarak önemsizdir (p>,05) (Tablo 1). Genel olarak, en yüksek ışık geçirgenlikleri SH sinterleme gruplarında ve bu gruplar içerisinde mine katmanlarında saptandı, ayrıca her iki grupta da glaze grubunun lastik grubuna göre ışık geçirgenliğinin fazla olduğu belirlendi. Her bir katmanın kendi aralarında değerlendirilmesinde:

Mine katmanında; her iki grubun kendi içerisindeki farklılık istatistiksel olarak önemsiz bulunur iken (p>,05); gruplar arasındaki farklılık ise istatistiksel olarak önemli saptandı (p<,05) (Tablo 2). Geçiş katmanında; SH-P ile H-G grupları arası farklılık istatistiksel olarak önemsiz iken (p>,05) diğer gruplar arası farklılık önemli bulundu (p<,05) (Tablo 2). Dentin yüzeyinde; SH-P ile H-G grupları arası farklılık istatistiksel olarak önemsiz iken (p>,05), diğer gruplar arası farklılığın istatistiksel olarak önemli olduğu saptandı (p<,05) (Tablo 2).

TABLO 2: Mine, geçiş ve dentin katmanlarının ışık geçirgenlik değerleri ortalamaları, standart sapma miktarları ve aynı katmanların istatistiksel karşılaştırılması.

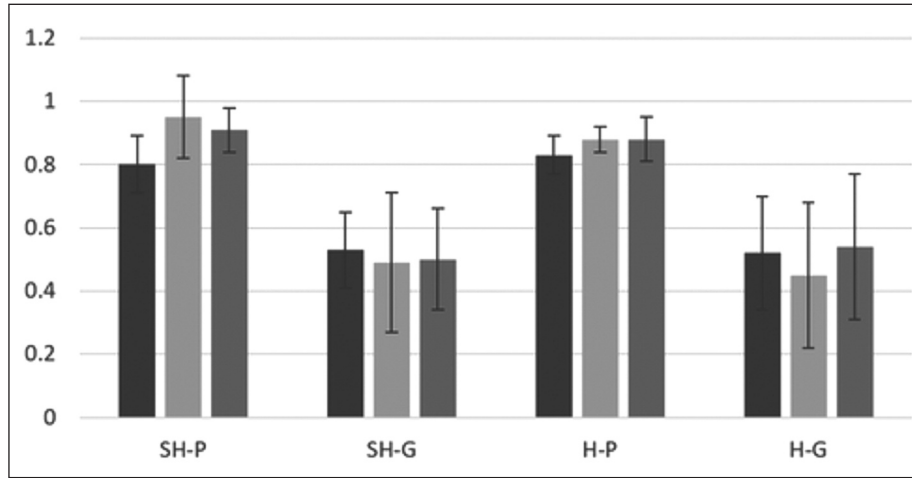
Gruplar	Mine	Geçiş	Dentin
SH-P	16,53±0,09 ^a	10,07±0,13 ^x	9,47±0,07 ^y
SH-G	17,60±0,12 ^a	12,33±0,22	11,80±0,16
H-P	11,53±0,06 ^b	6,87±0,04	6,80±0,07
H-G	13,47±0,18 ^b	9,73±0,23 ^x	8,60±0,23 ^y
	KW=35,42 P=0,001	KW=35,42 P=0,001	KW=31,33 P=0,001

SH: Süper hızlı; H: Hızlı; P: Polisaj; G: Glaze. Aynı üst karakterler farklılığın istatistiksel olarak önemli olmadığını temsil etmektedir (p>.05).

TABLO 3: Yüze işlemleri sonrası yüzey pürüzlülük değerleri (Ra, µm).

Gruplar	Mine	Geçiş	Dentin
SH-P	0,80±0,12 ^a	0,95±0,22 ^x	0,91±0,16 ^k
SH-G	0,53±0,09 ^b	0,49±0,1 ^y	0,50±0,07 ^l
H-G	0,52±0,06 ^b	0,45±0,04 ^y	0,54±0,07 ^l
H-P	0,83±0,18 ^a	0,88±0,23 ^x	0,88±0,23 ^k
	KW=43,52 P=0,001	KW=48,63 P=0,001	KW=45,85 P=0,001

SH: Süper hızlı; H: Hızlı; P: Polisaj; G: Glaze. Aynı üst karakterler farklılığın istatistiksel olarak önemli olmadığını temsil etmektedir (p>.05).

**ŞEKİL 2:** Yüze pürüzlülük değerleri (Ra, µm) ve standart sapma miktarları.

SH: Süper hızlı; H: Hızlı; P: Polisaj; G: Glaze.

Yüze pürüzlülük değerleri [Tablo 3](#) ve [Şekil 2](#)'de görülmektedir. Her iki sinterleme grubunda da en etkili yüze işlemleri olarak glaze yöntemi saptanmıştır.

TARTIŞMA

Bu çalışmada elde edilen veriler ışığında, karşılaştırılan sinterleme protokolleri içerisinde SH sinterleme grubunda daha fazla ışık geçirgenliği saptanmıştır. Ayrıca, uygulanan glaze ve polisaj

yüze işleminin ışık geçişi üzerine farklı sinterleme gruplarında farklı etkiler oluşturduğu belirlenmiştir. Bu veriler, başlangıçta kurduğumuz iki hipotezi de desteklemektedir.

Uygulanan sinterleme işlemleri arasındaki en büyük farklılık, SH sinterleme işleminin sinterleme son ısısına ulaşmış (1580°C) fırına zirkonya örneklerin yerleştirilmesidir. Ani ısınmalar sonucunda maddenin içerisinde termal stres oluşarak mekanik özelliklerin kötüleşmesi beklenirken; bu durumun

oluşmadığı, aksine diğer sinterleme işlemlerine nazaran daha da geliştiği literatürde vurgulanmıştır.¹⁴ Optik özellikler bakımından da bir iyileşmenin olduğu bu çalışmada saptanmıştır. Bu gelişme, sinterleme işleminde uygulanan son sıcaklık değerinin yüksek olmasından kaynaklanmaktadır.

Tercih edilen zirkonya, farklı renk katmanlarına sahip bir yapıdadır. Renklendirilmesi üretim aşamasında içerisine eklenen metal oksitlerle gerçekleştirilmiştir. Sinterleme sonrasında tanecik boyutundaki değişimin tespitinde her katmanın içerik olarak heterojen bir moleküler dağılım göstermesinden ötürü standart bir ölçüm gerçekleştirilememiştir. Literatürde, Stawarczyk'in farklı sinterleme sıcaklıklarının zirkonya üzerine etkilerini araştırdığı çalışmada, artan sıcaklıkla beraber zirkonyanın tanecik boyutunda bir büyüme olduğu ve sonucunda da zirkonyanın transparanlığının arttığı bulgusu baz alınarak, bu araştırmada kullanılan SH grubundaki örneklerin ışık geçirgenliğindeki artışın moleküllerin boyutlarının artmasından dolayı olduğu şeklinde yorumlanmıştır.¹²

Aynı sinterleme gruplarında ışık geçirgenlik değerleri en fazla mine katmanlarında saptanmıştır. Daimi dişlerin taklit edilmesi açısından bu katmanın daha fazla ışık geçirgenliğine sahip olması beklenen ve istenilen bir özelliktir. Zirkonyadan yansıyan ışık miktarı, içeriğindeki kristallerin miktarına, kimyasal yapısına ve gelen ışığın dalga boyu ile parçacıkların büyüklüğü arasındaki orana bağlıdır. Tanecik boyutundaki büyüme, ışığın dalga boyundan eşit veya yüksek hâle gelince ışık saçılımının da artış meydana gelmektedir.²⁰ Çalışmada elde edilen SEM görüntülerinden, çok-katmanlı zirkonyanın doğal diş yapısını taklit eden mine, geçiş ve dentin katmanlarında moleküler çeşitlilik farklılığı bulunmuştur (Resim 4). Bu farklılık, dentin katmanında mine ve geçiş katmanlarına nazaran daha fazla bir orana sahiptir ve bu durum, her bir kristalin ışık yansıtma indeksindeki farklılığa bağlı olarak ışık saçılımını artırmakta ve dentin katmanından daha az ışık geçişine neden olmaktadır.

Bu çalışmada kullanılan zirkonya örneklerin mine, geçiş ve dentin katmanları arasındaki ışık geçirgenlik değerlerindeki farklılıklar, bu katmanla-

rın fiziksel özellikleri arasında küçük farklılıkların oluşmasına neden olabilmektedir. Fakat, zirkonya, diş hekimliğinde kullanılan en stabil materyallerden biri olduğu gibi, ağız içerisinde kullanım için de yeterli fiziksel özelliklere sahiptir. Bu özellik, arzu edilen restorasyonu elde etmek için CAD/CAM sisteminde sanal olarak planlanan restorasyonun çok-tabakalı blok içerisinde farklı pozisyonlandırılarak istenilen katman içerisine konumlandırılmasına ve doğala daha yakın anatomik monolitik restorasyon üretilmesine olanak sağlamaktadır.

Elde edilen veriler doğrultusunda, çok-katmanlı zirkonya örneklerin ışık geçirgenlik değerleri düşük seviyelerdedir. Literatürde bu bulguları destekler birçok çalışma bulunmaktadır. Hefferman ve ark., altı farklı tam seramik materyalini karşılaştırmış ve en düşük ışık geçirgenlik değerini kontrol grubu olarak planladığı metal destekli seramik grubuyla aynı değere sahip zirkonya grubunda saptamışlardır.²¹ Ilie ve ark., seramik kalınlığının ve mavi polimerizasyon ışığının geçişi üzerine yaptıkları çalışmada, yedi farklı zirkonya ve cam seramiği karşılaştırmışlardır.²² Yaptıkları çalışmanın sonucunda, cam seramiğe göre zirkonyadan daha az ışık geçişinin meydana geldiğini vurgular iken, kalınlığın artışıyla beraber ışık geçişinin daha da azaldığını belirtmişlerdir. Bu nedenle, monolitik çok-katmanlı zirkonya restorasyonların simantasyonuna dikkat edilmesi ve hem kimyasal hem de ışıkla polimerize olan rezin siman tercihi ileride karşılaşılabilecek sorunları en aza indirgeyecektir.

Elde edilen verileri yüzey pürüzlülüğü açısından değerlendirecek olursak, mevcut çalışmada, sinterleme parametreleri arasında ısı farklılığı mevcuttur ve yüksek ısıya çıkıldıkça veya bu ısıda daha fazla bekledikçe pürüzlülük değerinin azalması beklenmektedir, fakat bu çalışmada, farklı sinterleme gruplarında aynı yüzey işlemleri arasında pürüzlülük olarak istatistiksel olarak fark saptanmaz iken, asıl farkın uygulanan yüzey işlemleri sonucunda olduğu bulunmuştur.²³ Bu durumun ısı farkının az olmasından veya HS grubundaki bekletme süresinin fazlalığından oluşmadığı düşünülmektedir.

Literatürdeki birçok çalışmada, yüzey işlemi olarak birçok farklı yöntem kullanılmıştır.²⁴⁻²⁶ Özdoğan ve ark.nın çalışmasında, pürüzlü seramik yüzeyine uygulanan glaze işleminin polisaj pastasına göre daha etkin olduğunu vurgular iken, Bessing ve Rosenstiel gibi araştırmacılar ise polisaj işleminin glaze kadar etkili olduğunu saptamışlar ve glaze işlemine alternatif olarak kullanılabilirliğini vurgulamışlardır.²⁷⁻²⁹ Bu çalışmada elde ettiğimiz veriler, mekanik olarak uygulanan polisaj işleminin yüzey pürüzsüzlülüğü üzerine glaze işlemi kadar etkili olmadığını göstermektedir. Bu durum, pürüzlü seramik yüzeylerinin bakteri tutunumu ve karşıt dişlerde aşınma miktarını artırmasından ötürü ağız içi polisaj işlemlerinin daha dikkatli şekilde yapılması gerekliliğini bir kez daha vurgulamaktadır.

Yüzey pürüzlülüğü ve ışık geçirgenliği değerleri açısından elde edilen verileri değerlendirecek olursak; aynı sinterleme grubu içerisinde aynı yüzey işlemine tabi tutulmuş örneklerin yüzey pürüzlülük değerleri arasında istatistiksel fark oluşmamakta olup, örneklerin katmanları arasındaki ışık geçirgenlik değerleri arasındaki farklılığın ise her bir katmanın moleküler çeşitliliklerindeki oran farklılığından kaynaklandığı saptanmıştır. Gruplar arasındaki değerlendirmede ise açık bir şekilde görülmektedir ki yüzey pürüzsüzlüğünün artırılması, zirkonya içerisinden geçen ışık miktarını artırmaktadır ve yüzey pürüzsüzlüğünün sağlanmasında en etkili yöntem glaze uygulamasıdır. Bu çalışmada elde edilen veriler, Akar ve ark.nın yaptıkları çalışmada belirtildiği gibi artan yüzey pürüzsüzlüğünün ışık geçirgenliğinde artış sağladığı bulgusunu destekler niteliktedir.¹⁷ Ayrıca, Awad ve ark.nın çalışmasında, farklı CAD/CAM materyalleri yüzeyine farklı yüzey işlemleri uygulayarak farklı topografi elde edilmiş ve sağlanan farklı yüzey pürüzlülük değerlerine sahip örneklerin ışık geçirgenlikleri test edilmiştir.³⁰ Sonuç olarak, yüzey pürüzsüzlüğünün artışıyla birlikte ışık geçirgen-

liği arasında pozitif yönlü bir kolerasyon olduğu vurgulanmıştır.

Zirkonyanın optik özellikleri üzerine yapılan birçok çalışmada, sıklıkla glaze uygulaması yerine mekanik polisaj işleminin uygulandığı görülmektedir.^{20,31,32} Bu tür çalışmalardan elde edilen veriler ise in vivo çalışmalarla farklılık oluşturabilecektir.

SONUÇ

Çalışmanın limitleri dâhilinde elde edilen veriler doğrultusunda:

1. SH sinterleme işlemi, uygulanan sıcaklık değerinin yüksek olmasından ötürü zirkonyanın daha fazla ışık geçirmesine olanak sağlayarak optik özellikleri üzerine olumlu etkiye sahiptir.

2. Son bitirme işleminde glaze uygulaması optik özelliklerin geliştirilmesinde polisaj işlemine nazaran daha avantajlı bir uygulamadır.

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: Mehmet Emre Coşkun; **Tasarım:** Mehmet Emre Coşkun, Faik Tuğut; **Denetleme/Danışmanlık:** Mehmet Emre Coşkun; **Veri Toplama ve/veya İşleme:** Faik Tuğut; **Analiz ve/veya Yorum:** Faik Tuğut; **Kaynak Taraması:** Mehmet Emre Coşkun; **Makalenin Yazımı:** Mehmet Emre Coşkun; **Eleştirel İnceleme:** Faik Tuğut; **Kaynaklar ve Fon Sağlama:** Mehmet Emre Coşkun; **Malzemeler:** Mehmet Emre Coşkun.

KAYNAKLAR

1. Rosenblum MA, Schulman A. A review of all-ceramic restorations. *J Am Dent Assoc.* 1997;128(3):297-307. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
2. McLean JW. Evolution of dental ceramics in the twenties century. *J Prosthet Dent.* 2001;85(1):61-6. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
3. Kim HJ, Lim HP, Park YJ, Vang MS. Effect of zirconia surface treatments on the shear bond strength of veneering ceramic. *J Prosthet Dent.* 2011;105(5):315-22. [[Crossref](#)]
4. Sailer I, Fehér A, Filser F, Luthy H, Gauckler LJ, Schärer P, et al. Prospective clinical study of zirconia posterior fixed partial dentures: 3-year follow-up. *Quintessence Int.* 2006;37(9):685-93.
5. Sailer I, Fehér A, Filser F, Gauckler LJ, Luthy H, Hämmerle CH. Five-year clinical results of zirconia frameworks for posterior fixed partial dentures. *Int J Prosthodont.* 2007;20(4):383-8.
6. Raigrodski AJ, Chiche GJ, Potiket N, Hochstedler JL, Mohamed SE, Billiot S, et al. The efficacy of posterior three-unit zirconium-oxide-based ceramic fixed partial dental prostheses: a prospective clinical pilot study. *J Prosthet Dent.* 2006;96(4):237-44. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
7. Shah K, Holloway JA, Denry IL. Effect of coloring with various metal oxides on the microstructure, color and flexural strength of 3Y-TZP. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater.* 2008;87(2):329-37. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
8. Sulaiman TA, Abdulmajeed AA, Donovan TE, Vallittu PK, Närhi TO, Lassila LV. The effect of staining and vacuum sintering on optical and mechanical properties of partially and fully stabilized monolithic zirconia. *Dent Mater J.* 2015;34(5):605-10. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
9. Kim HK, Kim SH. Comparison of the optical properties of pre-colored dental monolithic zirconia ceramics sintered in a conventional furnace versus a microwave oven. *J Adv Prosthodont.* 2017;9(5):394-401. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)] [[PMC](#)]
10. Sulaiman TA, Abdulmajeed AA, Donovan TE, Ritter AV, Vallittu PK, Närhi TO, et al. Optical properties and light irradiance of monolithic zirconia at variable thicknesses. *Dent Mater.* 2015;31(10):1180-7. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
11. Kim MJ, Ahn JS, Kim JH, Kim HY, Kim WC. Effects of the sintering conditions of dental zirconia ceramics on the grain size and translucency. *J Adv Prosthodont.* 2013;5(2):161-6. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)] [[PMC](#)]
12. Stawarczyk B, Ozcan M, Hallmann L, Ender A, Mehl A, Hämmerle CH. The effect of zirconia sintering temperature on flexural strength, grain size, and contrast ratio. *Clin Oral Investig.* 2013;17(1):269-74. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
13. Kim HK, Kim SH, Lee JB, Ha SR. Effects of surface treatments on the translucency, opalescence, and surface texture of dental monolithic zirconia ceramics. *J Prosthet Dent.* 2016;115(6):773-9. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
14. Ersoy NM, Aydođdu HM, Değirmenci BÜ, Çökük N, Sevimay M. The effects of sintering temperature and duration on the flexural strength and grain size of zirconia. *Acta Biomater Odontol Scand.* 2015;1(2-4):43-50. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)] [[PMC](#)]
15. Wang H, Xiong F, Zhenhua L. Influence of varied surface texture of porcelain on optical properties of porcelain specimens. *J Prosthet Dent.* 2011;105(4):242-8. [[Crossref](#)]
16. Obregon A, Googkind RJ, Schwabacher WB. Effects of opaque and porcelain surface texture on the color of ceramometal restorations. *J Prosthet Dent.* 1981;46(3):330-40. [[Crossref](#)]
17. Akar GC, Pekkan G, Çal E, Eskitaşçıoğlu G, Özcan M. Effects of surface-finishing protocols on the roughness, color change, and translucency of different ceramic systems. *J Prosthet Dent.* 2014;112(2):314-21. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
18. Al-Haj Husain N, Özcan M. A study on topographical properties and surface wettability of monolithic zirconia after use of diverse polishing instruments with different surface coatings. *J Prosthodont.* 2018;27(5):429-42. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
19. Fasbinder DJ, Neiva GF. Surface evaluation of polishing techniques for new resilient CAD/CAM restorative materials. *J Esthet Restor Dent.* 2016;28(1):56-66. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
20. Vichi A, Sedda M, Fabian Fonzar R, Carrabba M, Ferrari M. Comparison of contrast ratio, translucency parameter, and flexural strength of traditional and "augmented translucency" zirconia for CEREC CAD/CAM system. *J Esthet Restor Dent.* 2016;28 Suppl 1:S32-9. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
21. Heffernan MJ, Aquilino SA, Diaz-Arnold AM, Haselton DR, Stanford CM, Vargas MA. Relative translucency of six all-ceramic systems. Part I: core materials. *J Prosthet Dent.* 2002;88(1):4-9. [[Crossref](#)]
22. Ilie N, Stawarczyk B. Quantification of the amount of blue light passing through monolithic zirconia with respect to thickness and polymerization conditions. *J Prosthet Dent.* 2015;113(2):114-21. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
23. Ebeid K, Wille S, Hamdy A, Salah T, El-Etreby A, Kern M. Effect of changes in sintering parameters on monolithic translucent zirconia. *Dent Mater.* 2014;30(12):e419-24. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
24. Sarac D, Sarac YS, Yuzbasioglu E, Bal S. The effects of porcelain polishing systems on the color and surface texture of feldspathic porcelain. *J Prosthet Dent.* 2006;96(2):122-8. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
25. Tholt de Vasconcellos B, Miranda-Junior WG, Prioli R, Thompson J, Oda M. Surface roughness in ceramics with different finishing techniques using atomic force microscope and profilometer. *Oper Dent.* 2006;31(4):442-9. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
26. Camacho GB, Vinha D, Panzeri H, Nonaka T, Gonçalves M. Surface roughness of a dental ceramic after polishing with different vehicles and diamond pastes. *Braz Dent J.* 2006;17(3):191-4. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
27. Ozdogan A, Bayındır F, Ulu H, Duymus ZY. [Evaluation the effect of two different polishing methods on surface roughness of porcelain]. *Atatürk Üniv Diş Hek Fak Derg.* 2014;24(2):252-7.
28. Bessing C, Wiktorsson A. Comparison of two different methods of polishing porcelain. *Scand J Dent Res.* 1983;91(6):482-7. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
29. Rosenstiel SF, Baiker MA, Johnston WM. A comparison of glazed and polished dental porcelain. *Int J Prosthodont.* 1989;2(6):524-9.
30. Awad D, Stawarczyk B, Liebermann A, Ilie N. Translucency of esthetic dental restorative CAD/CAM materials and composite resins with respect to thickness and surface roughness. *J Prosthet Dent.* 2015;113(6):534-40. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
31. Sulaiman TA, Abdulmajeed AA, Donovan TE, Vallittu PK, Närhi TO, Lassila LV. The effect of staining and vacuum sintering on optical and mechanical properties of partially and fully stabilized monolithic zirconia. *Dent Mater J.* 2015;34(5):605-10. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
32. Stawarczyk B, Ozcan M, Hallmann L, Ender A, Mehl A, Hämmerle CH. The effect of zirconia sintering temperature on flexural strength, grain size, and contrast ratio. *Clin Oral Investig.* 2013;17(1):269-74. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]