

# Farklı Sinterizasyon Yöntemlerinin ve Blok Renginin Monolitik Zirkonya ile Adeziv Rezın Siman Arasındaki Bağ Dayanımına Etkisi

The Effect of Different Sintering Methods and Block Color on Bond Strength Between Monolithic Zirconia and Resin Cement

Cansu AKARSU<sup>a</sup>(ORCID-0000-0001-7528-1626), Burcu KANAT ERTÜRK<sup>a</sup>(ORCID-0000-0001-7799-6844)

<sup>a</sup>Kocaeli Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Protetik Diş Tedavisi AD, Kocaeli, Türkiye

<sup>a</sup>Kocaeli University, Faculty of Dentistry, Department of Prosthodontics, Kocaeli, Türkiye

## ÖZ

**Amaç:** Bu çalışmanın amacı; farklı sinterizasyon yöntemlerinin ve blok renginin monolitik zirkonya ile adeziv rezın arasındaki makaslama bağ dayanımı üzerindeki etkilerinin incelenmesidir.

**Gereç ve Yöntemler:** Kendinden renkli (InCoris TZI C A2, Sirona) (CZ) ve renksiz (InCoris TZI, Sirona) (Z) monolitik zirkonya blokları, sinterizasyon sonrası 4mm×4mm×4mm boyutlarında olacak şekilde küpler halinde kesildi (N=40). Renkli ve renksiz örnekler, konvansiyonel sinterizasyon (KS) ve hızlı sinterizasyon (HS) olmak üzere 2 alt gruba ayrıldı (n=10). Akrilik içerisinde sabitlenen örnekler kumlandıktan sonra primer uygulandı. Adeziv rezın siman (çap:2mm, yükseklik:2mm) şekillendirildi ve polimerize edildi. Makaslama bağ dayanım (SBS) testinin (Bisco, ABD, 0.5 mm/dk) uygulanması ile elde edilen verilerin istatistiksel analizi (SPSS 26, 2-yönlü ANOVA, bağımsız t-testi) gerçekleştirildi (p=0.05). Kırık tipleri sınıflandırıldı.

**Bulgular:** En yüksek SBS değeri KS-Z (25.13±8.47) grubunda, en düşük SBS değeri ise HS-Z (14.89±7.08) grubunda gözlemlendi. SBS değerleri üzerinde sinterizasyon yöntemlerinin istatistiksel açıdan anlamlı etkisi bulunurken (p=0.006) monolitik zirkonyanın renkli olma özelliğinin anlamlı etkisi görülmedi (p>0.05). Renksiz bloklarda, KS (25.13±8.47) grubunda HS (14.89±7.08) grubuna göre istatistiksel olarak yüksek değerler bulundu (p=0.009). Renkli bloklarda ise HS (17.99±5.21) ve KS (20.89±7.31) grupları arasındaki farkın istatistiksel açıdan anlamlı olmadığı görüldü (p>0.05). Hem hızlı hem de konvansiyonel sinterizasyonda ise Z ve CZ grupları arasında anlamlı bir farklılık bulunmadı (p>0.05).

**Sonuç:** Farklı sinterizasyon yöntemlerinin, renksiz monolitik zirkonya blokları ile adeziv siman arasındaki makaslama bağ dayanımını etkilerken renkli monolitik zirkonya blokları ile adeziv rezın siman arasındaki makaslama bağ dayanımını etkilemediği bulundu. Blokların önceden renklendirilmiş veya renklendirilmemiş olması, monolitik zirkonya ile adeziv siman arasındaki makaslama bağ dayanımını etkilemedi.

**Anahtar Kelimeler:** Hızlı sinterizasyon, konvansiyonel sinterizasyon, makaslama bağ dayanımı, monolitik zirkonya, renklendirilmiş blok

## ABSTRACT

**Background:** The aim of the study is to examine the effects of different sintering methods and block color on shear bond strength between monolithic zirconia and adhesive resin cement.

**Methods:** Self-colored (InCoris TZI C A2, Sirona) (CZ) and colorless (InCoris TZI, Sirona) (Z) monolithic zirconia blocks were cut into cubes of 4mm×4mm×4mm after sintering (n=40). Colored and colorless samples were divided into 2 subgroups as conventional sintering (CS) and speed sintering (SS) (n=10). Primer was applied after sandblasting the samples fixed in acrylic. The adhesive resin cement (diameter: 2mm, height: 2mm) was shaped and polymerized. Data, obtained from the application of the shear bond test (SBS), was statistically analyzed (SPSS 26, 2-way ANOVA, independent t-test) (p=0.05). Fracture types were classified.

**Results:** The highest SBS value was observed in the CS-Z group (25.13±8.47), and the lowest SBS value was observed in the SS-Z group (14.89±7.08). While sintering methods had a statistically significant effect on SBS values (p=0.006), the color feature of monolithic zirconia did not have a significant effect (p>0.05). Statistically higher values were found in the colorless blocks compared to the SS group (14.89±7.08) in the CS group (25.13±8.47) (p=0.009). However, the difference between SS (17.99±5.21) and RS (20.89±7.31) in the colored blocks was not significant (p>0.05). There was no significant difference between Z and CZ groups in both speed and conventional sintering (p>0.05).

**Conclusion:** It was concluded that different sintering methods affect the shear bond strength between colorless monolithic zirconia blocks and adhesive cement, but not the shear bond strength between colored monolithic zirconia blocks and adhesive resin cement. Whether the blocks were pre-colored or colorless did not affect the shear bond strength between monolithic zirconia and adhesive cement.

**Keywords:** Monolithic zirconia, conventional sintering, speed sintering, colored block, shear bond strength

## GİRİŞ

Gelişen teknoloji ve hastaların estetik beklentilerindeki artışla birlikte diş hekimliğinde tam seramiklerin kullanımı yaygınlaşmıştır. Diş hekimliğinde 1990'ların başında kullanıma sunulan zirkonya biyouyumluluğu yüksek, estetik özellikleri gelişmiş ve dayanıklı bir materyaldir.<sup>1</sup> Zirkonya, polikristalin mikroyapısına bağlı olarak yüksek opaklık gösteren bir materyal olması ve estetiği olumsuz etkilemesi sebebi ile başlangıçta daha çok alt yapı materyali olarak kullanılmış ve cam seramikler ile veneerlenmiştir.<sup>2,3</sup> Ancak kanıta dayalı klinik bulgular; veneerlenen zirkonya restorasyonlarda, üst yapı porseleninde atma(chipping) veya kırılma gibi başarısızlıklara sık rastlanıldığını ve bu başarısızlığın %74-100 gibi yüksek oranlarda görüldüğünü ortaya koymuştur.<sup>4</sup> Bu başarısızlığın sebepleri arasında veneer tabakasını uygun şekilde desteklemeyen zirkonya altyapı tasarımları, zirkonya altyapı ile veneer porseleni arasındaki ısıl genleşme katsayı

uyumsuzluğundan kaynaklanan rezidüel stresler ve düşük altyapı-veneer bağlantı kuvveti sayılmaktadır.<sup>5,6</sup> Bu problemlerin üstesinden gelmek amacıyla son yıllarda CAD/CAM sistemleriyle tek materyalden üretilebilen ve üzerine üst yapı porselen uygulaması gerektirmeyen monolitik zirkonya restorasyonlar geliştirilmiştir.<sup>5,7</sup>

Monolitik zirkonya restorasyonların, düşük kalınlıklarda bile yüksek mekanik dayanım göstermeleri, estetik sonuçlarının kabul edilebilir olması, üst yapı porseleninin ortadan kalkması nedeniyle üretim süresinin kısalması ve maliyetin azalması gibi olumlu özellikleri sayesinde klinik kullanımları kısa sürede yaygınlaşmıştır.<sup>8</sup> Ancak monolitik zirkonya restorasyonlar ile doğal diş dokularındaki renk geçişlerinin taklit edilmesi zor olduğu için renk açısından ideal bir estetik sağlanması zor olabilmektedir. Ayrıca monolitik zirkonya restorasyonlar opak yapıda olmaları nedeniyle daha çok posterior restorasyonlarda tercih edilmektedir.<sup>5</sup> Ancak son yıllarda üretici

Gönderilme Tarihi/Received: 15 Kasım, 2022

Kabul Tarihi/Accepted: 17 Şubat, 2023

Yayınlanma Tarihi/Published: 25 Aralık, 2023

Atıf Bilgisi/Cite this article as: Akarsu C, Kanat Ertürk B. Farklı Sinterizasyon Yöntemlerinin ve Blok Renginin Monolitik Zirkonya ile Adeziv Rezın Siman Arasındaki Bağ Dayanımına Etkisi. Selcuk Dent J 2023;10(3): 497-502 Doi: 10.15311/ selcukdentj.1203772

Sorumlu yazar/Corresponding Author: Cansu AKARSU

E-mail: cansuyesildas.97@gmail.com

Doi: 10.15311/ selcukdentj.1203772

firmalar yüksek translusensi özelliğine sahip ve yapısında daha yüksek oranda kübik faz barındıran monolitik zirkonya materyalini özellikle anterior bölgedeki restorasyonlar için önermektedir.<sup>9</sup> Kullanıma sunulan ilk monolitik zirkonya materyali genellikle renklendirme yapılmayan, beyaz yarı-sinterize bloklardan hazırlanmıştır.<sup>10</sup> Bu bloklardan hazırlanan restorasyonlar, sinterizasyon öncesinde renklendirici solüsyonun fırça ile uygulanmasıyla veya renklendirici solüsyona daldırılarak renklendirilebilmektedir.<sup>2</sup> Son yıllarda, farklı renk tonlarındaki doğal dişleri taklit edebilen kendinden renkli yarı sinterize monolitik zirkonya blokları birçok firma tarafından kullanıma sunulmuştur. Bu bloklar 'ilave teknik' adı verilen bir yöntemle zirkonya tozunun blok haline getirilmesi esnasında yapıya metal oksitlerin eklenmesi yoluyla elde edilmektedir.<sup>5,11</sup> Bunun yanı sıra günümüzde üretici firmalar tarafından doğal dişlerin renk geçişlerini taklit edebilen çok tabakalı ve renk geçişli zirkonya bloklar da mevcuttur.<sup>10</sup> Son olarak sinterizasyon sonrasında hedeflenen rene ulaşılmadığı durumlarda monolitik zirkonya restorasyonların üzerine uygulanan dış renklendirme, istenilen rengi sağlamaya yardımcı olmaktadır.<sup>2,3</sup>

Sinterizasyon; malzemenin erime sıcaklığına çıkmadan daha düşük sıcaklıklarda yoğunlaştırılmasını ve mekanik özelliklerinin geliştirilmesini sağlayan bir işlemdir. Yapıyı daha yoğun hale getiren sinterleme işlemi sırasında faz dönüşümü ile ortaya çıkan baskı gerilmeleri materyalin dayanıklılığını arttırmaktadır. İşlem sırasında sıcaklık değişimlerine bağlı olarak materyalde %20-25 oranlarında sinterizasyon büzülmesi gerçekleşmektedir. Zirkonya bloklar; sinterlenmemiş, yarı sinterize ve tam sinterize olmak üzere 3 grupta karşımıza çıkmaktadır. Genellikle monolitik zirkonya bloklar yarı sinterize olarak üretilmektedir. Bu bloklarda sinterleme işlemi tam olarak yapılmadığı için yapı mekanik olarak zayıftır. CAD/CAM sistemleri ile aşındırma işlemi yapılabilmesi için bloklar belirli bir sertlikte hazırlanmaktadır. Blokların renklendirilmesi, sinterleme işlemi öncesinde ya da sonrasında seryum, bizmut veya demir içerikli %0.01'lik solüsyonların içinde bekletilme ile gerçekleştirilir.<sup>12</sup>

Sinterizasyon yöntemleri; konvansiyonel, hızlı ve süper hızlı sinterizasyon şeklinde sınıflandırılabilir. Tedavi sürelerini önemli ölçüde azaltan CAD/CAM sistemleri ile zirkonya restorasyonların birkaç saat süren sinterleme prosedürünün ardından çoğu protetik restorasyon tek seansta tedavinin tamamlanmasına olanak tanımaktadır. Dakikalar içinde gerçekleştirilebilen hızlı sinterleme işlemleri, tek seansta zirkonya bazlı restorasyonların üretimini mümkün kılmakta ve klinik kullanımını arttırmaktadır.<sup>13,25</sup>

Monolitik zirkonya restorasyonlarda çeşitli renklendirme prosedürleri ve kendinden renkli bloklar diş hekimliğinde yıllardır kullanılmaktadır, ancak literatürde renklendirme prosedürlerinin zirkonya ile rezin siman arasındaki makaslama bağ dayanımı üzerindeki etkisini inceleyen az sayıda çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmanın amacı; farklı sinterizasyon yöntemlerinin ve blok renginin monolitik zirkonya ile adeziv resin siman arasındaki makaslama bağ dayanımı üzerindeki etkilerinin incelenmesidir. Çalışmamızın sıfır hipotezleri şu şekildedir:

1. Blok renginin monolitik zirkonya ile adeziv resin siman arasındaki makaslama bağ dayanımı üzerinde anlamlı etkisi yoktur.
2. Farklı sinterizasyon yöntemlerinin monolitik zirkonya ile adeziv resin siman arasındaki makaslama bağ dayanımı üzerinde anlamlı etkisi yoktur.

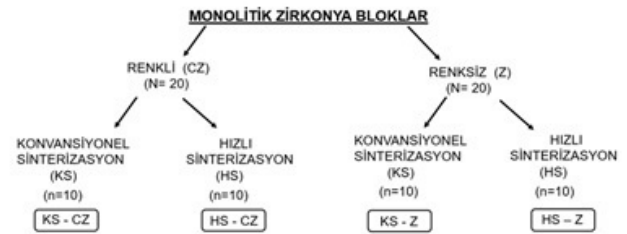
## GEREÇ VE YÖNTEMLER

Çalışmamızda kendinden renkli (InCoris TZI C A2, Sirona Dental, Bensheim, Almanya) (CZ) ve renksiz (InCoris TZI, Sirona Dental) (Z) monolitik zirkonya bloklar su soğutmalı döner elmas disk (Metkon, Bursa, Türkiye) ile sinterizasyon sonrasında 4x4x4 mm olacak şekilde küpler halinde kesildi (N=40). Sinterizasyon esnasında meydana gelebilecek büzülme miktarını karşılayabilmek için küpler %20 oranında büyük hazırlandı. Örnek yüzeyleri 15 sn süre boyunca sulu ortamda uygulanan 400, 600 ve 1200 gritlik zımparalar (Metlab Corp, Niagara Falls, Kanada) ile standardize edildi. Ardından renkli ve renksiz zirkonya blokları farklı sinterleme süresinde sahip olan konvansiyonel sinterizasyon (KS) ve hızlı sinterizasyon (HS) olmak üzere 2 alt gruba ayrıldı (n=10/alt grup). Örnekler, üretici firmanın önerileri doğrultusunda sinterizasyon fırınında (Sirona InFire HTC Speed, Sirona Dental) sinterize edildi. Hem konvansiyonel hem de hızlı sinterleme için ısınma ve soğuma hızları ile birlikte maksimum

sıcaklıkta bekleme süreleri Tablo 1'de gösterilmiştir. Sinterizasyon işlemi tamamlanan örneklerin kalınlıkları dijital mikrometre (Mitutoyo Corp, Tokyo, Japonya) ile kontrol edildi. Bunun sonucunda elde edilen örnekler 4 grupta sınıflandırıldı (Resim 1).

Tablo 1. Gruplara ait sinterizasyon sıcaklığı ve süre değerleri

HIZLI SİNERİZASYON	Dakikadaki Sıcaklık Değişim Değeri (°C/dk)	Ulaşılan Sıcaklık Değeri (°C)	Ulaşılan Sıcaklık Değerinde Bekleme Süresi (dk)
S1	99	800	5
S2	50	1510	30
S3	99	1100	0
S4	99	750	0
KONVANSİYONEL SİNERİZASYON			
S1	30	200	0
S2	15	1510	120
S3	25	800	0



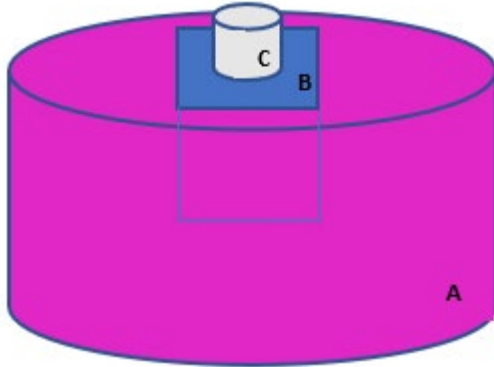
Resim 1. Monolitik zirkonya blokların farklı sinterizasyon yöntemleri ve renk özelliklerine göre gruplandırılması

Çalışmamızda kullanılan materyaller ve içerikleri Tablo 2'de gösterilmektedir.

Tablo 2. Çalışmada kullanılan materyaller ve içerikleri

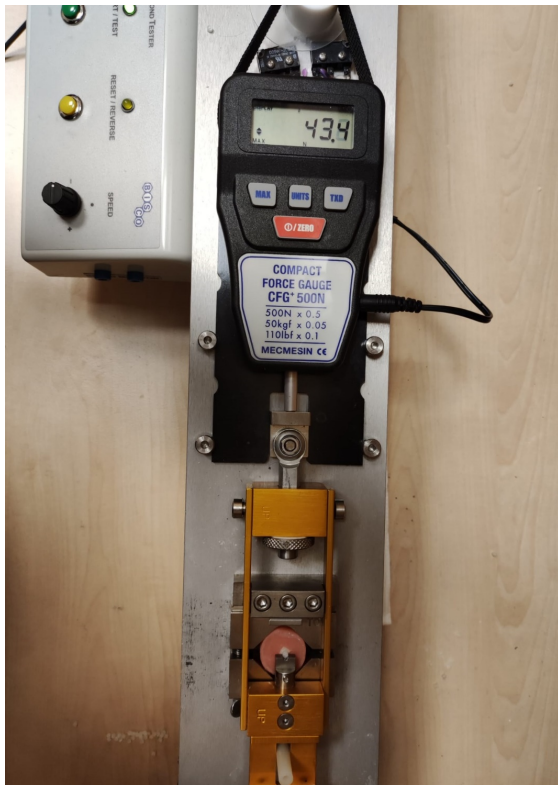
Ticari İsim	Üretici Firma	Kimyasal İçerik	Lot numarası
InCoris TZI	Sirona, Bensheim, Almanya	ZrO <sub>2</sub> +HfO <sub>2</sub> +Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (≥ 99,0%); Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (> 4,5% - ≤ 6,0%); HfO <sub>2</sub> (≤ 5%); Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (≤ 0,5%); Diğer oksitler (≤ 0,5%)	2014161366
InCoris TZI C A2	Sirona, Bensheim, Almanya	ZrO <sub>2</sub> +HfO <sub>2</sub> +Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ≥ 99,0% Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub> > 4,5 - ≤ 6,0% HfO <sub>2</sub> ≤ 5% Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ≤ 0,04% Other oxides ≤ 1,1%	2015336861
Monobond N	Ivoclar Vivadent, Schaan, Lihtenştayn	Fosforik asit metakrilat, silan metakrilat, sülfid metakrilat, alkol	V20475
RelyX Universal Resin Siman	3M ESPE, St. Paul, MN, ABD	İterbiyum florür, Üretan dimetakrilat (UDMA), Silan ile işlenmiş cam tozu, Trietilenglikol dimetakrilat (TEGDMA), Silan işlenmiş silika, Titanyum dioksit, Hidroperoksit	8213551

Sinterizasyon işlemi tamamlanan 4 alt gruptaki tüm monolitik zirkonya küpler, 24mm çapındaki yuvarlak silikon kalıplar yardımıyla otopolimerizan akrilik rezin içerisinde sabitlendi. Örneklerin tümüne aynı prosedür uygulandı ve soğuk akrilik içerisinde konumlandırıldı. Tüm örneklerdeki simantasyon yapılacak örnek yüzeyleri tek bir klinisyen tarafından 10 mm mesafeden her biri 10 sn aralıksız olacak şekilde 2.5 bar basınç altında 50 µm partikül büyüklüğünde Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ile kumlandı (Renfert, Hilzingen, Almanya). Ardından örnekler hazırlanan alkollü solüsyonlarda ultrasonik olarak temizlendi. Adeziv resin siman uygulamasından önce zirkonya yüzeylerine üretici talimatları doğrultusunda primer (Monobond N, Ivoclar Vivadent, Schaan, Lihtenştayn) uygulanarak 1 dk beklenilmesinin ardından yüzeyler hava ile kurutuldu. Simantasyon aşamasında; adeziv resin siman (RelyX Universal Resin Siman, 3M ESPE, St. Paul, MN, ABD) 2 mm çapında ve 2 mm yüksekliğinde deliklere sahip kalıplar yardımıyla şekillendirildi ve 40 sn boyunca 4 farklı yönden ışık ile polimerize edildi (Resim 2).



**Resim 2.** Çalışma örneğinin şematik görünümü. A: Akrilik kalıp B: Monolitik zirkonya C: Rezin siman

Simantasyon prosedürleri 40 adet örnek için aynı şekilde uygulandı. Ardından distile suda 24 saat boyunca bekletilen örnekler makaslama bağ dayanım (SBS) testi (Bisco, Schaumburg IL, ABD) (0.5mm/dk) uygulandı (Resim 3). Veriler, universal makaslama bağ dayanımı test cihazında N olarak elde edildikten sonra yüzey alanına bölünerek MPa olarak kaydedildi.



**Resim 3.** Makaslama bağ dayanım testi

### İstatistiksel analiz

Çalışmada elde edilen verilerin istatistiksel analizi IBM SPSS 26 (SPSS, Chicago, IL, ABD) programında gerçekleştirildi. Tanımlayıcı istatistiksel analizi takiben Kolmogorov-Smirnov test ile verilerin dağılımı incelendi. Normal dağılım gösterdiği için 2-yönlü ANOVA kullanılarak sinterizasyon yöntemlerinin ve monolitik zirkonyanın renk özelliğinin makaslama bağ dayanımı üzerindeki ana etkileri ve etkileşimleri yorumlandı. Bağımsız t-test yöntemi ile ikili karşılaştırmalar gerçekleştirildi. İstatistiksel anlamlılık  $p < 0.05$  olarak değerlendirildi. Ardından kırık tipleri adeziv, koheziv ve karışık olmak üzere 3 grupta sınıflandırıldı.

### BULGULAR

Tanımlayıcı istatistiksel analiz sonuçları doğrultusunda, grupların ortalama ve standart sapma değerleri Tablo 3'de gösterilmiştir. Makaslama bağ dayanım testi sonucunda elde edilen makaslama bağ dayanım (SBS) değerleri (MPa) HS-Z, HS-CZ, KS-Z ve KS-CZ grupları için sırasıyla  $14.89 \pm 7.08$ ,  $17.99 \pm 5.21$ ,  $25.13 \pm 8.47$  ve  $20.89 \pm 7.31$  olarak bulunmuştur.

**Tablo 3.** Grupların ortalama ve standart sapma değerler

	Renksiz monolitik zirkonya (Z)	Renkli monolitik zirkonya (CZ)
Hızlı Sinterizasyon (HS)	$14.89 \pm 7.08$ <sup>(a, A)</sup>	$17.99 \pm 5.21$ <sup>(c, A)</sup>
Konvansiyonel Sinterizasyon (KS)	$25.13 \pm 8.47$ <sup>(b, B)</sup>	$20.89 \pm 7.31$ <sup>(c, B)</sup>

Aynı küçük harfler aynı sütunda istatistiksel olarak anlamlı fark olmadığını belirten aynı büyük harfler aynı sırada istatistiksel olarak anlamlı fark olmadığını ifade etmektedir.

Tanımlayıcı istatistiksel analizi (ort $\pm$ SS) takiben Kolmogorov-Smirnov test ile verilerin dağılımı incelendi. Verilerin normal dağılımı göstermesi sebebiyle parametrik testlerden olan 2-yönlü ANOVA kullanılarak sinterizasyon yöntemlerinin ve monolitik zirkonyanın renk özelliğinin makaslama bağ dayanımı üzerindeki ana etkileri ve etkileşimlerinin etkileri incelendi (Tablo 4). Buna göre; sinterizasyon yöntemlerinin SBS değerleri üzerinde istatistiksel açıdan anlamlı etkisi bulunurken ( $p=0.006$ ) monolitik zirkonyanın renkli olma özelliğinin SBS üzerinde anlamlı etkisi görülmedi ( $p>0.05$ ). Sinterizasyon yöntemleri ve blok renk özelliği etkileşimlerinin de SBS üzerinde anlamlı etkisinin olmadığı gözlemlendi ( $p>0.05$ ), (Tablo 4).

**Tablo 4.** Sinterizasyon yöntemlerinin ve monolitik zirkonyanın renk özelliğinin ana etkileri ve etkileşimlerine ilişkin 2-yönlü ANOVA tablosu

Kaynak	Tip3 Kareler Toplamı	sd	Karelerin Ortalaması	F	p	Kısmi Eta Kare
Düzeltilmiş Model	569,212 <sup>a</sup>	3	189,737	3,742	0,019	0,238
a katsayısı (intercept)	15567,303	1	15567,303	307,047	0	0,895
Sinterizasyon	431,475	1	431,475	8,51	0,006	0,191
Renk	3,234	1	3,234	0,064	0,802	0,002
Sinterizasyon *Renk	134,503	1	134,503	2,653	0,112	0,069
Hata	1825,205	36	50,700			
Toplam	17961,72	40				
Düzeltilmiş Toplam	2394,417	39				

a.R Kare: ,238 (Düzeltilmiş R Kare = ,174)

Bağımsız t-test yöntemi ile gerçekleştirilen ikili karşılaştırmalarda renksiz bloklarda, KS ( $25.13 \pm 8.47$ ) grubunda elde edilen SBS değerleri HS ( $14.89 \pm 7.08$ ) grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek bulunurken ( $p=0.009$ ) renkli bloklarda HS ( $17.99 \pm 5.21$ ) ve KS ( $20.89 \pm 7.31$ ) grupları arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olmadığı görüldü ( $p>0.05$ ). Blok renginin karşılaştırıldığı analizlerde ise konvansiyonel sinterizasyon grubunda; Z ( $25.13 \pm 8.47$ ) ve CZ ( $20.89 \pm 7.31$ ) monolitik zirkonya bloklar arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı ( $p>0.05$ ). Hızlı sinterizasyon grubunda da Z ( $14.89 \pm 7.08$ ) ve CZ ( $17.99 \pm 5.21$ ) grupları arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olmadığı görüldü ( $p>0.05$ ).

HS-Z, HS-CZ, KS-Z ve KS-CZ gruplarında gözlenen adeziv, koheziv ve karışık kırık tiplerinin sayısal değerleri Tablo 5'te belirtilmiştir. Kırık tiplerinde benzer dağılım görülmeyle birlikte hızlı sinterizasyonda adeziv kırık oranının konvansiyonel sinterizasyona göre daha fazla olduğu görüldü. En yüksek adeziv kırık oranı HS-Z grubunda gözlemlendi.

### TARTIŞMA

Çalışmamızda farklı sinterizasyon yöntemlerinin ve blok renginin monolitik zirkonya ile adeziv resin arasındaki makaslama bağ dayanımı üzerindeki etkilerinin incelenmesi amaçlanmıştır. Çalışmamızın sonuçları değerlendirildiğinde, her iki sinterizasyon yöntem grubunda renksiz kontrol grubu bloklar ile kendinden renklendirilmiş bloklar arasında makaslama bağ dayanımı değerleri açısından fark olmadığı görülmüştür. Bu sebeple çalışmamızın 1. hipotezi olan 'Blok renginin monolitik zirkonya ile adeziv resin siman

arasındaki makaslama bağ dayanımı üzerinde anlamlı etkisi yoktur' hipotezi kabul edilmiştir. Farklı sinterizasyon yöntemlerinin, renksiz monolitik zirkonya bloklar ile adeziv siman arasındaki makaslama bağ dayanımını etkilediği ancak renkli monolitik zirkonya bloklar ile adeziv rezin siman arasındaki makaslama bağ dayanımını etkilemediği bulunmuştur. Bundan dolayı çalışmanın 2. hipotezi olan 'Farklı sinterizasyon yöntemlerinin monolitik zirkonya ile adeziv rezin siman arasındaki makaslama bağ dayanımı üzerinde anlamlı etkisi yoktur' hipotezi kısmen reddedilmiştir.

Kendinden renkli blokların yapısına katılan renk pigmentleri, gren sınırlarında bu pigmentlerin konsantrasyonunun artması ve stabilize edici elementlerin oranının azalması nedeniyle zirkonyada yapısal değişikliklere neden olmaktadır.<sup>12</sup> Stabilize edici elementlerin oranının azalması, zirkonyanın mekanik özelliklerini etkileyerek tetragonal-monoklinik faz dönüşümünün artmasına yol açmaktadır.<sup>13</sup> Bu faz değişimindeki artışın, ana renklendirici pigment olan ferrik oksit erime noktasının (2410°C), itriyum ve hafniyum oksitlerin erime noktasından (2751°C) çok daha düşük olmasından kaynaklanabileceği de ileri sürülmektedir. Bu durum, zirkonyanın sinterizasyonu sırasında metalik pigmentler ile stabilize edici elemanların yer değiştirmesine yol açmaktadır.<sup>14,15</sup> Çalışmamızda kullanılan renksiz monolitik zirkonya grubunda sinterizasyon yöntemleri arasındaki SBS farklılığı istatistiksel açıdan anlamlı bulunurken kendinden renkli monolitik zirkonya bloklarda sinterizasyon yöntemleri arasındaki SBS farklılığı anlamlı bulunmamıştır. Çalışmamızda farklı renk özelliğindeki monolitik zirkonya gruplarında elde edilen farklı sonuçların, kendinden renkli monolitik zirkonya blokların yapısına renklendirme amacıyla katılan metal oksitlerin materyalin mikroyapısında meydana getirdiği değişikliklerden kaynaklanabileceğini düşünmekteyiz. Ancak literatürde kendinden renkli monolitik zirkonya blokların makaslama bağ dayanımına etkisini inceleyen herhangi bir çalışmaya tarafımızca rastlanılmamıştır.

Renkli zirkonya ile veneer seramiği arasındaki makaslama bağ dayanımını araştıran çeşitli çalışmalarda, renklendirme prosedürlerinin SBS sonuçlarını etkileyebileceği bildirilmiştir. Özkurt ve ark.<sup>16</sup> zirkonya ile veneer seramiği arasındaki bağlantının, zirkonyanın renkli veya renksiz olmasına göre farklılık gösterdiğini belirtmişlerdir. Aboushelib ve ark.<sup>17</sup> ise zirkonya ile veneer porseleni arasındaki SBS değerinin, renksiz zirkonya grubuna göre kendinden renkli zirkonya grubunda daha düşük olduğunu bildirmişlerdir. Çalışmamızda elde edilen zirkonya renginin bağlantı üzerinde etkili olmadığı sonucunun bu araştırmalardan farklı olmasının, kullanılan materyallerin ve bağlantı yüzeylerinin farklılığından ileri geldiğini düşünmekteyiz. Zirkonya ve veneer porseleni arasındaki bağlantıyı inceleyen başka bir çalışmada ise kendinden renkli zirkonyalarda daha düşük SBS değerleri elde edilmesine rağmen zirkonyanın farklı renk özelliklerinin SBS üzerinde anlamlı bir etkisi olmadığı belirtilmiştir.<sup>18</sup> Her ne kadar farklı materyaller kullanılması nedeniyle bağlantı yüzeyleri farklı olsa da materyal renginin SBS üzerinde etkisinin bulunmaması sonucu çalışmamız ile benzerdir. Literatürde renksiz ve kendinden renkli monolitik zirkonya bloklar ile rezin siman arasındaki SBS değerlerini inceleyen daha fazla çalışmaya ihtiyaç duyulmaktadır.

Kendinden renkli blokların yanı sıra zirkonyalarda renklendirici solüsyona daldırılarak hedeflenen renge ulaşılması sağlanabilmektedir. Literatürde renklendirici solüsyona daldırılarak renklendirilen zirkonyaların SBS değerlerini araştıran çalışmalar mevcuttur. Hjerpe ve ark.<sup>19</sup> tarafından renklendirici solüsyonların zirkonyanın mekanik özelliklerinde değişiklik meydana getirdiği, eğilme mukavemetinin ve yüzey mikrosertliğinin renklendirici solüsyonlardan etkilendiği gösterilmiştir. Şah ve ark.<sup>20</sup> farklı konsantrasyonlardaki renklendirici solüsyonlara daldırılarak renklendirilen zirkonyalarda tanecikler arasındaki gözeneklerde artış meydana geldiğini ve renklendirici solüsyonun konsantrasyonu arttıkça eğilme mukavemetinde azalma meydana geldiğini bildirmişlerdir. Renklendirme solüsyonlarının zirkonya ve rezin siman arasındaki makaslama bağ dayanımını değerlendiren bir *in-vitro* çalışmada, farklı renk tonlarındaki solüsyonların bağlantıyı değişik şekilde etkilediği bildirilirken en yüksek makaslama bağ dayanım değerinin en koyu renklendirilen grupta gözlemlendiği açıklanmıştır.<sup>21</sup> Farklı renk solüsyonlarına daldırılarak renklendirilen blokların kullandığı bu çalışma sonuçlarının çalışmamızdan farklı olmasının, renklendirici solüsyonların yapısında bulunan renk verici bileşenlerin zirkonya mikroyapısında meydana getirdiği değişikliklerden kaynaklanabileceğini düşünmekteyiz. Farklı

renklendirme prosedürleri ve sürelerinin zirkonya ile siman arasındaki makaslama bağ dayanımına etkisini inceleyen bir başka *in-vitro* çalışmada ise kontrol grubu olarak kullanılan renksiz monolitik zirkonya ile farklı solüsyonlara daldırılarak renklendirilen monolitik zirkonya grupları karşılaştırılmış ve renk farklılığının bağ dayanımı üzerinde etkisi olmadığı sonucuna varılmıştır.<sup>22</sup> İlgili çalışma ile çalışmamızda kullanılan renklendirme prosedürlerinin farklı olmasına rağmen SBS üzerinde renk değişikliğinin etkisi olmaması sebebiyle her iki çalışmada da benzer sonuçlar elde edilmiştir.

Stabil bir zirkonya elde etmek için sinterleme koşulları en önemli faktörler olarak karşımıza çıkmaktadır. Yüksek sinterleme sıcaklıklarının ve sinterizasyon süresinin dental zirkonyanın faz kompozisyonunu, mikroyapısını ve mekanik özelliklerini etkilediği bildirilmiştir.<sup>23</sup> Hjerpe ve ark.<sup>24</sup> artan sinterleme zamanının materyalin tanecik boyutunu arttırdığını fakat bu farkın anlamlı olmadığını tespit etmişlerdir. Sinterleme parametrelerindeki değişikliklerin tanecik boyutu üzerine etkisinin SEM analizi ile incelendiği çalışmalarda ise artan sinterleme sıcaklığı ve zamanının materyalin tanecik boyutunu arttırdığı belirtilmiştir.<sup>24-27</sup> Çalışmamızda kullanılan örnekler konvansiyonel ve hızlı sinterizasyon işlemlerine tabi tutulmuştur.<sup>28</sup> Çalışmamızın sonucunda; hem renkli hem de renksiz monolitik zirkonya grubunda, konvansiyonel sinterizasyon grubundaki SBS değerlerinin hızlı sinterizasyon grubuna göre daha yüksek bulunması, kullanılan yöntemlerdeki sinterleme sıcaklığına ulaşma sürelerinin farklılığına bağlı olarak tanecik boyutunda oluşan değişiklikler ile açıklanabilir. Ancak literatürde sinterleme yöntemlerinin monolitik zirkonya ile rezin siman arasındaki makaslama bağ dayanımı üzerindeki etkisini inceleyen çalışmaya tarafımızca rastlanılmamıştır.

Gruplarda gözlenen kırık tipleri incelendiğinde; en düşük SBS değeri gösteren HS-Z grubunda, bağlanmanın daha zayıf olduğunu ifade eden adeziv kırık oranının fazla olduğu görülmüştür. En yüksek SBS değeri gösteren KS-Z grubunda ise bağlanmanın daha güçlü olduğunu ifade eden karışık kırık tipinin daha fazla olduğu gözlemlenmiştir. Bu konuda çalışma olmaması nedeniyle, kırık dağılımları literatür ile karşılaştırılamamıştır. Ancak elde edilen SBS değerleri ile kırık dağılımları birlikte yorumlandığında sonuçların tutarlı olduğu görülmektedir.

Çalışmamızın sonuçları doğrultusunda; zirkonya ve rezin siman arasındaki makaslama bağ dayanım değerleri 14.89±7.08 MPa ile 25.13±8.47 MPa arasında değişmektedir. Luthy ve ark.<sup>29</sup> kabul edilebilir bir klinik bağlanma için minimum 10-13 MPa'lık bir bağlanma kuvvetinin gerekli olduğunu bildirmişlerdir. Tüm gruplarda elde edilen SBS değerlerinin klinik olarak kabul edilebilir minimal sınırların üzerinde olduğu belirtilmelidir.

Farklı sinterizasyon yöntemlerinin ve blok renginin zirkonya ile rezin siman arasındaki makaslama bağ dayanımı üzerindeki etkisini inceleyen çalışmamızın limitasyonları arasında; tek bir adeziv rezin siman (RelyX Universal Rezin Siman, 3M ESPE) ile tek bir monolitik zirkonya sistemi (InCoris TZI C A2, Sirona) (InCoris TZI, Sirona) kullanılması ve klinik kullanımı taklit edebilmesi için termal siklus işleminin yapılmaması sayılabilir. İlerleyen çalışmalarda monolitik zirkonya sistemleri ve adeziv rezin siman tipleri artırılarak çeşitli termal siklus döngülerinin SBS üzerindeki etkilerinin incelenmesi planlanmaktadır. Literatürde bu konuda daha fazla çalışmaya ihtiyaç duyulmaktadır.

## SONUÇ

Monolitik zirkonyanın geliştirilen özelliklerinin, simantasyon başarısı üzerindeki etkilerinin incelendiği *in-vitro* çalışmamızın klinik uygulamalara ışık tutması amaçlanmaktadır. Çalışmanın limitasyonları dâhilinde elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde;

Farklı sinterizasyon yöntemlerinin, renksiz monolitik zirkonya bloklar ile adeziv rezin siman arasındaki makaslama bağ dayanımını etkilediği ancak renkli monolitik zirkonya bloklar ile adeziv rezin siman arasındaki makaslama bağ dayanımını etkilemediği bulunmuştur. Monolitik zirkonyanın klinik uygulamalarında, hızlı sinterizasyona göre daha yüksek bağ dayanımı elde edildiği için konvansiyonel sinterizasyon önerilmektedir.

Blokların önceden renklendirilmiş veya renklendirilmemiş olması, monolitik zirkonya ile adeziv rezin siman arasındaki makaslama bağ dayanımını etkilememiştir.

#### **Değerlendirme / Peer-Review**

İki Dış Hakem / Çift Taraflı Körleme

#### **Etik Beyan / Ethical statement**

Bu makale, Türk Diş Hekimleri Birliği 26. Uluslararası Diş Hekimliği Kongresinde sözlü olarak sunulan ancak tam metni yayımlanmayan "Farklı Sinterizasyon Yöntemlerinin ve Blok Renginin Monolitik Zirkonya ile Adeziv Resin Siman Arasındaki Bağ Dayanımına Etkisi" adlı tebliğin içeriği geliştirilerek ve kısmen değiştirilerek üretilmiş hâlidir.

Bu çalışmanın hazırlanma sürecinde bilimsel ve etik ilkelere uyulduğu ve yararlanılan tüm çalışmaların kaynakçada belirtildiği beyan olunur.

This article is a version of the paper titled "The Effect of Different Sintering Methods and Block Color on the Bond Strength between Monolithic Zirconia and Adhesive Resin Cement", which was presented orally at the 26th International Dental Congress of the Turkish Dental Association, but whose full text was not published, by improving and partially changing the content.

It is declared that during the preparation process of this study, scientific and ethical principles were followed and all the studies benefited are stated in the bibliography.

#### **Benzerlik Taraması / Similarity scan**

Yapıldı - ithenticate

#### **Etik Bildirim / Ethical statement**

ethic.selcukdentaljournal@hotmail.com

#### **Çıkar Çatışması / Conflict of interest**

Çıkar çatışması beyan edilmemiştir.

#### **Telif Hakkı & Lisans / Copyright & License**

Yazarlar dergide yayınlanan çalışmalarının telif hakkına sahiptirler ve çalışmaları CC BY-NC 4.0 lisansı altında yayımlanmaktadır.

#### **Finansman / Grant Support**

Yazarlar bu çalışma için finansal destek almadığını beyan etmiştir. | The authors declared that this study has received no financial support.

#### **Çıkar Çatışması / Conflict of Interest**

Yazarlar çıkar çatışması bildirmemiştir. | The authors have no conflict of interest to declare.

#### **Yazar Katkıları / Author Contributions**

Çalışmanın Tasarlanması | Design of Study: BKE (%100)

Veri Toplanması | Data Acquisition: CA (%90), BKE (%10)

Veri Analizi | Data Analysis: BKE (%100)

Makalenin Yazımı | Writing up: CA(%70), BKE (%30)

Makale Gönderimi ve Revizyonu | Submission and Revision: CA(%70), BKE (%30)

## KAYNAKLAR

1. Abd El-Ghany OS, Sherief AH. Zirconia based ceramics, some clinical and biological aspects. *Future Dent J.* 2016;2(2):55-64.
2. Kim HK, Kim SH. Optical properties of pre-colored dental monolithic zirconia ceramics. *J Dent.* 2016;55:75-81.
3. Sulaiman TA, Abdulmajeed AA, Donovan TE, Ritter AV, Vallittu PK, Närhi TO, vd. Optical properties and light irradiance of monolithic zirconia at variable thicknesses. *Dent Mater.* 2015;31(10):1180-7.
4. Roumanas ED. The clinical reliability of zirconia-based fixed dental prostheses appears acceptable but further research is necessary. *J Evid Based Dent Pract.* 2013;13(1):14-5.
5. Nam JY, Park MG. Effects of aqueous and acid-based coloring liquids on the hardness of zirconia restorations. *J Prosthet Dent.* 2017;117(5):662-8.
6. Güngör MB, Nemli SK. Fracture resistance of CAD-CAM monolithic ceramic and veneered zirconia molar crowns after aging in a mastication simulator. *J Prosthet Dent.* 2018;119(3):473-80.
7. 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.
8. Sen N, Sermet IB, Cinar S. Effect of coloring and sintering on the translucency and biaxial strength of monolithic zirconia. *J Prosthet Dent.* 2018;119(2):308-e1.
9. Camposilvan E, Leone R, Gremillard L, Sorrentino R, Zarone F, Ferrari M, vd. Aging resistance, mechanical properties and translucency of different yttria-stabilized zirconia ceramics for monolithic dental crown applications. *Dent Mater.* 2018;34(6):879-90.
10. Kolakarnprasert N, Kaizer MR, Kim DK, Zhang Y. New multi-layered zirconias: Composition, microstructure and translucency. *Dent Mater.* 2019;35(5):797-806.
11. Yu NK, Park MG. Effect of different coloring liquids on the flexural strength of multilayered zirconia. *J Adv Prosthodont.* 2019;11(4):209-14.
12. Aboushelib MN, De Jager N, Kleverlaan CJ, Feilzer AJ. Microtensile bond strength of different components of core veneered all-ceramic restorations. *Dent Mater.* 2005;21(10):984-91.
13. Chevalier J, Deville S, Münch E, Jullian R, Lair F. Critical effect of cubic phase on aging in 3mol% yttria-stabilized zirconia ceramics for hip replacement prosthesis. *Biomaterials.* Kasım 2004;25(24):5539-45.
14. Ardlin Bl. Transformation-toughened zirconia for dental inlays, crowns and bridges: chemical stability and effect of low-temperature aging on flexural strength and surface structure. *Dent Mater.* 2002;18(8):590-5.
15. Chen PL, Chen IW. Grain boundary mobility in Y2O3: defect mechanism and dopant effects. *J Am Ceram Soc.* 1996;79(7):1801-9.
16. Ozkurt Z, Kazazoglu E, Unal A. In vitro evaluation of shear bond strength of veneering ceramics to zirconia. *Dent Mater J.* Mart 2010;29(2):138-46.
17. Aboushelib MN, Kleverlaan CJ, Feilzer AJ. Zirkonya tipinin farklı kaplama seramikleri ile bağlanma mukavemetine etkisi. *J Prosthodont.* 2008;(17):401-8.
18. Mosharraf R, Rismanchian M, Savabi O, Ashtiani AH. Farklı zirkonya çekirdekleri ve kaplama seramikleri arasındaki kesme bağ mukavemeti üzerine yüzey modifikasyon tekniklerinin etkisi. *JAD Prostodonti.* 2011;(3):221-8.
19. Hjerpe J, Närhi T, Fröberg K, Vallittu PK, Lassila LVJ. Effect of shading the zirconia framework on biaxial strength and surface microhardness. *Acta Odontol Scand.* Ekim 2008;66(5):262-7.
20. 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.* Kasım 2008;87(2):329-37.
21. Mahshid M, Berijani N, Sadr SJ, Tabatabaian F, Homayoon SS. Effect of coloring-by-dipping on microtensile bond strength of zirconia to resin cement. *J Dent Tehran Iran.* 2015;12(6):414.
22. Tuncel İ, Turp I. Effects of coloring procedures on shear bond strength between resin cement and colored zirconia. *Eur Oral Res.* Eylül 2018;52(3):122-6.
23. Hallmann L, Ulmer P, Reusser E, Louvel M, Hämmerle CH. Effect of dopants and sintering temperature on microstructure and low temperature degradation of dental Y-TZP-zirconia. *J Eur Ceram Soc.* 2012;32(16):4091-104.
24. Hjerpe J, Vallittu PK, Fröberg K, Lassila LV. Effect of sintering time on biaxial strength of zirconium dioxide. *Dent Mater.* 2009;25(2):166-71.
25. Jiang L, Liao Y, Wan Q, Li W. Effects of sintering temperature and particle size on the translucency of zirconium dioxide dental ceramic. *J Mater Sci Mater Med.* 2011;22(11):2429-35.
26. Stawarczyk B, Özcan M, Hallmann L, Ender A, Mehl A, Hämmerlet CH. The effect of zirconia sintering temperature on flexural strength, grain size, and contrast ratio. *Clin Oral Investig.* 2013;17(1):269-74.
27. 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.
28. Sirona Dental Cad/Cam System Incoris TZI. [Internet]. Erişim adresi: <https://www.dentsplysirona.com/content/dam/master/product-procedure-brand-categories/lab/product-categories/cad-cam-materials/zirconium-oxide/incoris-blocks/ifu/LAB-IFU-inCoris-TZI-US-EN-6347376-2016-09-07.pdf>
29. Luthy H, Loeffel O, Hammerle CH. Effect of thermocycling on bond strength of luting cements to zirconia ceramic. *Dent Mater.* 2006;22(2):195-200.