

Nano-Seramik Rezin CAD/CAM Bloğun Renk Stabilitesine Beyazlatıcı Ağız Gargarasının Etkisi

The Effect of Whitening Mouthwash on the Colour Stability of Nano-Ceramic Resin CAD/CAM Block

Dr. Öğr. Üyesi Nazire Esra ÖZER

Dr. Öğr. Üyesi, Lokman Hekim Üniversitesi,
Diş Hekimliği Fakültesi,
Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı, Ankara
ORCID ID: 0000-0003-3917-7383

Doç. Dr. Ece İrem OĞUZ

Ankara Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi,
Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı, Ankara
ORCID ID: 0000-0001-6128-9723

Geliş tarihi: 03.06.2024

Kabul tarihi: 03.02.2025

doi: 10.5505/yeditepe.2025.22590

Yazışma adresi:

Dr. Öğr. Üyesi Nazire Esra ÖZER
Lokman Hekim Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi
Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı,

Adres:Söğütözü. 2179 Cad., Çankaya, 06510,
Ankara, Türkiye

Tel: +90 505 843 71 3

Fax: +90 0312 502 85 58

E-posta: esra.ozer@lokmanhekim.edu.tr

ÖZET

Amaç: Hastaların artan estetik talepleriyle birlikte restoratif materyallerin renk stabilitesi, uzun vadeli klinik başarının belirlenmesinde kritik öneme sahip olmaya başlamıştır. Bu çalışma, bir nano-seramik CAD/CAM restoratif materyalin uzun süreli renklendirici içeceğe maruz kalmasının ardından ağız gargarası uygulanmasının renk stabilitesi üzerindeki etkisini in vitro olarak değerlendirmektedir. Çalışmanın amacı, beyazlatıcı gargaranın kahve ile renk değişimi sonrası nano-seramik materyal üzerindeki renk değişimi etkilerini belirlemektir.

Gereç ve Yöntem: Lava Ultimate resin nano-seramik CAD/CAM bloklardan elde edilen örnekler 4 gruba ayrıldı (n=11); Grup YT (yapay tükürük), Grup YT+G (yapay tükürük sonrası beyazlatıcı gargara uygulaması), Grup K (kahve), Grup K+G (kahve sonrası beyazlatıcı gargara uygulaması). Gruplardaki renk değişimi CIELAB sistemine göre spektrofotometre kullanılarak ölçüldü ve ΔE değerleri hesaplandı. Gruplar arasındaki farklılıklar tek yönlü varyans analizi ve Tukey testi ile analiz edildi ($\alpha = 0,05$).

Bulgular: Grup K ve Grup K+G 'den elde edilen ΔE değerleri Grup YT' den istatistiksel olarak anlamlı yüksek bulundu ($p<0.05$). ΔE değerleri arasındaki farklar diğer gruplar için ikili karşılaştırmalarda istatistiksel olarak anlamlı değildi ($p>0.05$). Tüm gruplardan elde edilen ΔE değerleri 3.7 eşik değerinin üstündeydi.

Sonuç: Rezin nano-seramik CAD/CAM bloklardan elde edilen restorasyonlar üzerinde kahvenin renklendirici etkisi mevcuttur ve beyazlatıcı gargaranın bu renklenmeyi geri döndürme etkinliği tespit edilememiştir.

Anahtar kelimeler: Rezin nano-seramik, renk stabilitesi, beyazlatıcı gargara.

ABSTRACT

Aim: With the increasing aesthetic demands of patients, the colour stability of restorative materials has become critical in determining long-term clinical success. This study evaluates the effect of mouthwash application on the colour stability of a nano-ceramic CAD/CAM restorative material after exposure to long-term colouring beverage in vitro. The aim of the study was to determine the colour stability effects of bleaching mouthwash on the nano-ceramic material after discolouration with coffee.

Materials and Method: Samples obtained from Lava Ultimate resin nano-ceramic CAD/CAM blocks were divided into 4 groups (n=11); Group YT (artificial saliva), Group YT+G (whitening mouthwash after artificial saliva), Group K (coffee), Group K+G (whitening mouthwash after coffee). The colour change in the groups was measured using a spectrophotometer ac-

cording to the CIELAB system and ΔE values were calculated. Differences between the groups were analysed by one-way analysis of variance and Tukey test ($\alpha = 0.05$).

Results: The ΔE values of Group K and Group K+G were statistically significantly higher than Group YT ($p < 0.05$). The differences between ΔE values were not statistically significant in pairwise comparisons for other groups ($p > 0.05$). The ΔE values from all groups were above the threshold value of 3.7.

Conclusion: Coffee has a colouring effect on the restorations obtained from resin nanoceramic CAD/CAM blocks and the bleaching effect of whitening mouthwash was not detected.

Keywords: Resin nano-ceramic, colour stability, whitening mouthwash.

GİRİŞ

Günümüz diş hekimliğindeki araştırma alanları dijital iş akışındaki son gelişmelerden büyük ölçüde etkilenmiştir.¹ Özellikle bilgisayar destekli tasarım ve bilgisayar destekli üretimin (CAD/CAM) gelişmesiyle diş tedavileri daha etkin, kolay ve daha kısa sürede yapılabilmektedir.² Dijital iş akışına odaklanan CAD/CAM sistemleri, geleneksel protez üretim prosedürlerini önemli ölçüde geride bırakmıştır.¹ Yeni dental materyallerin bulunması, bilgisayar teknolojisindeki ilerlemeler ve yenilikçi dijital ekipmanlarla protetik restorasyonların tek randevuda tamamlanması mümkün olmuştur. Bu durum, ikinci bir randevu ihtiyacını ortadan kaldırarak hem klinisyenin hem de hastanın zamandan tasarruf etmesini sağlayarak verimliliği arttırmıştır.³ Isıl işleme ihtiyaç duymadan tek bir frezeleme adımında üretilen, yüksek doldurucu oranına sahip, rezin-seramik hibrit restoratif materyal sınıfı olarak adlandırılan nano seramiklerle güçlendirilmiş polimerler (LAVA Ultimate; 3M ESPE, St Paul, MN, ABD) günümüz diş hekimliği klinik rutininde inley, onley, laminate veneer gibi indirekt restorasyonlar için sıklıkla kullanılmaktadır.^{4,5} Nanoseramiklerin en büyük avantajı, cam seramiklerle karşılaştırıldığında daha yüksek bir bükülme mukavemetine ve daha düşük elastisite modülüne sahip olmalarıdır.⁴ Seramik materyallerden daha yüksek oranda aşınmalarına rağmen, restore edilmemiş olan karşıt dişlerin minesini üzerinde daha az aşınmaya neden olmaları önemli bir avantajlarıdır.⁵ Ayrıca, bu materyaller için kırılma riski düşüktür. Çünkü Young modülleri dentininkine neredeyse eşdeğerdir.^{6,7}

Kompozit materyallerde renk uyumu ve renk stabilitesi önemlidir çünkü doğal dişlerin görünümünü taklit eden materyaller olarak kullanılırlar. Ağız içi kullanım sonrasında kompozit restorasyonların değiştirilmesinin en önemli endikasyonlarından biri renk değişimidir.^{8,9} Restoratif

materyallerin renk stabilitesinin materyalin maruz kaldığı farklı boyayıcı madde içeriklerinden, bunlara maruz kalma sıklığından, süresinden, restoratif materyalin bileşiminden ve yüzey pürüzlülüğünden etkilendiği bilinmektedir.¹⁰ Kahve gibi renklendirici içeceklere sık sık maruz kalmanın, geleneksel kompozit restoratif materyallerin ve kompozit içeriğe sahip nano seramiklerle güçlendirilmiş polimerlerin renk stabilitesini önemli ölçüde etkilediği rapor edilmiştir.¹¹ Malzemenin bileşimine ek olarak bitirme ve cilalama teknikleri de kompozit restoratif materyalin yüzey kalitesini etkileyebilir ve sonuç olarak erken dönemde meydana gelen renk değişikliği ile ilişkilendirilebilir.¹²

Renk değişikliğinin sayısal olarak ifadesinde Uluslararası Aydınlatma Komisyonu (Commission Internationale de l'Eclairage - CIE) $L^* a^* b^*$ renk sistemi kullanılmaktadır.^{13,14} Bu üç boyutlu renk sisteminde, $L^* a^* b^*$ değerleri "kromatiklik koordinatları" olarak bilinir: (L^*) "rengin açıklığı" anlamına gelir; L^* değeri 0 ile 100 arasında değişir ve 0 siyahı, 100 beyazı temsil eder. Yani L^* değeri ne kadar yüksek olursa, renk o kadar açık olur. (a^*) değeri için pozitif değerler kırmızıyı, negatif değerler yeşili belirtirken ($-a^* = -$ yeşil; $+a^* =$ kırmızı), (b^*) için pozitif değerler sarıyı, negatif değerler maviyi belirtir ($b^* =$ mavi; $+b^* =$ sarı). Ortalama renk farkı değerleri (ΔE), iki nesne arasında algılanan renk farkının miktarını gösteren sayısal bir değerdir.^{13,15} Bir materyalin göstermiş olduğu renk değişimi diş hekimliği çalışmalarında da kullanılan CIELAB formülü ile hesaplanır ($\Delta E = [(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2]^{1/2}$).

Dental estetik kavramının insan hayatındaki öneminin artışı ve boyayıcı yiyecek-içecek maddelerinin sık tüketilmesine bağlı olarak dişlerde ve restorasyonlarda meydana gelen renklenmeler nedeniyle üreticiler ve araştırmacılar yeni ve daha etkin beyazlatma ürünleri geliştirmeye yönelmiştir.¹⁶ Üretici firmalar tarafından doğal dişleri çok kısa sürede beyazlattığı iddia edilen çok sayıda beyazlatıcı ağız gargarası piyasada bulunmaktadır. Bu ağız gargaralarının avantajları uygulama kolaylığı, düşük maliyet ve kolay ulaşılabilirliktir.¹⁷ Bunun yanı sıra, bu gargaraların içeriğindeki bileşenler ağızda yanma, hassasiyet, oral stomatitise sebebiyet verebilir ve aynı zamanda ağız içinde mevcut olan kompozit rezin restorasyonların yüzeyinde bozunma meydana gelmesi ile saydamlık kaybı ve renk değişikliği göstermesi gibi istenmeyen etkiler de oluşturabilmektedirler.¹⁸ Literatürde CAD/CAM frezeleme sistemleriyle üretilen rezin esaslı kompozit blokların renk değişimleri araştırılmıştır.¹⁹⁻²¹ Ancak nano-seramik restoratif materyaller üzerine bu gargaraların etkinliğinin araştırıldığı çalışmalar sınırlıdır.^{17,22}

Bu çalışmanın amacı, CAD/CAM nano-seramik restoratif materyalin uzun süre renklendirici içeceğe maruz kalmasının ardından ağız gargarası uygulanmasının renk stabilitesi üzerine etkisinin in vitro olarak değerlendirilmesidir. Çalışmanın sıfır hipotezi CAD/CAM nano-seramik mater-

yali kahve içeceğinde bekletildiğinde ve beyazlatıcı gargara maruz bırakıldığında herhangi bir renk değişimi göstermeyeceği şeklindedir.

GEREÇ ve YÖNTEM

Bu çalışmada Lava Ultimate nano-seramik rezin materyalinin kahve renklendirici içeceğine maruz kalmasının ardından, beyazlatıcı ağız gargarası uygulanmasının renk stabilitesi üzerine etkisi incelenmiştir. Bu çalışma için minimum örneklem büyüklüğü, %82 güç, 0.52 etki büyüklüğü ve hata düzeyi $\alpha = 0.05$ olacak şekilde 4 gruplu değişken için grup başına $n = 11$ ($N = 44$) olarak hesaplandı. Çalışmada kullanılan materyaller ve içerikleri Tablo 1'de gösterilmiştir.

Tablo 1. Çalışmada kullanılan materyaller ve içerikleri.

Ticari isim	Kısaltma	Bileşim	Üretici
Lava Ultimate	LU	Matris: BisGMA, UDMA, BisEMA, TEGDMA (ağırlıkça %20) Dolgu: SiO ₂ (20 nm), ZrO ₂ (4–11 nm), agrega ZrO ₂ /SiO ₂ mikro kümesi (ağırlıkça %80)	3M ESPE, Almanya
Kahve (şekersiz)	K	Kahve tozu	Nescafe Classic, Nestle, Bursa, Türkiye
Listerine Advanced White	G	Aqua, Alkol, Sorbitol, Tetrapotasyum Profosfat, Pentasodyum Trifosfat, Sitrik asit, Poloksamer 407, Sodyum Benzoat, Ökaliptol, Timol, Mentol, Sodyum sakkarin, Sodyum florid, Tetrasodyum, Pyrofosfat, Propilen glikol, Sukraloz, aroma, Disodyum fosfat, Sodyum florür	Johnson&Johnson, İngiltere

Bis-GMA: bisfenol A diglisidileter metakrilat, UDMA: üretan dimetakrilat, TEGDMA: trietilen glikol dimetakrilat, Bis-EMA: etoksil ated bisfenol-A dimetakrilat, SiO₂: silisyum dioksit, ZrO₂: zirkonyum dioksit)

Lava Ultimate (LU) CAD/CAM bloklar (A2), su soğutması altında hassas kesici cihaz ile (Micracut 201, Metkon, Türkiye) 14 x 14 x 1 mm boyutlarında kesitlere ayrıldı ve 44 adet dikdörtgen şeklinde test örneği elde edildi. Elde edilen tüm örnekler yüzey standardizasyonunu sağlamak için sırasıyla 600, 800, 1000 grit silikon karbid zımparalar ile (SiC; Buehler GmbH, Düsseldorf, Almanya) ıslak ortamda muamele edildi. Ardından iki aşamalı polisaj sistemi ile (Sof-Lex Diamond; 3M ESPE, ABD) yüzey pürüzlülükleri giderildi. Birinci aşamada bej renkli spiral lastik, ikinci aşamada ise pembe renkli spiral lastik firmanın önerileri doğrultusunda aynı araştırmacı tarafından düşük hızlı bir döner alet yardımıyla uygulanarak polisaj işlemi tamamlandı. Daha sonra tüm numuneler ultrasonik temizleyicide (Steris Reliance Sonic 250, Soma Tech Intl, USA) distile su ile 10 dakika boyunca temizlendi.

Yüzey işlemleri tamamlanan 44 adet örnek farklı sıvılarla muamele edilmeleri açısından rastgele 4 alt gruba ayrıldı ($n=11$). Bu çalışmaya ait gruplar şu şekildedir: 1. Grup YT (örnekler 12 gün boyunca yapay tükürükte bekletildi - kontrol grubu) 2. Grup YT+G (örnekler 12 gün boyunca yapay tükürükte bekletildikten sonra 7 gün boyunca günde 1 kez 1 dakika süreyle beyazlatıcı gargara maruz bırakıldı) 3. Grup K (örnekler 12 gün boyunca kahve çözeltisinde bekletildi) 4. Grup K+G (örnekler 12 gün boyunca kahve çözeltisinde bekletildikten sonra 7 gün boyunca günde 1 kez 1 dakika süreyle beyazlatıcı gargara maruz

bırakıldı).

Çalışmamızda kullanılan solüsyonlardan kontrol grubu olarak kullanılan yapay tükürük preparatı, Tablo 2 'de listelenen oranlarda bileşenler kullanılarak hazırlandı.²³ Bir litre yapay tükürük oluşturmak için tüm malzemeler belirtilen oranlarda karıştırıldı. Daha sonra tükürüğün pH'ı belirlendi ve pH'ı 6.5 - 7 olacak şekilde karışıma 15 ml 0.1 M NaOH ilave edildi. Kahve solüsyonu ise, üretici firmanın önerisine göre 2 gr kahve tozu 200 ml kaynamış distile suda çözülerek hazırlandı. Daha sonra tüm solüsyonlarda bekletilme işlemleri etüvde (FN 500, Nüve, Türkiye) 24 saatte bir solüsyonları yenilenerek takip edildi. Sıvılarda bekletilme periyodundan sonra her numune damıtılmış su ile yıkanarak temizlendi ve renk ölçümlerinden önce bir kâğıt mendil ile kurutuldu.

Tablo 2. Yapay tükürük bileşenleri

Materyal	Miktarı (g/L)
NaCl	0.4
KCl	0.4
CaCl₂(H₂O)	0.795
NaH₂PO₄(H₂O)	0.69
Na₂S	0.005
Üre	1

(NaCl: Sodyum klorür, KCl: Potasyum klorür, CaCl₂(H₂O): Kalsiyum klorür hidrat, NaH₂PO₄(H₂O): Sodyum dihidrojen fosfat monohidrat, Na₂S: Sodyum sülfür)

Örneklerin kantitatif temel renk parametreleri CIE sisteminde göre (L*, a*, b*) spektrofotometre (VITA Easyshade V; Vita Zahnfabrik, Almanya) kullanılarak kaydedildi. Ölçümler, nötr gri bir arka plana²⁴ karşı, ışık kontrollü bir kutuda²⁵ standart D65 aydınlatmasında²⁶ gerçekleştirildi. Işık saçılma olasılığını en aza indirmek ve test prosedürü boyunca ışık açısının korunmasını sağlamak, renk ölçümü sırasında numuneyi sabit tutmak için özel bir silikon kalıp kullanıldı.²⁷ Her ölçüm öncesinde cihaz kalibre edilerek ölçümler her numune için üç kez tekrarlandı ve bu ölçümlerin ortalaması L*, a*, b* değerleri olarak kaydedildi. Numunelerin renk ölçümleri CIELAB sistemine göre ΔE değeri hesaplanarak elde edildi.

Elde edilen veriler IBM SPSS 22.0 paket programı kullanılarak analiz edildi. Normal dağılıma uygunluk Shapiro-Wilk testi ile değerlendirilerek grupların karşılaştırılmasında tek yönlü varyans analizi (ANOVA) kullanıldı. Hangi gruplar arasında farklılık olduğunun tespiti Tukey testi ile yapıldı ($\alpha = 0.05$).

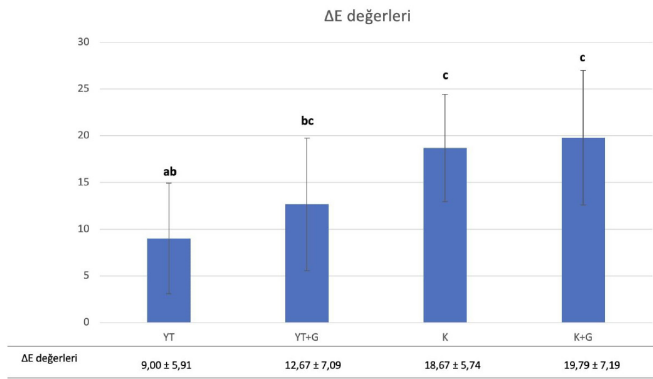
BULGULAR

Test gruplarından elde edilen ΔE değerlerine göre yapılan tek yönlü ANOVA sonuçları Tablo 3 'de verilmiştir. Test gruplarının ortalama ΔE değerleri ve istatistiksel anlamlılıklar Şekil 1 'de gösterilmiştir. Tukey testi sonuçlarına göre

Grup K (18.67 ± 5.74) ve Grup K+G (19.79 ± 7.19) ortalama değerleri Grup YT (9.00 ± 5.91) 'den anlamlı olarak daha yüksek bulunmuştur. ($p < 0.05$) Grup K, Grup K+G ve Grup YT+G (12.67 ± 7.09) arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık görülmezken, Grup YT ve Grup YT+G grupları arasındaki farklar da istatistiksel olarak anlamlı değildir ($p > 0.05$).

Tablo 3. Test sonuçlarından elde edilen ANOVA değerleri.

	Kareler toplamı	df	Ortalama kare	F	p
Gruplar arası	855,913	3	285,304	6,708	,001
Grup içi	1701,235	40	42,531		
Toplam	2557,148	43			



Şekil 1. Test gruplarından elde edilen ortalama ΔE değerleri ve standart sapmaları (Farklı harfler gruplar arası anlamlı farkları ifade etmektedir, $p < 0,05$).

TARTIŞMA

Yapay tükürük ve kahve sıvıları temasın ardından beyazlatıcı gargara kullanımının nano-seramik CAD/CAM bloklarda renk değişimi üzerine etkisini inceleyen bu çalışmada 12 gün boyunca kahveye maruz bırakılan ve kahvenin ardından gargarada bekletilen örneklerin ΔE değerleri yapay tükürükte bekletilen örneklerden daha yüksek bulunmuştur. Bu sonuca dayanarak çalışmanın sıfır hipotezi reddedilmiştir.

Protetik ve restoratif materyallerdeki renk değişimi gözle ya da cihazlarla ölçülerek değerlendirilebilir.²⁸ Değerlendirme yapan hekimin; yaşı, mesleki tecrübesi, cinsiyeti, duyu durumu, renk reseptörlerinin yorgunluğu, bulunduğu ortamın ışık şiddeti gibi faktörler nedeniyle görsel değerlendirmeler yanıltıcı olabilmektedir.^{28,29} Dijital renk ölçüm cihazları ile yapılan renk ölçümleri; objektif, hızlı ve tekrarlanabilir sayısal veri elde edilebilmesi nedeniyle daha güvenilirdir.^{29,30} Günümüzde kolorimetre, spektrofotometre, dijital kamera ve görüntü analizi sistemleri gibi cihazlar ile renk değerlendirilmesi yapılabilmektedir.³¹ Dental materyal araştırmalarında spektrofotometre ile yapılan renk değerlendirmeleri en güvenilir teknik olarak tespit edilmiştir.^{28,30} Ayrıca spektrofotometre ile elde edilen L^* , a^* , b^* değerlerinin tek başına ayrı ayrı değerlendirmek oldukça zor iken, renk değişimini genel olarak bildiren ΔE değerleri daha anlamlıdır.³² Bu çalışmada da renk ölçümleri spektrofotometre

renk ölçüm cihazı Vita Easyshade V (Vita Easyshade® V, Vita Zahnfabrik, Bad Sackingen, Almanya) kullanılarak yapılmıştır. Ölçümlerden elde edilen veriler Uluslararası Aydınlatma Komisyonu $L^*a^*b^*$ (CIE $L^*a^*b^*$) değeri olarak kaydedilerek, bu sayede küçük renk farkları (ΔE) dahil tespit edilebilmiştir.

Dental araştırmalarda çoğunlukla CIELAB formülü kullanılarak renk farkı (ΔE) değerleri hesaplanmıştır.^{33,34} O'Brien ve arkadaşları yaptıkları ölçümler sonrasında; $\Delta E = 0$ ise materyali renk farkı açısından stabil olarak, $0,5 \leq \Delta E \leq 1$ ise farkı klinik olarak algılanamaz, $1 \leq \Delta E \leq 2$ ise farkı klinik olarak algılanabilir ve $\Delta E > 3.7$ ise renk farkını klinik olarak kabul edilemez olarak değerlendirilmişlerdir.³⁵ Benzer şekilde çeşitli çalışmalarda farklı elektronik spektrofotometreler kullanılmış ve spektrofotometrelerin insan gözü ile karşılaştırılması yapılmıştır. Johnson ve Kao insan gözü ve kalorimetre ile yaptıkları in-vivo çalışmalarında klinik olarak kabul edilebilir renk benzerliğinde ortalama ΔE değerinin CIELAB 3.7 olduğunu tespit etmişlerdir.³⁶ Sunulan çalışmada da sonuçların değerlendirilmesi için klinik eşik değer 3.7 olarak kabul edilmiştir.

Kahve solüsyonuna daldırma kompozit rezin örneklerde büyük renk değişikliklerine neden olmuştur. Önceki çalışmalarda renklendirici solüsyonlarda bekletilme süresi kahve ile standardize edilmiştir.^{37,38} Kahvedeki tanik asit, sarı kahverengi rengi nedeniyle birincil boyama materyali olarak bildirilmiştir.³⁹ 1 bardak kahvenin 15 dakikada içildiği varsayılarak, günde ortalama 3.2 bardak kahve tüketimi ile renklendirici içeceğe maruz kalma süresinin günlük olarak 48 dakika, aylık olarak ise 24 saat olduğu tespit edilmiştir. Bu nedenle örneklerin 12 günlük renklendirici solüsyonda bekletilmeleri ağız içerisindeki 1 yıllık kullanıma denk olduğu belirtilmiştir.³³ Bu çalışmada da tüm numuneler ağız içi kullanımı taklit etmek için 12 gün süreyle boyayıcı solüsyonlarda bekletilmiştir.

Kompozit rezinlerin renk stabilitesini; organik matriks, foto-polimerizasyon başlatıcı sistem, doldurucu tipi, boyutu ve miktarının belirlediği bilinmektedir.^{33,40} Resin içerikli materyallerde doldurucu miktarının azalması ile su emilimi artar ve hidrolitik meydana gelir.⁴¹ Hidrolitik bozulma ile materyalin fiziksel ve optik özellikleri yapıdan ayrılan maddeler nedeniyle değişir.⁴² Polimerik materyallerin boyanma mekanizması, sıvıların emilimi ve polimerik matriksin genişlemesi ile boyayıcı maddenin polimerik zincirlerin içine doğru hareketi ile açıklanmıştır.⁴³ Nano seramik kompozit blok olan Lava Ultimate 'in matriks yapısı Bis-GMA (bisfenol A-glisidil metakrilat), TEGDMA (triethilen glikol dimetakrilat), UDMA (üretan dimetakrilat) ve Bis-EMA (ethoxylated bisfenol A dimetakrilat)'dan oluşurken, inorganik dolgu miktarı ağırlıkça %80 oranında 20 nm silika ve 4-11 nm boyutlarında zirkonya partiküllerinden oluşmaktadır.⁴⁴ Bu çalışmanın sonuçlarında nano-seramik kompozit rezinin kabul edilebilir eşik değeri üzerinde renk

değişikliği göstermesinin (ΔE 18.67>3,7) sebebi organik matrisindeki Bis-GMA ve TEGDMA monomerinin renklenmesi, yapısındaki OH grupları sebebiyle su emilim miktarlarının artması ve boyama ajanının rezin matriks içerisine penetre olması olabilir.

Test örnekleri kahveye daldırıldıktan sonra beyazlatıcı ağız gargarasının kullanılması kahvenin neden olduğu lekeyi çıkarmadığı gibi renk değişimini de istatistiksel olarak anlamlı olmasa dahi arttırmıştır. Bu artış, muhtemelen kahve ve protez temizleyicisinin kümülatif etkisiyle ortaya çıkan daha düzensiz kompozit rezin yüzeylerle açıklanabilir. Kompozit rezinlerin renklenmesi üzerine ağız gargaralarının etkilerinin araştırıldığı birçok çalışmada, renklenme nedeni olarak sadece gargaraların düşük pH 'ı ya da bileşenlerindeki alkol oranının etkili olmadığı belirtilmiştir. Bu bileşenlerin rezin materyal yüzeyiyle meydana gelen etkileşimi sonucu, yüzey pürüzlülük değerleri anlamlı olarak artmış ve bu duruma bağlı sekonder renklenme miktarının arttığı gösterilmiştir.^{22,45} Bu çalışmada da benzer şekilde beyazlatıcı ağız gargarasının kullanılması kahveye bağlı renklenmeyi azaltmamıştır.

Canyurt ve arkadaşlarının yaptıkları çalışmalarında rezin bazlı CAD/CAM blokları (Vita Enamic, Brilliant Crios, Grandio) zamana bağlı renk değişimini simüle etmek için her gün 1 dk süreyle farklı gargaralarda (Listerine Cool Mint, Listerine Zero, Colgate Plax, Sensodyne) bekletmişler ve renk değişimini 7, 14 ve 30. günlerde ölçmüşlerdir. Gargaraların rezin bazlı CAD/CAM bloklar üzerindeki renk değişikliği, kabul edilebilirlik eşik değerini ($\Delta E_{00} \leq 1.8$) geçmemiştir. Yazarlar, rezin içerikli CAD/CAM restorasyonu bulunan bireylerin kullandıkları gargaraların kullanım süresi ve içeriklerinin, restorasyonların uzun dönem renk stabilitesi için önemli olduğunu belirtmişlerdir.⁴¹ Mevcut çalışmada da farklı olarak renk değişiklikleri kabul edilebilirlik eşik değerini ($\Delta E > 3.7$) geçmiştir. Bunun nedeni renk değişiklik değeri olarak hesaplanan formül olabilir. Canyurt ve arkadaşları ΔE_{00} değerlerini hesaplarken bu çalışmada ΔE_{LAB} değerleri hesaplanmıştır. 2001 yılında, güncellenmiş yeni bir formül olarak CIEDE2000 (ΔE_{00}) tanıtılmıştır.⁴⁶ Gómez-Polo ve arkadaşlarının çalışmalarında, CIEDE2000 formülünün renklendirmeleri ölçmede CIELAB 'dan daha hassas olduğu bildirilmiştir.⁴⁷ Ancak her iki formül de Uluslararası Aydınlatma Komisyonu tarafından günümüzde hala önerilmektedir.

CIELAB ve CIEDE2000 formülleri, renk farklarını değerlendirmek için yaygın olarak kullanılan iki önemli yöntemdir. CIELAB formülü, uzun yıllardır renk farklarını sayısal olarak ifade etmede güvenilir ve etkin bir araç olarak kabul edilmiştir ve birçok klinik uygulamada yeterli doğruluğu sağlamaktadır. Literatürde, CIELAB formülünün özellikle görsel algıyla uyumlu renk değişimlerini doğru bir şekilde yansıttığı vurgulanmaktadır.⁴⁸ Diğer taraftan, CIEDE2000 formülü daha yeni ve daha hassas bir yöntem olup, renk

farklarını daha doğru bir şekilde ölçebilmektedir. Ancak, daha karmaşık yapısı ve hesaplama yoğunluğu, bu formülün klinik uygulamalarda daha az tercih edilmesine yol açmaktadır. Bununla birlikte, yapılan bazı çalışmalarda, her iki formülün de geçerli sonuçlar sunduğu ve özellikle klinik diş hekimliği bağlamında CIELAB formülünün hâlâ yeterli doğruluk sunduğu belirtilmiştir.^{49,50} CIEDE2000'in daha hassas sonuçlar sunduğu doğru olsa da, bazı durumlarda CIELAB formülünün basitliği ve etkinliği, özellikle rutin klinik değerlendirmelerde yeterli olmaktadır. Bu formüllerin seçiminde, klinik gereksinimler ve analiz doğruluğu arasındaki denge göz önünde bulundurulmalıdır.⁵¹ Gelecekte, daha geniş kapsamlı çalışmalarda, özellikle CIEDE2000'in avantajlarını daha detaylı inceleyerek, hangi durumlarda her iki formülün de daha etkin kullanıldığını belirlemek, renk değerlendirmesinde daha doğru ve güvenilir sonuçlar elde edilmesine olanak sağlayacaktır.

Yamaner yaptığı çalışmasında, CAD/CAM freze yöntemi ile ürettiği kompozit rezin içerikli blokları (Lava Ultimate ve Grandio) iki farklı boyayıcı solüsyona (çay ve enerji içeceği) tabi tutup, ardından beyazlatıcı ağız bakım gargarasında (Listerine Advanced White) bekleterek beyazlatma işlemi uygulamıştır. Başlangıç, renklendirme işlemi ve beyazlatma işlemi sonrasındaki renk farklılıklarını 24 ile 72 saat sonrasında ölçmüş ve Grandio blokların Lava Ultimate bloklara göre klinik olarak kabul edilebilir sınırların üzerinde renk değiştirdiğini bulmuştur. Ayrıca beyazlatıcı ağız gargarasında bekleme sonrasında her iki materyalin ΔE değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir düşüş görülmüştür. Bizim çalışmamızdan farklı olan bu sonuçların sebebi kullanılan solüsyon ve gargarada bekleme süreleri olabilir. Bizim çalışmamızda örnekler günde 1 kez 1 dakika süreyle günlük kullanımı simüle etmek için 7 gün boyunca Listerine Advanced White gargarasında bekletilmiştir. Bu durum, 1 dk süreyle günde 2 kez 30 sn gargara ile çalkalamaya eş değer olarak belirtilmiştir.⁴¹

Kompozit rezin materyalinin kimyasal bileşimi ve renk tonu, renk değişikliği ve beyazlatma süreçlerini etkileyebilir.^{33,37} Bu çalışmanın limitasyonları arasında yalnızca Lava Ultimate rezin nano-seramik CAD/CAM blok kullanılması ve bu materyalin sadece bir renk tonunda çalışılması yer almaktadır. Tek tip polisaj sisteminin uygulanması bir diğer limitasyondur. Gelecekteki çalışmalar, renk değiştirmiş kompozit rezin yüzeylerinden farklı cilalama prosedürlerinin etkisini renk ve yüzey pürüzlülüğü ölçümü yaparak araştırmalıdır.

SONUÇ

Bu çalışmanın sonuçlarına dayanarak;

- Kahve ve beyazlatıcı ağız gargaraları kompozit rezinlerin renk değişimine neden olmuştur.
- Beyazlatıcı ağız gargarasının renk değiştirmiş kompozit rezin örnekler üzerindeki ağartma etkisi anlamlı olmamıştır.

- Hastalar beyazlatıcı ağız gargaraları etkileri hakkında bilgilendirilmelidir ve bunları doğru şekilde kullanmaları sağlanmalıdır.

KAYNAKLAR

1. Lee EH, Ahn JS, Lim YJ, Kwon HB, Kim MJ. Effect of post-curing time on the color stability and related properties of a tooth-colored 3D-printed resin material. *J Mech Behav Biomed Mater* 2022;126:104993.
2. Miyazaki T, Hotta Y, Kunii J, Kuriyama S, Tamaki Y. A review of dental CAD/CAM: current status and future perspectives from 20 years of experience. *Dent Mater J* 2009;28(1):44-56.
3. Siddanna GD, Valcanaia AJ, Fierro PH, Neiva GF, Fasbinder DJ. Surface Evaluation of Resilient CAD/CAM ceramics after Contouring and Polishing. *J Esthet Restor Dent* 2021;33(5):750-763.
4. Lawson NC, Janyavula S, Syklawer S, McLaren EA, Burgess JO. Wear of enamel opposing zirconia and lithium disilicate after adjustment, polishing and glazing. *J Dent* 2014;42(12):1586-91.
5. Coldea A, Swain MV, Thiel N. Mechanical properties of polymer-infiltrated-ceramic-network materials. *Dent Mater* 2013;29(4):419-26.
6. 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.
7. Lebon N, Tapie L, Vennat E, Mawussi B. Influence of CAD/CAM tool and material on tool wear and roughness of dental prostheses after milling. *J Prosthet Dent* 2015;114(2):236-47.
8. Deligeorgi V, Mjör IA, Wilson NH. An overview of reasons for the placement and replacement of restorations. *Prim Dent Care* 2001;8(1):5-11.
9. Park JK, Kim TH, Ko CC, ve ark. Effect of staining solutions on discoloration of resin nanocomposites. *Am J Dent* 2010;23(1):39-42.
10. Alharbi N, Alharbi A, Osman R. Stain Susceptibility of 3D-Printed Nanohybrid Composite Restorative Material and the Efficacy of Different Stain Removal Techniques: An In Vitro Study. *Materials (Basel)* 2021;14(19).
11. Kim JH, Lee YK, Powers JM. Influence of a series of organic and chemical substances on the translucency of resin composites. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater* 2006;77(1):21-7.
12. Mundim FM, Garcia Lda F, Pires-de-Souza Fde C. Effect of staining solutions and repolishing on color stability of direct composites. *J Appl Oral Sci* 2010;18(3):249-54.
13. Adawi HA, Al Mialeem MM, Al Ahmari NM, ve ark. Assessment of Color Stainability of Computer-Aided Design and Computer-Aided Manufacturing (CAD/CAM) Ceramic Materials After Hot and Cold Coffee Immersion at Different Time Intervals. *Med Sci Monit* 2021;27:e932745.
14. Della Bona A, Kelly JR. The clinical success of all-ceramic restorations. *J Am Dent Assoc* 2008;139 Suppl:8s-13s.
15. Joiner A. Tooth colour: a review of the literature. *J Dent* 2004;32 Suppl 1:3-12.
16. Villalta P, Lu H, Okte Z, Garcia-Godoy F, Powers JM. Effects of staining and bleaching on color change of dental composite resins. *J Prosthet Dent* 2006;95(2):137-42.
17. Harorlı OT, Barutçigil C. Color recovery effect of commercial mouth rinses on a discolored composite. *J Esthet Restor Dent* 2014;26(4):256-63.
18. Tartaglia GM, Tadakamadla SK, Connelly ST, Sforza C, Martin C. Adverse events associated with home use of mouthrinses: a systematic review. *Ther Adv Drug Saf* 2019;10:2042098619854881.
19. Lawson NC, Burgess JO. Gloss and Stain Resistance of Ceramic-Polymer CAD/CAM Restorative Blocks. *J Esthet Restor Dent* 2016;28 Suppl 1:S40-5.
20. Paolone G, Mandurino M, De Palma F, ve ark. Color Stability of Polymer-Based Composite CAD/CAM Blocks: A Systematic Review. *Polymers (Basel)* 2023;15(2).
21. Yerliyurt K, Sarıkaya I. Color stability of hybrid ceramics exposed to beverages in different combinations. *BMC Oral Health* 2022;22(1):180.
22. Cengiz S, Yüzbaşıoğlu E, Cengiz MI, Velioğlu N, Sevimli G. Color Stability and Surface Roughness of a Laboratory-Processed Composite Resin as a Function of Mouthrinse. *J Esthet Restor Dent* 2015;27(5):314-21.
23. Nozaki K, Koizumi H, Horiuchi N, ve ark. Suppression effects of dental glass-ceramics with polarization-induced highly dense surface charges against bacterial adhesion. *Dent Mater J* 2015;34(5):671-8.
24. Ardu S, Braut V, Di Bella E, Lefever D. Influence of background on natural tooth colour coordinates: an in vivo evaluation. *Odontology* 2014;102(2):267-71.
25. de Castro EF, Nima G, Rueggeberg FA, ve ark. Effect of build orientation in gloss, roughness and color of 3D-printed resins for provisional indirect restorations. *Dent Mater* 2023;39(7):e1-e11.
26. Seyidalıyeva A, Rues S, Evagorou Z, ve ark. Color stability of polymer-infiltrated-ceramics compared with lithium disilicate ceramics and composite. *J Esthet Restor Dent* 2020;32(1):43-50.
27. Almejrada L, Yang CC, Morton D, Lin WS. The Effects of Beverages and Surface Treatments on the Color Stability of 3D-Printed Interim Restorations. *J Prosthodont* 2022;31(2):165-170.
28. Brook AH, Smith RN, Lath DJ. The clinical measurement of tooth colour and stain. *Int Dent J* 2007;57(5):324-30.
29. Okubo SR, Kanawati A, Richards MW, Childress S. Evaluation of visual and instrument shade matching. *J Prosthet Dent* 1998;80(6):642-8.
30. Bahannan SA. Shade matching quality among dental

students using visual and instrumental methods. *J Dent* 2014;42(1):48-52.

31. Paul S, Peter A, Pietrobon N, Hämmerle CH. Visual and spectrophotometric shade analysis of human teeth. *J Dent Res* 2002;81(8):578-82.

32. Yannikakis SA, Zissis AJ, Polyzois GL, Caroni C. Color stability of provisional resin restorative materials. *J Prosthet Dent* 1998;80(5):533-9.

33. Şener Yamaner İD. Farklı İçecekler ile Renklendirilmiş Rezin Nano Seramikler ve Nano Hibrit Kompozit Rezinlerin Renk Stabilitesine Beyazlatıcı Ağız Gargaralarının Etkisi. *Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi* 2020;30(1):93-100.

34. Chu FC, Chow TW, Chai J. Contrast ratios and masking ability of three types of ceramic veneers. *J Prosthet Dent* 2007;98(5):359-64.

35. O'Brien WJ, Hemmendinger H, Boenke KM, Linger JB, Groh CL. Color distribution of three regions of extracted human teeth. *Dent Mater* 1997;13(3):179-85.

36. Johnston WM, Kao EC. Assessment of appearance match by visual observation and clinical colorimetry. *J Dent Res* 1989;68(5):819-22.

37. Ertaş E, Güler AU, Yücel AC, Köprülü H, Güler E. Color stability of resin composites after immersion in different drinks. *Dent Mater J* 2006;25(2):371-6.

38. Alberton Da Silva V, Alberton Da Silva S, Pecho OE, Bacchi A. Influence of composite type and light irradiance on color stability after immersion in different beverages. *J Esthet Restor Dent* 2018;30(5):390-396.

39. Guler AU, Yilmaz F, Kulunk T, Guler E, Kurt S. Effects of different drinks on stainability of resin composite provisional restorative materials. *J Prosthet Dent* 2005;94(2):118-24.

40. Domingos PA, Garcia PP, Oliveira AL, Palma-Dibb RG. Composite resin color stability: influence of light sources and immersion media. *J Appl Oral Sci* 2011;19(3):204-11.

41. Canyurt MB, Oktay EA, Aydın N, Karaoğlu S. Ağız Gargaralarının Rezin Bazlı CAD/CAM Blokların Renk Stabilitesine Etkisinin İn Vitro İncelenmesi. *Türkiye Klinikleri Journal of Dental Sciences* 2022;28(1)

42. Leite M, Silva F, Meireles SS, Duarte RM, Andrade AKM. The effect of drinks on color stability and surface roughness of nanocomposites. *Eur J Dent* 2014;8(3):330-336.

43. Ferracane JL. Hygroscopic and hydrolytic effects in dental polymer networks. *Dent Mater* 2006;22(3):211-22.

44. Egbert JS, Johnson AC, Tantbirojn D, Versluis A. Fracture strength of ultrathin occlusal veneer restorations made from CAD/CAM composite or hybrid ceramic materials. *Oral Science International* 2015;12(2):53-58.

45. ElEmbaby Ael S. The effects of mouth rinses on the color stability of resin-based restorative materials. *J Esthet Restor Dent* 2014;26(4):264-71.

46. Sharma G, Wu W, Dalal EN. The CIEDE2000 color-difference formula: Implementation notes, supplementary test data, and mathematical observations. *Color Research & Application: Endorsed by Inter-Society Color Council, The Colour Group (Great Britain), Canadian Society for Color, Color Science Association of Japan, Dutch Society for the Study of Color, The Swedish Colour Centre Foundation, Colour Society of Australia, Centre Français de la Couleur* 2005;30(1):21-30.

47. Gómez-Polo C, Portillo Muñoz M, Lorenzo Luengo MC, ve ark. Comparison of the CIELab and CIEDE2000 color difference formulas. *J Prosthet Dent* 2016;115(1):65-70.

48. Hein S, Saleh O, Li C, Nold J, Westland S. Bridging instrumental and visual perception with improved color difference equations: A multi-center study. *Dent Mater* 2024;40(10):1497-1506.

49. Ghinea R, Herrera LJ, Ruiz-López J, Sly MM, Paravina RD. Color Ranges and Distribution of Human Teeth: A Prospective Clinical Study. *J Esthet Restor Dent*. Published online 2024.

50. Philippi AG, Sabatini GP, Freitas MS, Oshima SN, Tango RN, Gonçalves T. Clinical Tooth Color Matching: In Vivo Comparisons of Digital Photocolorimetric and Spectrophotometric Analyses. *Oper Dent* 2023;48(5):490-499.

51. Hina M, Ali MS, Pande D, et al. A Comparative Study to Check the Accuracy of Tooth Shade Selection With Standardized Digital Photographs and a Spectrophotometer. *Cureus* 2024;16(3):e56073.