

Kahve Solüsyonunun Rezin Matriks Seramiklerin Renk Değişimine Etkisi

Coffee Solution Effect On Color Differences Of Resin Matrix Ceramics

ÖZ

Amaç: Bu çalışmanın amacı; farklı CAD/CAM rezin matriks seramiğe uygulanan farklı polisaj işlemlerinin kahve solüsyonunda bekletme sonrası renk değişimine olan etkisini değerlendirmektir.

Gereç ve Yöntemler: Üç farklı rezin matriks seramik CAD/CAM bloktan (VITA Enamic, Lava Ultimate, Cerasmart) toplam 60 örnek (1,5 mm \pm 0,01 kalınlıkta) hazırlandı (n=20). Hazırlanan örnekler uygulana polisaj yöntemine göre iki alt gruba ayrıldı (n=10). Birinci gruba elmas partikül içerikli polisaj lastiği uygulanırken (Diapol Twist) diğer gruba alüminyum oksit içerikli polisaj diskleri uygulandı (Sof-Lex Disc). Örneklerin kahve solüsyonunda bekletmeden önceki (L_0, a_0, b_0) ve beklettikten sonraki renk değerleri (L_1, a_1, b_1) spektrofotometre cihazı (Vita EasyShade) ile CIE Lab renk sisteminde kaydedildi. Renk farklılıkları CIEDE2000 (ΔE_{00}) formülü ile hesaplandı. Elde edilen değerler iki yönlü varyans (ANOVA) ve Tukey's çoklu karşılaştırma testleri ile analiz edildi.

Bulgular: İstatistiksel analizi sonucu sadece seramik materyalin renk değişikliği üzerine anlamlı farklılıklar oluşturduğu görüldü ($p<0,001$). Tüm seramiklerde Sof-Lex diskler ile polisaj işlemi yapılan örnekler Diapol Twist polisaj lastiği uygulanan örneklere göre daha az renk değişimi göstermesine rağmen aralarında istatistiksel olarak anlamlı bir fark görülmemiştir ($p>0,05$). Bütün gruplarda klinik olarak kabul edilebilir değerler üzerinde renk değişikliği olduğu görüldü ($\Delta E_{00}>1,8$). En az renk değişikliği Vita Enamic gruplarında görüldü ($p<0,05$). Cerasmart seramik örneklere ait gruplarda diğer gruplara göre istatistiksel olarak daha fazla renk değişikliği görülmesine rağmen ($p<0,05$), Lava Ultimate'in Diapol Twist polisaj lastiği ile polisajlanan grubu ile arasında istatistiksel olarak fark görülmedi ($p>0,05$).

Sonuç: Cerasmart rezin matriks seramiğin kahve solüsyonunda bekletilmesi sonucu diğer rezin matriks seramiklere göre daha fazla renk değişimine uğramıştır.

Anahtar Kelimeler: Parlatma, Renk Stabilitesi, Rezin Matriks.

ABSTRACT

Objective: The present study aims to evaluate the effect of coffee solution immersion on the color differences after two polishing processes are applied to different CAD/CAM resin matrix ceramics.

Materials and Method: 60 samples (1.5 mm \pm 0.01 thickness) of three different resin matrix CAD/CAM blocks (Vita Enamic, Lava Ultimate, Cerasmart) were prepared (n=20). The prepared specimens were randomly divided into two subgroups according to the polishing process (Diapol Twist spirals and Sof-Lex Disc) (n=10). The color coordinates of the specimens were recorded in the CIE Lab color system with a spectrophotometer device (Vita EasyShade) before and after immersion in the coffee solution. Color differences were calculated with the formula CIEDE2000 (ΔE_{00}). The remaining values were analyzed by two-way ANOVA and Tukey's multiple comparison tests

Results: From the stational analysis, only the ceramic type significantly affected the ΔE ($p<0.001$). Although the specimens polished with Sof-Lex discs in each ceramic showed less ΔE than the Diapol Twist polishing rubber, there was no significant difference between each other ($p>0.05$). Each group showed a clinically unacceptable ΔE result ($\Delta E_{00}> 1.8$). The VE ceramics obtained the lowest ΔE ($p<0.05$). A higher ΔE was observed in the Cerasmart resin matrix ceramic groups than in other ceramics ($p<0.05$) except the Lava Ultimate, which was polished with the Diapol Twist polishing spirals group ($p>0.05$).

Conclusion: After immersion in a coffee solution, the color of Cerasmart resin matrix ceramic was more affected than other resin matrix ceramics.

Key Words: Polishing, Color Stability, Resin Matrix.

Elif ÇELİK¹

ORCID: 0000-0002-3654-5120

Ahmet Serkan KÜÇÜKEKENCİ²

ORCID: 0000-0001-6628-0939

¹Ordu Üniversitesi,
Diş Hekimliği Fakültesi,
Protetik Diş Tedavisi AD,
Ordu, Türkiye



Geliş tarihi / Received: 15.05.2023

Kabul/ Accepted: 07.08.2023

İletişim Adresi/Corresponding Adress:

Elif ÇELİK

Ordu Üniversitesi,

Diş Hekimliği Fakültesi,

Protetik Diş Tedavisi AD,

Ordu, Türkiye

E-mail: celifkk94@gmail.com

Son yıllarda, bilgisayar destekli tasarım/bilgisayar destekli üretim (CAD/CAM) sistemleri kullanılarak üretilen seramik restorasyonların kullanımı; homojen ve öngörülebilir olmaları, seans sayısını azaltması, diş teknisyenlerine olan bağımlılığı minimuma indirmesi ve iş akışını daha kolay hale getirmesi gibi avantajlarından dolayı giderek artmaktadır (1). CAD/CAM restorasyonlarda kullanılmak üzere; kompozisyonları, üretim teknikleri, füzyon ısıları, mikroyapıları, optik özellikleri, kırılma dirençleri ve aşındırıcılıkları gibi pek çok özellikleri esas alınarak sınıflandırılan çeşitli materyaller piyasaya sunulmuştur (2). Gracis ve ark.'ın yaptığı sınıflandırmaya göre, tam seramik ve seramik benzeri restoratif materyaller; cam matriks seramikler, polikristalin seramikler ve rezin matriks seramikler olmak üzere üç gruba ayrılmıştır (3). Tam seramikler; biyouyumlu, kimyasal olarak stabil, gelişmiş optik, mekanik ve fiziksel özelliklerde sahip materyallerdir. Bu nedenle özellikle estetik gereksinimin yüksek olduğu protetik restorasyonlarda uzun yıllardır güvenle kullanılmaktadırlar. Ancak aşındırıcılık özelliklerinin yüksek olması, renklemeleri, frezelenmelerinin ve tamirlerinin zor olması problem yaratmaktadır. Kompozit rezinler ise düşük aşındırıcılığa ve dentine yakın elastik modüle sahiptir ancak renk stabilitesi, aşınma dirençleri ve mekanik özellikleri seramiklere göre daha zayıftır. Bu iki materyalin fiziksel ve mekanik avantajlarını kombine etmek için CAD/CAM teknolojisinde kullanılmak üzere rezin matriks seramikler piyasaya sürülmüştür (4,5).

Sıklıkla kullanılan bu materyallerden bazıları; polimer infiltre ağ yapılı seramik (HC) (VITA Enamic, VITA Zahnfabrik, Bad Säckingen, Almanya), rezin nanoseramik (RNC) (Lava Ultimate, 3M Espe, Seefeld, Almanya) ve nanopartikülle doldurulmuş kompozit rezin yapısında hibrit nanoseramik (Cerasmart, GC Dental Products Europe, Leuven, Belçika) bloklardır (6).

Intraoral olarak basit bir şekilde freze edilip uyumlanabilen ve polisajlanabilen rezin matriks seramikler dentine yakın bir elastik modüle sahiptir (6). Bu materyaller mekanik performans açısından seramiklere alternatif olarak da kullanılabilir (3).

Bir restorasyonun ömrü boyunca renk stabilitesi, malzemenin mekanik özellikleri kadar önemlidir. Zamanla renk değişiklikleri restorasyonların ömrünü ve kalitesini sınırlayabilir (7). Ağız ortamında dental materyallerin renk değişikliği ile ilgili birçok etken faktör vardır. Renklenme derecesi hastaların ağız hijyeni, yeme/içme ve sigara içme alışkanlıklarına göre değişir (8). Renklendirici solüsyonlara uzun süre

maruz kalmak, kompozit rezin (9), CAD/CAM ile işlenmiş kompozit rezin (10) ve seramik malzemelerde (11) renk değişikliğine neden olabilir.

Protetik restorasyonlarda bitirme ve polisaj işlemlerinin amacı, restorasyonlarda doğal estetiği yakalamak ve restorasyonların klinik ömrünü uzatmaktır. Yüzey bitirme prosedürlerinin, artan plak tutma ve temizleme zorluğu ile ilişkili olarak yüzey dokusunu ve yüzeyin pürüzlülüğünü ve böylece renk stabilitesini etkilediği bildirilmiştir (12). CAD/CAM sistemleri ile üretilen restorasyonlar, üretici tarafından tek bir seansta tasarlanıp kazanarak hazır hale getirilebilmektedir. Fakat kazıma sonucu, simante etmek için hazır pürüzsüz bir yüzey meydana gelmemektedir. Bu yüzden üretilen restorasyonun yüzeyinin, kazıma işlemi ve ağız içi okluzal uyumlamalar sonrasında glazelenip/polisajlanıp parlatılarak pürüzsüz bir hale getirilerek hasta ağzına takılabilecek duruma getirilmesi gerekmektedir.

Parlatma işlemi sonrası pürüzsüz bir yüzey oluşturmanın yanı sıra restorasyonun bükülme dayanımının artması, kırık ve çatlak riskinin azalması, restorasyonun aşındırma özelliğinin minimuma indirilmesi ve restorasyonun renk stabilitesinin korunması beklenmektedir (13).

Glazür uygulaması, tamamlanmış bir restorasyonda estetik ve hijyenik yüzeyler sağlamak için uygulanan rutin bir laboratuvar prosedürüdür (14). Restorasyon yüzeyine uygulanan glaze, dentin ve mine porselenlerinininkinden çok daha düşük bir fırınlama sıcaklığında pişirilen, şeffaf, renklendirilmemiş bir düşük ısı porselenidir. Ancak rezin matriks seramik hibrit malzemelerin rezin içeriği nedeniyle ısıl işlem altında glazelenmesi mümkün değildir (15). Bu nedenle rezin matriks seramik hibrit materyallerin glazeli seramik yüzeye benzer bir yüzey oluşturması için fiziksel polisaj bitirme işlemleri önem kazanmaktadır. Ayrıca polisaj bitirme işlemleri çeşitli nedenlerle pürüzlülüğünü kaybetmiş restorasyonların ağız içerisinde parlatılmasında da uygulanabilirler (16).

Rezin monomerlerin ve doldurucu miktarının, restorasyonların polisajlanabilme özelliklerini etkilediğini ve doldurucu partiküllerin miktar, boyut ve sertliklerine ve bağlı olarak üretici firmanın önerdiği içerik ve özellikteki polisaj malzemeleriyle en iyi sonuçların elde edildiği Berger ve ark. tarafından bildirilmiştir (17). Ancak kullanılacak farklı rezin matriks seramikler için klinik veya laboratuvarında firmaların önerdiği kendilerine ait polisaj materyalleri her zaman bulunamayabilir ve alternatif polisaj materyalleri kullanılabilir. İlday ve ark. (18) alüminyum oksit kaplanmış diskler (Sof-Lex) ile yapılan polisaj işlemlerinden sonra, ince elmas partiküller içeren lastikler (Astropol) ve elmas bitirme

frezlerine göre daha pürüzsüz yüzeyler elde edildiğini bildirmişlerdir.

Dental restoratif materyallerin sürdürülebilir renk stabilitesi, restorasyonların başarısı ve başarısızlığı arasında ayırım yaptığı için zorlu bir faktör olmaya devam etmektedir. Bu bağlamda, restorasyonların başarısını sağlayan materyalin renk değişikliği özellikleri ve polisaj teknikleri, malzemenin davranışını belirleyen önemli bir rol oynamaktadır. Bugüne kadar, ağız koşullarının simülasyonu altında lekelenme duyarlılığı açısından bu malzemelerin uzun vadeli davranışları hakkında birçok çalışma yapılmıştır. Fakat, hibrit seramikler gibi yeni rezin saslı malzemelerin renk özellikleri hala tam olarak bilinmemektedir.

Bu bilgiler ışığında, bu *in vitro* çalışmanın amacı; farklı polisaj işlemleri uygulandıktan sonra kahve solüsyonunda bekletmenin rezin matris içerikli materyallerin renk değişimine olan etkisini incelemektir. Çalışmamızın hipotezleri; (i) Farklı polisaj işlemlerinin ve (ii) Resin matris seramik içeriğinin renk stabilitesinde fark yaratmayacağı yönündedir.

GEREÇ VE YÖNTEMLER

Bu çalışmada; 3 farklı CAD/CAM blok (A2 renk); Vita Enamic (VITA Enamic, VITA Zahnfabrik, Bad Säckingen, Almanya), Lava Ultimate (Lava Ultimate, 3M Espe, Seefeld, Almanya) ve Cerasmart (Cerasmart, GC Dental Products Europe, Leuven, Belçika) kullanıldı (Tablo 1).

Her bir bloktan 20 adet olmak üzere toplam 60 adet örnek (14 mm x 7 mm x 1.5 mm); hassas kesim cihazında su soğutması altında düşük devirde [400 rpm/dk] elmas bıçak yardımıyla elde edildi (Isomet 1000; Buehler, Lake Bluff, IL, ABD).

Tüm örneklerin yüzeyleri; standart bir yüzey tabakası oluşturmak için 600,800 ve 1200 grit boyutlarına sahip silikon karbid zımpara yardımıyla aşındırıldı. Her rezin seramik grubunun örnekleri kendi arasında rastgele iki alt gruba bölünerek, bir gruba elmas dolduruculu spiral polisaj lastiği sırasıyla uygulanırken (D, Diapol Twist, EVE) diğer gruba alüminyum oksit abraziv polisaj diskleri sırasıyla uygulandı (S, Sof-Lex Disc, 3M ESPE) (n=10). Her adımda tek bir araştırmacı tarafından düşük hızlı bir el aleti (maksimum 15 000 rpm) ve hafif el basıncı kullanıldı (30 sn). Bu işlemin ardından örnekler, yüzeylerinde bulunan debrisleri uzaklaştırmak için 15 dakika deiyonize suda ultrasonik olarak temizlendi (Sonorex RK102 Transistör; Bandelin, Walldorf, Almanya). Daha sonra her bir örneğin ilk renk ölçümü (L_0 , a_0 , b_0) spektrofotometre cihazı yardımıyla teflon kalıp kullanılarak üç kez tekrarlanıp ortalaması alınarak (Vita Easy Shade Advance, Vita Zahnfabrik, Almanya) CIE Lab renk sisteminde kaydedildi. Örneklerin ilk renk ölçümleri yapıldıktan sonra örneklerin polisajlı yüzeyleri açıkta kalacak şekilde mum kalıplara belirli bir düzende sırasıyla yerleştirildi ve 300 ml kaynamış suya 3.6 gr kahve olacak şekilde hazırlanmış kahve solüsyonuna (Nescafe Classic; Nestle, Bursa, Türkiye) daldırılarak karanlıkta 30 gün boyunca bekletildi (10). Bakteri kontaminasyonunu önlemek her gün solüsyon yenilendi (19).

Materyal	Kısaltması	Üretici	İçeriği
Vita Enamic	VE	VITA Zahnfabrik	% 86 oranında (ağırlıkça) feldspar seramik, % 14 oranında (ağırlıkça) polimer, UDMA, TEGDMA, % 86 alüminyum oksit ile zenginleştirilmiş cam seramik ; % 58-63 SiO ₂ , % 20 ≈ 23 Al ₂ O ₃ , %9 ≈ 11 Na ₂ O, % 4 ≈ 6 K ₂ O, % 0.5 ≈ 2 B ₂ O ₃ , < % 1' den az Zr ₂ O ve CaO
Lava Ultimate	LU	3M ESPE	% 80 oranında (ağırlıkça) nanoseramik, % 20 oranında (ağırlıkça) rezin, Bis-GMA, UDMA, Bis-EMA, TEGDMA, ağırlıkça % 80 SiO ₂ (20 nm), ZrO ₂ (4–11 nm), ZrO ₂ / SiO ₂ kümeleri
CeraSmart	CS	GC	% 71 oranında (ağırlıkça) nanopartikül dolduruculu rezin içeren silika ve baryum cam doldurucu , Bis-MEPP, UDMA,DMA, ağırlıkça % 71 silika (20 nm), baryum cam (300 nm) nano partikülleri

BisGMA: bisfenol A diglisidil metakrilat; **UDMA:** üretan dimetakrilat; **BisEMA:** bis-etilen glikol dimetakrilat; **TEGDMA:** trietilen glikol dimetakrilat; **SiO₂:** Silisyum oksit; **ZrO₂:** Zirkonyum oksit; **BisMEPP:** 2,2-Bis(4-metakriloksipolietoksifenil) propan; **DMA:** dodesil dimetakrilat

Tablo 1. Çalışmada Kullanılan CAD/CAM Materyaller.

Kahve solüsyonunda 30 gün bekletilen örnekler mum kalıplardan çıkartılarak hava su spreyi ile yıkanıp kurutulduktan sonra ikinci renk ölçümleri (L_1 , a_1 , b_1) yine aynı şekilde teflon kalıp kullanılarak spektrofotometre cihazı (Vita Easyshade, Vident, Brea, Kaliforniya, ABD) yardımı ile ölçülüp CIE Lab renk sisteminde kaydedildi. Her örneğin ölçümden önce, spektrofotometre cihazı üreticinin talimatlarına göre kalibre edildi. Renk değişiminin değerlendirilmesinde CIEDE2000 formülasyonu kullanıldı. Algılanabilirlik değeri için 0.8; kabul edilebilirlik değeri için 1.8 eşik değerleri referans alındı (20).

Her numune için renk değişimi (ΔE) aşağıdaki formül kullanılarak değerlendirildi:

$$\Delta E_{00} = (\Delta L'/K_L S_L)^2 + (\Delta C'/K_C S_C)^2 + (\Delta H'/K_H S_H)^2 + R_T$$

$$(\Delta C'/K_C S_C) (\Delta H'/K_H S_H)^{1/2}$$

$$\Delta L = L^*_1 - L^*_0$$

$$\Delta a^* = a^*_1 - a^*_0$$

$$\Delta b^* = b^*_1 - b^*_0$$

Leneve homojenlik testine göre gruplar normal dağılmıştır ($p=0.05$). Renk ölçümü ile elde edilen veriler, tanımlayıcı istatistikler ve bağımsız değişkenlerin etkileri (polisaj tipi ve rezin matris seramik çeşidi) için iki yönlü varyans analizi (ANOVA) ile değerlendirildi ve Tukey's çoklu karşılaştırma testi ile karşılaştırıldı ($p=0.05$). Tüm hesaplama çalışmaları SPSS 20.0 V istatistik yazılımı (SPSS Inc., Şikago, Illinois) kullanılarak yapıldı ve tüm testler için anlamlılık $p<0.05$ 'te değerlendirildi.

BULGULAR

Yalnızca seramik tipinin renk değişikliği üzerine anlamlı farklılıklar oluşturduğu, yapılan iki yönlü varyans analizi sonucunda görüldü ($p<0.001$) (Tablo 2). Tüm seramiklerde Sof-Lex diskler ile polisaj işlemi yapılan örnekler Diapol Twist polisaj lastiği uygulanan örnekler göre daha az renk değişimi göstermesine rağmen aralarında istatistiksel olarak anlamlı fark görülmemiştir ($p>0.05$).

İstatistiksel olarak en fazla renk değişikliği CS_D ($\Delta E_{00}=3.73$), CS_S ($\Delta E_{00}=3.73$) ve LU_D ($\Delta E_{00}=3.45$) gruplarında görülmüştür. İstatistiksel sonuçlara göre en az renk değişikliği ise VE_D (1.98) ve VE_S (1.84) gruplarında görülmüştür ($p<0.05$). Bütün gruplarda klinik olarak kabul edilebilir değerin üzerinde renk değişikliği olduğu görüldü ($\Delta E_{00}>1.8$) (Tablo 3).

	Kareler Toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F	P
Seramik					
Tipi (A)	34.973	2	17.486	53.11	0.000
Polisaj					
Tipi (B)	0.709	1	0.709	2.152	0.148
Gruplar arası (AxB)	0.693	2	0.347	1.053	0.356
Total	574.653	60			

Tablo 2. İki yönlü varyans analizi (ANOVA) testi sonuçları.

Seramik tipi	N	Polisaj Materyali	Ort ±Ss
Lava	10	Diapol Twist	3.45 ±0.53 ^{bc}
Ultimate	10	Sof-Lex	2.94 ±0.70 ^b
Vita Enamic	10	Diapol Twist	1.97 ±0.55 ^a
	10	Sof-Lex	1.84 ±0.55 ^a
Cerasmart	10	Diapol Twist	3.72 ±0.57 ^c
	10	Sof-Lex	3.72 ±0.53 ^c

*Farklı karakterler arasında istatistiksel olarak fark görülmektedir ($p<0.05$)

Tablo 3. Örneklerin kahve solüsyonunda bekletildikten sonraki renk değişim değerlerinin (ΔE_{00}) ortalama (Ort) ve standart sapmaları (Ss)

TARTIŞMA

Bu çalışmada literatürde renk stabilitesi hakkında yeterli bilgi olmaması sebebiyle üç farklı estetik rezin matris içerikli CAD/CAM hibrit ve nano-seramik malzeme kullanılmıştır. Elde edilen bulgular doğrultusunda, CAD/CAM rezin matris içerikli seramik blokların kahve solüsyonunda bekletilmesi sonucu renk değişim değerlerinin, farklı polisaj işlemlerinden etkilenmeyeceğine dair ilk boş hipotezimiz kabul edilmiş ve rezin matris içeriğinin renk stabilitesi üzerinde etkili olmayacağına dair ikinci boş hipotezimiz ise reddedilmiştir.

Ghinea ve ark. (21) dental seramikler için renk farkı, algılanabilirlik ve kabul edilebilirlik eşiklerini değerlendirmek için CIEDE2000 renk farkı formülünün CIELab formülünden daha iyi bir uyum

sağladığını göstermiştir. Çalışmamızda elde edilen renk değişimi değerleri, CIELab formülüne (% 75 uyum) kıyasla, insanların renk farklılıkları algısı ile daha iyi korelasyon (görsel bulgularla % 95 uyum) sergilediği belirtilen CIEDE2000 renk farkı formülüne (ΔE_{00}) dayalı olarak elde edilmiş ve kaydedilen renk farklılıkları, Paravina ve ark. belirttiği eşik değerlere göre değerlendirilmiştir (20). Klinik olarak kabul edilebilir ΔE değeri hakkında günümüze kadar net bir fikir birliği olmamıştır. Johnston ve ark. (22) klinik olarak $\Delta E^* = 3.7$ 'lik bir değeri eşik olarak bildirmiştir ve bu değer uzun yıllar boyunca referans olarak kabul edilmiştir. Çalışmamızda rezin matriks seramiklerdeki renk değişimi, günümüzde ortalama bir eşik değeri olarak bildirilen algılanabilirlik değeri için 0.8; kabul edilebilirlik değeri için 1.8 eşik değerleri referans alınmıştır. Bütün gruplarda klinik olarak kabul edilebilir eşik değerin üzerinde renk değişikliği olduğu görülmüştür ($\Delta E_{00} > 1.8$). Tüm seramiklerde Sof-Lex diskler ile polisaj işlemi yapılan örnekler Diapol Twist polisaj lastiği uygulanan örnekler göre daha az renk değişimi göstermesine rağmen aralarında istatistiksel anlamda fark görülmemiştir ($p > 0.05$).

Spektrofotometreler, nesnelerin spektral yansıma veya geçirgenlik eğrisini değerlendirerek rengi ölçebilir. Spektrofotometreler, diğer renk ölçüm cihazlarıyla karşılaştırıldığında, nesne metamerizmine duyarlı bir şekilde daha uzun çalışma ömrü ve daha yüksek doğruluk gösterirken, % 33 hassasiyet artışı sağlar ve günümüzde en uygun diş rengi ölçümlerini temsil eder (23). Çalışmamızda kullandığımız VITA Easyshade spektrofotometre, CIELab/CIELCh değerlerini ölçer ve VITA 3D-Master ve VITA classic'e dayalı olarak diş rengini belirler. Beş renk ölçüm cihazını (ShadeScan, Easyshade, Ikam, IndentaColor II ve ShadeEye) karşılaştıran bir çalışmada, en yüksek *in vivo* hassasiyet Easyshade ve Ikam için rapor edilirken, diğer cihazların *in vitro* performansı daha iyi olarak rapor edilmiştir (24). Ayrıca, tekrarlanan ölçümlerden sonra SpectroShade, ShadeVision, Easyshade ve ShadeScan için yüksek hassasiyet (> % 96) rapor edilirken, sırasıyla en yüksek ve en düşük doğruluklar Easyshade ve ShadeVision için kaydedilmiştir (25).

Günümüzde rezin matriks seramikler; parsiyel kronlar, laminate vennerler, inley, onley ve tam kron restorasyonların üretiminde yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu yüzden renk stabilitesi bu materyaller için önemlidir. Çalışmamızın sonuçlarına göre VE materyali ait gruplar; en düşük ΔE değerleri gösterirken, CS materyaline ait gruplar ise en yüksek ΔE değerleri göstermiştir. Ancak tüm gruplarda klinik olarak kabul edilebilir renk değişikliği eşik değerinden daha fazla bir renklenme meydana gelmiştir. Bu bulgular, bir aylık kahve solüsyonuna daldırmanın ardından rezin nanoseramikleriyle ilgili olarak kabul

edilemez renk değişiklikleri bildiren Mansour ve ark. yaptığı çalışma ile paraleldir (26). Resin matriks seramiklerde meydana gelen renk değişikliği değerlerinin yüksekliği Arif ve ark. yaptığı çalışmada belirttiği gibi, kullanılan resin matriks seramiklerin monomer yapısından dolayı su absorbe etme potansiyellerine bağlanabilir. Arif ve ark., sık kahve tüketen kişilerde yüksek estetik öneme sahip alanlarda laminate veneerler için nanoseramik materyallerden kaçınılabileceğini öne sürmüşlerdir (27). Ayrıca Quek ve ark. (28) 1 hafta kahveye daldırıldıktan sonra CAD/CAM resin nanoseramik ve hibrit seramiklerde klinik olarak algılanabilir renk değişiklikleri olduğunu göstermişlerdir.

Lava Ultimate; Vita Enamic ve CeraSmart'tan farklı olarak Bis-GMA içerir. Bis-GMA, hidroksil yan grupları nedeniyle oldukça hidrofildir ve daha yüksek su absorpsiyonuna ve bunun sonucunda daha yüksek renk değişimine neden olur (27). Bis-GMA'nın su absorpsiyon potansiyelinin UDMA, TEGDMA ve Bis-EMA'dan daha yüksek olduğu gösterilmiştir (1). Vita Enamic'te seramik ağ malzemesi üreten dimetakrilatlar (UDMA) ve trietilen glikol dimetakrilat (TEGDMA) karışımı ile infiltre edilir. TEGDMA'nın su molekülüne afinitesi olan etoksi grupları içermesi nedeniyle daha yüksek su absorpsiyonuna sahip olduğundan, boyama ajanları resin matriksine daha kolay nüfuz eder. Bu nedenle, Vita Enamic'in boyanabilirliği TEGDMA içeriğine bağlı olabilir (29). Koizumi ve ark. (30) VE'nin inorganik doldurucu içeriğinin LU'nunkinden önemli ölçüde yüksek olduğunu ve bunu CS'nin izlediğini bildirmiştir. Ayrıca VE, seramik ve polimerin ikili ağ yapısı ile karakterize edilir, burada baskın seramik ağ ve takviye edici polimer ağ tamamen iç içe geçer. Üreticiye göre, yapısının ağırlıkça % 86'sı feldspatik seramik ve ağırlıkça % 14'ü polimerdir. Öte yandan, LU, ağırlıkça % 80 seramik nanoparçacık içerirken, CS, üreticinin spesifikasyonlarına göre ağırlıkça % 71 silika ve baryum cam nanoparçacıklardan oluşur. Resin bazlı materyallerin suyu absorbe etme özellikleri hidrofilik/hidrofobik içerikleri ile ilişkilidir (31,32). Bir kompozit resin suyu absorbe edebiliyorsa, suda çözünür pigmentleri de absorbe etmesi daha olasıdır ve bu da renklenmeye neden olur (32). Çalışmamızda, test edilen CAD/CAM resin matriks seramiklerin renk değişim değerlerinin materyalin içeriğindeki resin doldurucu miktarının artışıyla paralel olarak arttığı görülmüştür ve bu durumun resin materyallerdeki hidrofilik içeriğin artmasına bağlı olduğu düşünülmektedir. Çalışmamızda elde edilen sonuçlar, Sarıkaya ve ark.'ın resin matriks seramiklerin kahve solüsyonuna daldırma sonucu oluşan renk değişim miktarları ile benzerlik göstermektedir. Yapılan bu çalışmada, kahveye daldırılan VE örneklerde LU örneklerine göre önemli

ölçüde artan bir renk farkı bulmuşlardır (19). Pürüzsüz ve cilalı yüzeyler restorasyonların estetik görünümünü destekler, bakteriyel tutunmayı en aza indirir ve böylece renk stabilitesini artırır, yorgunluğu, chippingi veya kırılmayı en aza indirir ve eğilme mukavemetini artırır (13). Uzun vadeli klinik başarıyı garanti etmek için tüm materyaller yeterince pürüzsüzleştirilmelidir (33). Bazı seramikler glazür işlemine tabii tutulur ancak glazürlü yüzeyler cilalı yüzeylerden daha pürüzlü olabilir (15). Daha önce yapılmış çalışmalarda, glazür uygulanmış yüzeyler gibi pürüzsüz yüzeyler oluşturmak amacıyla seramik restorasyonlar için farklı polisaj tekniklerini araştırmış ve cilalamanın glazürlemeye alternatif olarak kullanımını desteklemektedir (34-36). Ne saf seramik ne de saf kompozit rezin olan rezin-seramiklerin karmaşık bileşimleri nedeniyle piyasada geleneksel bir polisaj malzemesi bulunmamaktadır. Bu yüzden çalışmamızda, bir gruba elmas dolduruculu spiral polisaj lastiği uygulanırken diğer gruba alüminyum oksit abrazyon polisaj diskleri uygulanmış ve etkinliklerinin günlük hayatta sıklıkla tüketilen kahve solüsyonuna daldırılmasıyla test edilmesi amaçlanmıştır. Kahve solüsyonu, diğer içeceklere göre en kromojenik madde olması ve ayrıca dünyada yaygın olarak tüketilen içeceklerden biri olması nedeniyle renklendirici içecek olarak kullanılmıştır. Bununla birlikte, yüzey manipülasyonunun etkileri (örneğin, cilalama, aşınma) uygulanan parametrelere (örneğin, basınç, sıcaklık, polisajın türü) ve malzemenin kendisinin özelliklerine büyük ölçüde bağlıdır (37). Bu nedenle üreticiler, farklı sayıda uygulama adımına sahip ve bazen laboratuvar veya hasta başında parlatma prosedürleri için farklı sistemler, el aletleri ve uygulama parametreleri içeren özel parlatma kitleri sunarlar. Çalışmamızda kullanılan polisaj malzemeleri tüm restorasyon yüzeylerine uygulanabilirlik ve gerçek klinik kullanılabilirlik kazandırarak anında sonuçlar vermiştir. Sarıkaya ve ark.'nın rezin matriks seramiklerin renk stabilitesini değerlendirdikleri in vitro çalışmada çalışmamızda da kullanılan alüminyum oksit abrazyon polisaj disklerinin özellikle Vita Enamic rezin matriks seramik materyali için üreticinin önerdiği polisaj setine alternatif olabileceğini belirtmişlerdir (19). Kursoğlu ve ark.'nın farklı polisaj işlemleri uygulanan seramiklerin kahve solüsyonunda bekletilmesinde sonra renk değişim miktarlarını değerlendirdikleri çalışmada; renk değişim miktarının yüzey pürüzlülüğü ile ilişkili olduğunu ve kullanılan Shofu polisaj setinin yüzeydeki çizikleri azaltarak en iyi sonucu verdiğini belirtmişlerdir (38).

Bu çalışmanın kabul edilmesi gereken bazı sınırlamaları vardır. Sınırlamalardan biri, in vitro renklendirme ile uzun süreli olarak intraoral ortamın termal siklusla simüle edilerek takip edilememesiyle

materyale uygulanan değişimlerin klinik durumla otomatik olarak ilişkilendirilememesidir. Ağız içinde, restorasyonların renk stabilitesi, yaşlanma ve içecek tüketimindeki farklılıklar, ağız hijyeni, diş beyazlatma ve sigara içme gibi alışkanlıklardan daha farklı şekilde etkilenebilir. Bununla birlikte, in vitro testler, aynı koşullar altında malzeme karşılaştırmaları için uygundur ve laboratuvar testlerinin sonuçları malzeme seçimi için faydalı olabilir.

SONUÇ

Bu in vitro çalışmanın bulgularına dayanarak, aşağıdaki sonuçlara varılmıştır:

Bütün gruplarda klinik olarak kabul edilebilir eşik değerin üzerinde renk değişikliği olduğu görülmüştür ($\Delta E_{00} > 1.8$). Polimer infiltre ağ yapılı seramik (VITA Enamic); rezin nanoseramik (Lava Ultimate) ve nanopartikülle doldurulmuş kompozit rezin yapısında hibrit nanoseramiklerden (Cerasmart) daha fazla renk kararlılığına sahiptir. CAD/CAM rezin seramiklerin polisaj işleminde, elmas dolduruculu spiral polisaj lastiği ve alüminyum oksit abrazyon polisaj disklerin kullanımı renk stabilitesi açısından fark oluşturmamaktadır.

KAYNAKLAR

1. Stawarczyk B, Sener B, Trottmann A, Roos M, Ozcan M, Hammerle CH. Discoloration of manually fabricated resins and industrially fabricated CAD/CAM blocks versus glass-ceramic: effect of storage media, duration, and subsequent polishing. *Dent Mater J.* 2012; 31:377-83.
2. Hatrick CD, Eakle WS. *Dental materials clinical applications for dental assistants and dental hygienists.* 3rd ed. St. Louis: Elsevier; 2016. p. 53
3. Gracis S, Thompson VP, Ferencz JL, Silva NR, Bonfante EA. A new classification system for all-ceramic and ceramic-like restorative materials. *Int J Prosthodont.* 2015; 28(3):227-35.
4. Nguyen JF, Migonney V, Ruse ND, Sadoun M. Resin composite blocks via high-pressure high-temperature polymerization. *Dent Mater.* 2012; 28(5):529-34.
5. Awada A, Nathanson D. Mechanical properties of resin-ceramic CAD/CAM restorative materials. *J Prosthet Dent.* 2015; 114(4):587-93.
6. Acar O, Yilmaz B, Altintas SH, Chandrasekaran I, Johnston WM. Color stainability of CAD/CAM and nanocomposite resin materials. *J Prosthet Dent.* 2016; 115(1):71-5.

7. de Oliveira AL, Botta AC, Campos JA, Garcia PP. Effects of immersion media and repolishing on color stability and superficial morphology of nanofilled composite resin. *Microsc Microanal.* 2014; 20:1234-39.
8. Patel SB, Gordan VV, Barrett AA, Shen C. The effect of surface finishing and storage solutions on the color stability of resinbased composites. *J Am Dent Assoc.* 2004; 135:587-94.
9. Fontes ST, Fernandez MR, de Moura CM, Meireles SS. Color stability of a nanofill composite: effect of different immersion media. *J Appl Oral Sci.* 2009; 17:388-91.
10. Arocha MA, Basilio J, Llopis J, Di Bella E, Roig M, Ardu S. Colour stainability of indirect CAD-CAM processed composites vs. conventionally laboratory processed composites after immersion in staining solutions. *J Dent.* 2014; 42:831-38.
11. Samra AP, Pereira SK, Delgado LC, Borges CP. Color stability evaluation of aesthetic restorative materials. *Braz Oral Res.* 2008; 22:205-10.
12. Motro PF, Kursoglu P, Kazazoglu E. Effects of different surface treatments on stainability of ceramics. *J Prosthet Dent.* 2012; 108:231-37.
13. Anusavice KJ, Kakar K, Ferree N. Which mechanical and physical testing methods are relevant for predicting the clinical performance of ceramic-based dental prostheses? *Clin Oral Implants Res.* 2007; 18:218-23
14. Aksoy, G. Effect of various treatment and glazing (coating) techniques on the roughness and wettability of ceramic dental restorative surfaces. *Colloids and surfaces B: Biointerfaces.* 2006; 53(2):254-59.
15. Fasbinder DJ, Neiva GF. Surface evaluation of polishing techniques for new resilient CAD/CAM restorative materials. *J Esthet Restor Dent.* 2016; 28:56-66.
16. Shetty R, Shenoy K, Dandekeri S, Suhaim KS, Ragher M, Francis J. Resin-matrix ceramics – an overview. *Int J Recent Sci Res.* 2015; 6(11):7414-17.
17. Berger SB, Palialol AR, Cavalli V, Giannini M. Surface roughness and staining susceptibility of composite resins after finishing and polishing. *J Esthet Restor Dent.* 2011; 23:34-43.
18. İlday NÖ, Erdem V, Bayındır YZ. Farklı bitirme ve parlatma işlemlerinin üç farklı rezin materyalin yüzey pürüzlülüğü üzerine etkisi. *Atatürk Üniv Diş Hek Fak Derg.* 2008; 18:19-24.
19. Sarıkaya I, Yerliyurt K, Hayran Y: Effect of surface finishing on the colour stability and translucency of dental ceramics. *BMC Oral Health.* 2018; 18(1):1-8.
20. Paravina RD, Ghinea R, Herrera LJ, Bona AD, Igiel C, Linninger M. Color difference thresholds in dentistry. *J Esthet Restor Dent.* 2015; 27:1-9
21. Ghinea R, Perez MM, Herrera LJ, Rivas MJ, Yebra A, Paravina RD. Color difference thresholds in dental ceramics. *J Dent.* 2010; 38:57-64.
22. Johnston W, Kao E. Assessment of appearance match by visual observation and clinical colorimetry. *J Dent Res.* 1989; 68:819-22.
23. Chu SJ, Trushkowsky RD, Paravina RD. Dental color matching instruments and systems. Review of clinical and research aspects. *J Dent.* 2010; 38:2-16.
24. Dozic A, Kleverlaan CJ, El-Zohairy A. Performance of five commercially available tooth color measuring devices. *J Prosthodont.* 2007; 16:93-100.
25. Kim-Pusateri S, Brewer JD, Davis EL, Wee AG. Reliability and accuracy of four dental shade-matching devices. *J Prosthet Dent.* 2009; 101:193-99.
26. Mansour CH, Kheiralla LS, Ghanem LA. Color stability and surface roughness of CAD/CAM ceramill composite and cerasmart endocrowns. *J Dent Med Sci.* 2018; 17:13-24.
27. Arif R, Yilmaz B, Johnston WM. In vitro color stainability and relative translucency of CAD-CAM restorative materials used for laminate veneers and complete crowns. *J Prosthet Dent.* 2019; 122:160-66.
28. Quek SHQ, Yap AUJ, Rosa V. Effect of staining beverages on color and translucency of CAD/CAM composites. *J Esthet Restor Dent.* 2018; 30:9-17.
29. Mainjot A, Dupont N, Oudkerk J, Dewael T, Sadoun M. From Artisanal to CAD- CAM Blocks State of the Art of Indirect Composites. *J Dent Res.* 2016; 95:487-95.
30. Koizumi H, Saiki O, Nogawa H, Hiraba H, Okazaki T, Matsumura H. Surface roughness and gloss of current CAD/CAM resin composites before and after toothbrush abrasion. *Dent Mater J.* 2015; 34:881-87.

- 31.** Nasim I, Neelakantan P, Sujeer R, Subbarao CV. Color stability of microfilled, microhybrid and nanocomposite resins—an in vitro study. *J Dent.* 2010;38:137-42.
- 32.** Ardu S, Gutemberg D, Krejci I, Feilzer AJ, Di Bella E, Dietschi D. Influence of water sorption on resin composite color and color variation amongst various composite brands with identical shade code: an in vitro evaluation. *J Dent.* 2011;39:37-44.
- 33.** Fasbinder DJ. Clinical performance of chairside CAD/CAM restorations. *J Am Dent Assoc.* 2006; 137:22-31.
- 34.** Al-Wahadni A. Glazing MMD. Finishing dental porcelain: a literature review. *J Can Dent Assoc.* 1998; 64:580-83.
- 35.** Raimondo RL, Richardson JT, Wiedner B. Polished versus autoglazed dental porcelain. *J Prosthet Dent.* 1990; 64:553-57.
- 36.** Goldstein GR, Barnhard BR, Penugonda B. Profilometer, SEM, and visual assessment of porcelain polishing methods. *J Prosthet Dent.* 1991; 65:627-34.
- 37.** Jefferies SR. Abrasive finishing and polishing in restorative dentistry: a state-of-the-art review. *Dent Clin N Am.* 2007; 51:380-81.
- 38.** Kursoglu P, Karagoz Motro PF, Kazazoglu E. Correlation of surface texture with the stainability of ceramics. *J Prosthet Dent.* 2014; 112(2):306-13.