

CAD/CAM RESTORASYONLARIN RENK STABİLİTELERİ ÜZERİNDE FARKLI PARAMETRELERİN ETKİLERİ

THE EFFECTS OF DIFFERENT PARAMETERS ON THE COLOR STABILITY OF CAD/CAM RESTORATIONS

Arş. Gör. Seval BAŞPINAR ALPER*

Doç. Dr. Neslihan TEKÇE**

Makale Kodu/Article code: 6037

Makale Gönderilme tarihi: 23.05.2021

Kabul Tarihi: 25.08.2021

DOI : 10.17567/ataunifd.987310

Seval Başpınar Alper: ORCID ID: 0000-0002-0782-0402

Neslihan Tekçe: ORCID ID: 0000-0002-5447-3159

ÖZET

Amaç: Dual polimerize ve self adeziv resin simanların renklenme özelliklerini değerlendirmek ve cila prosedürünün tekrarlanmasıyla restorasyonun renk stabilitesine etkisini araştırmaktır.

Gereç ve Yöntem: Shofu Blok HC CAD/CAM materyalinden 12x14x0,8 mm boyutlarında 40 adet kesit (n=10) elde edildi. Kesit yüzeyleri, 600 gritlik silikon karbid (SiC) zımpara ile zımparalandı ve Enhance Finishing System ile cilalandı. Kesitlerin diğer yüzeyi 50 µm Al₂O₃ kum ile pürüzlendirildi. CAD/CAM bloklar uygulanacak olan adeziv resin siman ve bekletilecek sıvı tipine göre rastgele 4 gruba ayrıldı. Adeziv resinler üretici talimatlarına göre CAD/CAM yüzeyine uygulandı ve polimerize edildi. Başlangıç renk ölçümleri beyaz arka plan üzerinde yapıldı. Daha sonra örnekler sitrik asitte ve distile suda bir hafta bekletildi ve renk ölçümü tekrarlandı. Ardından örneklerin dış yüzeylerine tekrar cila yapıp renk ölçümü yapıldı ve ΔE değerleri hesaplandı. İstatistiksel analizde Shapiro Wilk Testi, Kruskal Wallis Tek yönlü varyans analizi ve Dunn's testi kullanıldı.

Bulgular: En düşük ΔE1 değeri Grup 4'te, en yüksek ΔE1 değeri Grup 2'de gözlemlendi (p<0.05). En düşük ΔE2 değeri Grup 2'de en yüksek ΔE2 değeri Grup 4'te gözlemlendi (p<0.05). ΔE değerleri arasında Grup 1 ve 2 için anlamlı farklılık tespit edildi (p<0.05).

Sonuç: Self adeziv resin siman sitrik asitte yaşlandırıldığında dual-cure resin simandan daha az renklenme göstermiştir. Renklenmiş restorasyonlara tekrar cila uygulanması ile restorasyonun renk değişimi kullanılan adeziv resin tipine bağlı olarak azalmıştır.

Anahtar Kelimeler: adeziv resin siman, dual polimerize, self adeziv, renklenme

ABSTRACT

Aim: To evaluate the color change properties of dual-cure and self-adhesive resin cements and to investigate the effect of repolishing procedure on the color stability of the restorations.

Materials and Methods: 40 sections (n = 10) with dimensions of 12x14x0.8 mm were obtained from Shofu Blok. The section surfaces were roughened with 600 grit SiC abrasive under water cooling. Then sandblasted with 50 µm Al₂O₃ particles. The other surface of the samples was polished with Enhance Finishing System. CAD/CAM blocks were randomly divided into four groups according to the adhesive resin and liquid to be aged. Adhesive resins were applied to the CAD/CAM surface and polymerized. Then initial color measurements were made. Groups were stored in citric acid and distilled water for a week and color measurement was repeated. The surfaces of the samples were repolished then color measurements were made again and ΔE values were calculated. Shapiro Wilk Test, Kruskal Wallis One-way analysis of variance and Dunn's test were used in statistical analysis.

Results: The lowest ΔE1 value was observed in Group 4, the highest ΔE1 value was observed in Group 2 (p<0.05). The lowest ΔE2 value was observed in Group 2, the highest ΔE2 value was observed in Group-4 (p<0.05). There was a significant difference between ΔE values for Group 1 and 2 (p<0.05).

Conclusion: Self-adhesive resin showed less coloration than dual-cured resin when stored in citric acid. Repolishing of colored restorations reduced the color change of the restoration depending on the type of adhesive resin.

Keywords: adhesive resin cement, dual cure, self adhesive, color change

* Kocaeli Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Restoratif Diş Tedavisi ABD, Kocaeli

Kaynakça Bilgisi: Başpınar Alper S, Tekçe N. CAD/CAM restorasyonların renk stabiliteyi üzerinde farklı parametrelerin etkileri. Atatürk Üniv Diş Hek Fak Derg 2021; 31: 576-83.

Citation Information: Başpınar Alper S, Tekçe N. The effects of different parameters on the color stability of CAD/CAM restorations. J Dent Fac Atatürk Uni 2021; 31: 576-83.



GİRİŞ

Günümüzde diş hekimliğinin tüm alanlarında gelişmeler devam etmekte ve yeni materyaller piyasaya sürülmektedir, ancak yine de diş hekimlerinin karşılaştığı temel sorunlardan biri estetik açıdan kabul edilebilir uzun ömürlü restorasyonlar elde etmektir. Restoratif materyallerin doğal diş dokuları ile uyumlu olması ve bu dokulara benzer fiziksel ve mekanik özelliklere sahip olması istenir. Vakalara uygun seçilen materyaller ile doğal dişlerin translusensi ve renginde estetik restorasyonlar elde edilerek dental dokular taklit edilmeye çalışılır. Bu nedenle mine ve dentin gibi diş yapılarını taklit eden biyomimetik materyallerin geliştirilmesi ve üretilmesi amaçlanmaktadır.^{1,2}

1985 yılında Mörmann ve Brandestini Cerec sistemini tanıtmıştır. Günümüzde de estetik CAD/CAM (bilgisayar destekli tasarım ve bilgisayar destekli üretim) materyalleri yaygın olarak kullanım alanı bulmuştur.³ CAD/CAM sistemleri ve adeziv rezin simanlardaki gelişmeler ile doğal dişe benzer optik özelliklere sahip estetik restorasyonlar elde etmek mümkündür.

Restoratif materyaller ağız içinde ısı, nem, yiyecek, içecek ve asidite gibi diş etkenlere maruz kalmaktadır ve bu durum restoratif materyallerin renklenmesine neden olmaktadır.⁴ Seramik restorasyonlarda renk stabilitesi uzun vadede başarı elde etmek için önemli bir kriterdir. Seramik materyalin üretim tekniği, materyalin tipi, kalınlığı, rezin simanın tonu ve polimerizasyon yöntemi materyalin renk stabilitesini etkileyen faktörler arasındadır.⁵⁻⁹ Daha önce yapılan çalışmalarda çeşitli faktörlerin CAD/CAM restorasyonların final rengi üzerindeki etkileri araştırılmış ve farklı restoratif materyaller ve parametreler değerlendirilmiştir.¹⁰⁻¹²

Seramik restorasyonların simantasyonunda rezin siman seçimi kritik bir faktördür. Adeziv rezin simanların kimyasal içeriği ve rengi, özellikle ince seramik materyaller ile kullanıldığında restorasyonun estetik görünümünü etkileyebilir. Seramik restorasyonların simantasyonunda kullanılan yapıştırma ajanları kimyasal, ışıkla veya dual olarak polimerize olmaktadır.¹³ In vitro çalışmalar, dual polimerize rezin simanların, genellikle rezin içeriğinde bulunan otopolimerizasyon reaksiyonunu hızlandıran aromatik üçüncül aminlerin oksidasyonunun, ışık ile polimerize olan simanlardan daha fazla renk değişikliğine neden olduğunu göstermiştir.¹⁴⁻¹⁶

Adeziv rezin simantasyonunda, işlem basamaklarının zorluğu ve teknik hassasiyet bu prosedürleri

karmaşık hale getirmektedir. Self adeziv rezin simanlar; uygulamanın tek aşamada olması, adeziv tekniğin basitleştirilmesi, seramik materyallere uygulanan ön yüzey işlemlerinin ve diş dokusuna uygulanan yüzey işlemi prosedürlerinin ortadan kaldırılması ve teknik duyarlılığın azaltılması ile klinisyenlere kullanım kolaylığı ve zamandan tasarruf sağlamaktadır.^{17,18} Bu nedenle self adeziv rezin simanlar, son yıllarda yaygın olarak kullanım alanı bulmuştur.

Restorasyonların klinik başarılarında mekanik özelliklerinin yanı sıra renk stabilitesi ve yaşlanmaya karşı gösterdikleri direnç de etkilidir. Çalışmamızda farklı koşullar altında dual polimerize ve self adeziv rezin simanların renklenme özellikleri araştırıldı. Örnekler sitrik asit ve distile suda bekletildi ve renklenme sonrası kompozit CAD/CAM materyal yüzeyi tekrar cilalandı. Çalışmamızın amacı, sitrik asit ve distile suda bekletilen dual polimerize ve self adeziv rezin simanların renklenme özelliklerini değerlendirmek ve renklenmiş CAD/CAM yüzeyinin tekrar cilalanmasının materyalin renk stabilitesine etkisini araştırmaktır.

Test edilen boş hipotezler; (1) Dual polimerize ve self adeziv rezin simanların CAD/CAM kompozit restorasyonların renk stabilitesi üzerine etkisi yoktur. (2) Cila prosedürünün tekrarlanması renklenmiş CAD/CAM restorasyonlarda meydana gelen renk değişimini etkilemez.

GEREÇ VE YÖNTEM

Çalışmamızda kullanılan Shofu Blok HC (A2-HT) (SHOFU Dental Corporation, Kyoto, Japonya), G-CEM LinkForce (Translucent) (GC Corporation, Tokyo, Japonya), G-CEM LinkAce (A2) (GC Corporation, Tokyo, Japonya), G-Multi PRIMER (GC Corporation, Tokyo, Japonya) materyallerinin içerikleri Tablo 1'de verilmiştir. Shofu Blok HC CAD/CAM materyalinden her grup için, 12×14×0,8 mm boyutlarında, 10'ar adet örnek elde edildi (n=10). Toplamda 40 adet CAD/CAM blok kesiti hazırlandı.

CAD/CAM bloklar (12×14×18 mm), Micracut 151 (Metkon Instruments Inc. Bursa Türkiye) hassas kesim cihazında elmas kesim diski ile su soğutması altında düşük hızda kesildi. Elde edilen 12×14×0,8 mm boyutlarındaki kesitlerin kalınlığı dijital kumpas ile kontrol edildi. Daha sonra kesit yüzeyleri, 600 SiC zımpara kağıdıyla 60 saniye boyunca su soğutması altında zımparalandı.



Tablo 1. Çalışmada kullanılan materyaller

Materyal	Materyalin Tipi	İçerik
Shofu Blok HC	Kompozit CAD/CAM Blok	Silika toz Zirkonyum silikat UDMA TEGDMA Pigmentler ve diğerleri
G-CEM LinkForce	Dual-cure adeziv rezin siman	Pasta A: Bis-GMA UDMA DMA Baryum cam Başlatıcı Pigmentler Pasta B: bis-MEPP UDMA DMA Baryum cam Başlatıcı
G-CEM LinkAce	Self adeziv rezin siman	Pasta A: Floro-alümina-silikat cam UDMA DMA Silikon dioksit Başlatıcı İnhibitör Pigmentler Pasta B: UDMA DMA Fosforik asit ester monomer Başlatıcı Stabilizatör
G-Multi PRIMER	Primer	Etanol MDP MDTP Silan Metakrilat monomer
Enhance Finishing System	Cila sistemi	Alüminyum Oksit
UDMA: üretan dimetakrilat, TEGDMA: trietilen glikol dimetakrilat, Bis-GMA: bisfenol-A glisidil dimetakrilat, DMA: dimetakrilat, MDP: metakriloloksidesil dihidrojen fosfat, MDTP: metakriloloksidesil dihidrojen tiyofosfat, Silane: γ -metakriloksipropil trimetoksisisilan		

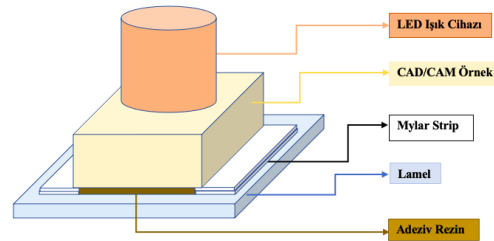
Örneklerin ölçüm yapılacak olan yüzeylerine Enhance Finishing System (Dentsply Caulk, Milford, USA) ile yüzeyi düzgünleştirmek amacıyla cila yapıldı. Kesitlerin diğer yüzeyi 50 μm Al_2O_3 kum (Renfert GmbH, 78247, Hilzingen, Almanya) ile 2,5 bar basınç altında yaklaşık 10 mm mesafeden 10 saniye boyunca kumlama makinesinde (Basic Eco, Renfert GmbH, 78247, Hilzingen, Almanya) pürüzlendirildi. Daha sonra tüm kesitler, hava-su spreyi ile yıkandı ardından ultrasonik banyoda 5 dakika saf su içinde temizlendi ve işlemden sonra hava ile kurutuldu. CAD/CAM bloklar uygulanacak olan adeziv rezin siman ve bekletilecek sıvı tipine göre rastgele dört gruba ayrıldı. Elde edilen gruplar Tablo 2 de verilmiştir.

Tablo 2. Elde edilen gruplar

Grup	Adeziv Resin Siman	Yaşlandırılan Ortam
Grup 1	G-CEM LinkForce	Distile su
Grup 2	G-CEM LinkForce	Sitrik asit
Grup 3	G-CEM LinkAce	Distile su
Grup 4	G-CEM LinkAce	Sitrik asit

G-CEM LinkForce adeziv siman uygulanacak 20 adet örneğin kumlama yapılmış yüzeyine G-Multi PRIMER (GC Corporation, Tokyo, Japonya) 30 saniye uygulanıp hava ile kurutuldu. Cam lamelin üzerine (0,1 mm siman kalınlığı elde etmek amacıyla) 0,05 mm kalınlığındaki ikişer adet mylar strip bant üst üste konarak karşılıklı olarak yerleştirildi. Adeziv siman üretici talimatlarına göre karıştırılıp yüzeye uygulandı.

Siman uygulanan CAD/CAM kesitleri lamel üzerine yerleştirildi. CAD/CAM blok cilalı yüzey tarafından LED ışık cihazıyla (Elipar S10, 3M ESPE) artıkların temizlenmesi için 2 saniye polimerize edildi ve siman artıkları uzaklaştırıldı. Daha sonra 20 saniye polimerizasyon yapıldı son olarak da 4 dakika tam polimerizasyonun gerçekleşmesi beklendi. Simantasyon protokolü Şekil 1'de şematize edilmiştir.

**Şekil 1.** Simantasyon protokolü

G-CEM LinkAce self adeziv rezin siman üretici firma talimatlarına göre karıştırılıp 20 adet örneğin kumlama yapılmış yüzeyine uygulandı. Siman uygulanan CAD/CAM kesitleri üzerinde mylar strip bant olan lamel üzerine yerleştirildi. CAD/CAM kesiti tarafından LED ışık cihazıyla artıkların temizlenmesi için 2 saniye polimerize edildi. Artıklar uzaklaştırıldıktan sonra örnek 20 saniye polimerize edilip 4 dakika tam polimerizasyonun gerçekleşmesi beklendi. Daha sonra örneklerin final kalınlıkları (CAD/CAM örnek, adeziv rezin ve lamel kalınlığı hesaba katılarak) dijital kumpas ile kontrol edilmiştir.

Elde edilen örnekler 24 saat bekletilip başlangıç renk ölçümleri (Ö1) beyaz arka plan üzerinde VITA Easyshade Compact (VITA Zahnfabrik, Bad Säckingen, Almanya) spektrofotometre cihazı ile CIE $L^* a^* b^*$ sistemine göre yapıldı. L^* , a^* ve b^* değerleri kaydedildi. L^* parlaklık, a^* kırmızılık-yeşillik, b^* sarılık-mavilik göstergesidir. Spektrofotometre üretici talimatları doğrultusunda kalibre edildi. Ölçümler, benzer koşullar oluşturulması amacıyla aynı operatör tarafından, aynı yerde, aynı saatte ve aynı aydınlatma faktörleri altında yapıldı. Daha sonra örneklerin yarısı distile suda yarısı ise 0.02 N (0.02M) sitrik asit solüsyonunda (pH 2.6) bir hafta süreyle karanlık ortamda, oda sıcaklığında bekletildi. Örnekler sıvılardan çıkarılıp akan su altında yıkandı ve kurutuldu daha sonra ikinci renk ölçümü yapıldı (Ö2). Kompozit CAD/CAM materyal yüzeyinde meydana gelen renklenmeyi elimine etmek için örnek yüzeylerine Enhance Polishing System (Dentsply Caulk, Milford, USA) ile tekrar cila yapıldı

üçüncü renk ölçümleri yapıldı (Ö3). CIE L * a * b * renk ölçüm sistemi kullanılarak tüm ölçümler sırasında her örnek için üç tekrarlayan ölçüm yapıldı ve ortalama değerler hesaplandı. İki ölçüm arasındaki renk değişimi hesaplanırken ΔE değeri kullanıldı. ΔE aşağıdaki formül ile hesaplanmıştır:

$$\Delta E = [(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2]^{1/2}, \quad (\Delta L = L2^* - L1^*, \Delta a = a2^* - a1^* \text{ ve } \Delta b = b2^* - b1^*)$$

Hesaplanan $\Delta E1$ (Ö2-Ö1) değeri başlangıç ile renklenmiş örnekler arasındaki renk değişimini gösterirken, $\Delta E2$ (Ö3-Ö2) renklenmiş örnekler ile cila prosedürün tekrarlanması ile elde edilen renk değişimini göstermektedir.

İstatistiksel analiz IBM SPSS 20.0 (IBM Corp., Armonk, NY, USA) paket programı ile yapıldı. Normal dağılıma uygunluk testi Shapiro Wilk Testi ile değerlendirildi. Nümerik değişkenler medyan (25.-75. persantil) olarak verildi. Gruplar arasındaki farklılıklar normal dağılıma sahip olmayan nümerik değişkenler için Kruskal Wallis Tek yönlü varyans analizi ile belirlendi. Çoklu karşılaştırmalar için Dunn's testi kullanıldı. Anlamlılık düzeyi $p < 0,05$ kabul edildi.

BULGULAR

Çalışmamızda kullanılan CAD/CAM materyalinin farklı adeziv rezinler ile simante edilip distile su ve sitrik asitte bekletilmesi ve daha sonra CAD/CAM yüzeyine tekrar cila uygulanması ile elde edilen ΔE değerleri Tablo 3'de verilmiştir.

Tablo 3. ΔE değerleri (medyan, %25-75 persantil)

Grup		$\Delta E1$	$\Delta E2$
Grup 1 (G-CEM LinkForce-distile su)	Medyan	3.42	0.76
	Persantil	%25	3.09
		%75	3.62
Grup 2 (G-CEM LinkForce-sitrik asit)	Medyan	3.98	0.40
	Persantil	%25	3.37
		%75	4.50
Grup 3 (G-CEM LinkAce-distile su)	Medyan	1.16	0.84
	Persantil	%25	0.69
		%75	4.26
Grup 4 (G-CEM LinkAce-sitrik asit)	Medyan	0.80	3.25
	Persantil	%25	0.57
		%75	3.60

$\Delta E1$ (Ö2-Ö1) distile su ve sitrik asitte yaşlandırma ile başlangıç renk ölçümü arasındaki renk değişimliliğini, $\Delta E2$ (Ö3-Ö2) kompozit CAD/CAM yüzeyine tekrar cila uygulanması ile yaşlandırılmış örnek arasında meydana gelen renk değişimliliğini göstermektedir.

Distile suda bekletilen örneklerde bir haftalık süre sonunda ΔE değerlerinde anlamlı bir fark gözlenmemiştir ($p > 0.05$). Örneklerin sitrik asitte bir hafta bekletilmesi ile elde edilen en yüksek $\Delta E1$ (Ö2-Ö1) değeri Grup 2'de (G-CEM LinkForce-sitrik asit) (3.98) ve en düşük $\Delta E1$ değeri Grup 4'te (G-CEM LinkAce-sitrik asit) (0.80) gözlenmiştir. $\Delta E1$ için Grup 2

ve 4 arasında anlamlı olarak farklılık tespit edilmiştir ($p = 0.011$). Grup 3 (G-CEM LinkAce- distile su) ve Grup 4'te elde edilen $\Delta E1$ değerleri klinik olarak kabul edilebilir sınırlar içindedir ($\Delta E1 < 3.3$).

Cila prosedürünün tekrarlanması ile elde edilen en düşük $\Delta E2$ (Ö3-Ö2) değeri Grup 2'de (0.40), en yüksek $\Delta E2$ değeri Grup 4'te (3.25) gözlenmiştir. $\Delta E2$ için Grup 2 ve 4 arasında anlamlı olarak farklılık tespit edilmiştir ($p = 0.003$). Tüm gruplar için elde edilen $\Delta E2$ değerleri klinik olarak kabul edilebilir düzeydedir ($\Delta E2 < 3.3$).

Gruplar arasında sadece Grup 2 ve 4 arasında $\Delta E1$ ($p = 0.006$) ve $\Delta E2$ ($p = 0.001$) değerlerinde anlamlı farklılık gözlenmiştir. Grup 1 için $\Delta E1$ (3.42) ve Grup 2 için $\Delta E1$ (3.98) klinik olarak kabul edilemez renk değişimi göstermiştir.

ΔE değerleri arasında ise ($\Delta E1 - \Delta E2$) Grup 1 (G-CEM LinkForce-distile su) ve 2 için anlamlı farklılık mevcuttur ($p < 0.05$).

TARTIŞMA

Çalışmamızda dual polimerize ve self adeziv rezin simanların renklenme özelliklerini karşılaştırmak ve renklenmiş CAD/CAM yüzeyine tekrar cila yapılmasının materyalin renk stabilitesine etkisini araştırmak hedeflenmiştir. Test edilen Dual polimerize ve self adeziv rezin simanların CAD/CAM kompozit restorasyonların renk stabilitesi üzerine etkisi yoktur hipotezi reddedilmiştir. Cila prosedürünün tekrarlanması renklenmiş CAD/CAM restorasyonlarda meydana gelen renk değişimini etkilemez hipotezi reddedilmiştir.

Sitrik asitte bekletmenin, adeziv rezin simanlarda renk değişimi meydana getirdiği, cila prosedürünün renklenmiş CAD/CAM restorasyonlarda meydana gelen renk değişimini azalttığı ve adeziv rezin simanların CAD/CAM kompozit restorasyonların renk stabilitesi üzerine etkili olduğu tespit edilmiştir.

Bu çalışmanın limitasyonu örneklerin lamele yapılandırılmış olmasıdır. Bu konu ile ilgili literatür taraması yapıldığında CAD/CAM sistemlerin yapılandırılacağı alt yapının standardizasyonu kompozit rezin, PEEK, çekilmiş diş veya lam/lamel ile gerçekleştirilebilir. Materyallerin ideal değerlendirilmesinin klinik çalışmalar ile sağlandığı bilinmesine rağmen, bu tarz bir sitrik asit yaşlandırmasının hasta üzerinde yapılmasının etik olmaması sebebi ile çalışmamız in vitro şartlarda gerçekleştirilmiştir. Çalışmada çekilmiş diş kullanılmamasının sebebi diş farklılıklarından kaynaklanan renk değişikliklerinin çalışmanın sonuçlarına yansımalarının istenmemesidir. Literatürde bu konu ile ilgili benzer

çalışmalar incelenmiş ve farklı protokollere rastlanılmıştır. Pissaia ve ark.¹⁹ ölçümlerinde kalıplarda polimerize edilen adeziv simanlardan yararlanmış, Hernandes ve ark.²⁰ ise CAD/CAM kesitlerini lamele yapıştırarak ölçümlerini gerçekleştirmiştir. Biz de çalışmamızda standart ortam sağlamak adına CAD/CAM kesitlerini lamele yapıştırarak gerçekleştirdik.

Çalışmamızda iki ölçüm arasındaki renk değişimi hesaplanırken ΔE değeri kullanılmıştır. $\Delta E < 1.0$ renk değerleri insan gözü ile fark edilemeyen, 1.0-3.3 arasındaki değerler klinisyenler tarafından fark edilebilen, klinik olarak kabul edilebilir değerlerdir ve ΔE değerinin 3.3'ten büyük olduğu durumlar ise klinik olarak kabul edilemez renk değişimini göstermektedir.²¹

Rezin simanlarda meydana gelen renklenmenin nedenleri arasında tepkimeye girmemiş çift bağların varlığı, matriste kullanılan monomerlerin bileşimi, doldurucu boyutu ve içeriği, su emilimi ve çevresel faktörlerin etkileri sayılabilir.^{22,23} Amin oksidasyonu dual polimerize resin simanda görülen renklenmenin ana nedeni olsa da bu renklenme matris bileşimi, doldurucu boyutu, içeriği ve artık çift bağlar nedeniyle de meydana gelmektedir.²⁴ Ayrıca dual polimerize simanlarda, yalnızca otopolimerizasyonun gerçekleştirilmesi de polimerizasyon derecesini azaltmaktadır.²⁵

Rezin siman içeriğindeki monomer özellikleri de restorasyonun renk stabilitesini etkilemektedir.²⁶ Resin yapısındaki trietilenglikol dimetakrilat (TEGDMA) ve bisfenol-A glisidil dimetakrilatın (Bis-GMA) hidrolitik bozunması da renklenmeye neden olmaktadır.^{15,27} TEGDMA bazlı materyaller, Bis-GMA-bazlı materyaller ile karşılaştırıldığında nemli ortamda daha fazla miktarlarda monomer açığa çıkarır²⁸ ve içeriğindeki TEGDMA konsantrasyonu ile doğru orantılı olarak su emilimi gerçekleştirir.⁵ Bu durum, adeziv simanlarda gözlenen yüksek renk değişim değerlerine neden olmaktadır. Üretan dimetakrilat (UDMA) ise daha düşük oranda su emilimine neden olduğundan renk değişimine diğer monomerlerden daha az duyarlıdır ve bu nedenle siman renginin stabilitesi UDMA varlığıyla ve TEGDMA miktarındaki azalma ile ilişkilendirilmektedir.^{29,30}

Lu ve Powers³¹ yaptıkları çalışmada Unicem adeziv simanın otopolimerize ve dual sertleşen, Variolink II adeziv simanın ise ışık ile sertleşen ve dual sertleşen modlarını değerlendirmişlerdir. Örnekler kalıp yardımı ile hazırlanıp 150, 300 ve 450 kJ/m² de hızlandırılmış yaşlandırmaya tabi tutulmuştur. Adeziv resin simanların ışık ile veya dual polimerizasyon modlarında anlamlı derecede renk değişikliği meydana geldiği

gözlenmiştir. Bizim çalışmamızda da dual polimerize adeziv siman anlamlı olarak renk değişimi göstermiştir. Koishi ve ark.³² yaptıkları çalışmada dual polimerize Bistite II, Clapearl DC, Dicor Light Activated Cement, G-Cera Cosmotech II, Lute-It ve Variolink II adeziv simanları kullanarak disk şeklinde numuneler elde etmişlerdir. Örnekler dual ve kimyasal olarak polimerize edilmiştir. Örneklerin 24 saat sonra başlangıç ölçümleri yapılmıştır. Daha sonra tüm örnekler distile suda bekletilip 1, 2, 3, 4, 8, 12, 16 ve 24 hafta sonra renk ölçümleri tekrarlanmıştır. Bizim çalışmamıza benzer olarak ΔE değerlerinin materyal tipinden etkilendiğini bildirmişlerdir. Marchionatti ve ark.³³ yaptıkları klinik çalışmada lithium disilikat cam seramik restorasyonları Variolink II adeziv resin siman ile dual polimerizasyon ve ışık ile polimerizasyon modlarında simante etmişlerdir. Restorasyonların renk değerlerini 24 saat ve simantasyondan 2, 6, 12 ve 24 ay sonra ölçmüşlerdir. Restorasyonların renk stabilitesi, değerlendirilen polimerizasyon modları için benzer bulunmuştur. Yapılan çalışmalarda gözlenen farklılıklar kullanılan materyal farklılığından veya yöntem farklılığından kaynaklanmış olabilir. Bizim çalışmamızda ise dual polimerize ve self adeziv resin simanlar bir hafta distile su ve sitrik asitte bekletilmiştir ve renk değişimleri karşılaştırılmıştır. G-CEM LinkAce self adeziv resin siman sitrik asitte bekletildiğinde diğer gruplardan anlamlı olarak düşük renk değişim değerleri göstermiştir. G-CEM LinkAce self adeziv resin simanın renk stabilitesinin anlamlı olarak daha yüksek olmasının UDMA içerikli olması ve Bis-GMA içermemesinden kaynaklanmış olabileceğini düşünmekteyiz.

Yapılan çalışmalarda çinko, baryum, zirkonya veya silika cam içeren resin materyallerin su emilimine ve renk değişimine daha duyarlı olduğu bildirilmiştir.^{34,35} G-CEM LinkForce dual-cure resin siman UDMA içeriklidir, fakat yapısında Bis-GMA ve baryum cam da mevcuttur. G-CEM LinkForce ile simante edilen örneklerde daha fazla renk değişimi gözlenmesine Bis-GMA ve baryum cam içeriğinin neden olduğunu düşünmekteyiz.

Yapay olarak gerçekleştirilen hızlandırılmış yaşlandırma prosedürleri ve suda bekletme, zamanla resin simanda oluşabilecek renk değişikliklerini tahmin etmeye yardımcı olan yöntemlerdir. Hızlandırılmış yapay yaşlandırma yöntemlerinin neden olduğu renk değişikliği, resin esaslı malzemelerdeki organik bileşenlerin hidrolitik bozunması ve özellikle de polimerizasyon hızlandırıcılarının kimyasal bozunması ile ilişkilidir.³⁶ Böylelikle resin esaslı materyaller yaşlandırma



sırasında renk değiştirerek seramik restorasyonların estetik sonuçlarını etkileyebilir.^{16,37} Polimer renklenmesi genellikle polimer matrisin veya reaksiyona girmemiş bileşenlerin bozunması veya dışsal renklenme ajanlarının etkisi ile ilişkilidir.³⁸ Yaşlandırma prosedürlerinin seramik materyallerin renk stabilitesine etkisini araştıran çeşitli çalışmalar mevcuttur. Almeida ve ark.²⁷ yaptıkları çalışmada bizim çalışmamıza benzer olarak dual polimerizasyon ile düşük renk stabilitesi elde edildiğini bildirmişlerdir. Tabatabaei ve ark.³⁹ yaptıkları çalışmada bizim çalışmamızdan farklı olarak self-adeziv rezin simanın renk stabilitesini, ışık ile veya dual sertleşen simanlarınkinden daha düşük bulunmuştur. Bizim çalışmamızdan farklı olarak kullanılan yöntemler ve materyaller farklı sonuçların elde edilmesine neden olmuş olabilir.

Silva ve ark.⁴⁰ sitrik asitin, yapay tükürüğe kıyasla daha yüksek renk değişikliği değerlerine neden olduğunu gözlemlemiştir. Benetti ve ark.⁴¹ ise yaptıkları çalışmada kompozit materyallerin sitrik asitte bekletilmesi ile kabul edilebilir sınırlar içinde renklenme gözlemlendiğini bildirmiştir. Kurt ve ark.⁴² sitrik asitte bekletilen self adeziv rezin siman grupları arasında anlamlı bir fark meydana gelmediğini bildirmiştir. Bizim çalışmamızda ise self adeziv rezin ile simante edilip sitrik asitte bekletilen örnekler dual polimerize rezin siman ile karşılaştırıldığında anlamlı olarak daha düşük renklenme göstermiştir.

Yapılan çalışmalarda araştırmacılar kullanılan rezin materyallerde meydana gelen renklenmenin genellikle yüzeyel olduğunu ve materyalin tipine bağlı olarak cila uygulaması ile elimine edilebileceğini ve renk değişim değerlerinin azalacağını bildirmişlerdir.⁴³⁻⁴⁵ Çalışmamızda elde edilen $\Delta E1$ değerleri örneklerin distile su ve sitrik asitte bekletilmesi ile meydana gelen total renk değişikliğini, $\Delta E2$ değerleri ise örneklerin kompozit CAD/CAM yüzeyine tekrar cila uygulanması ile yaşlandırılmış örnek arasında meydana gelen renk değişikliğini göstermektedir. Düşük $\Delta E2$ değerleri, cila prosedürünün tekrarlanması ile örneklerde meydana gelen renk değişikliğinin düşük olduğunu ve adeziv rezin simanda meydana gelen renk değişiminin restorasyonun renk stabilitesinde daha etkili olabileceğini göstermektedir. $\Delta E1$ ile $\Delta E2$ karşılaştırmasında sadece Grup 1 ve 2 arasında anlamlı farklılık mevcuttur. G-CEM LinkForce ile simante edilen örneklerin total renklenmesi anlamlı olarak daha yüksektir. Bu nedenle total renk değişimi daha fazla gözlenen restorasyonlarda cila prosedürünün tekrarlanması ile renk değişimi düşük düzeyde meydana gelmiştir. $\Delta E1$ ile

$\Delta E2$ G-CEM LinkAce self adeziv rezin siman için karşılaştırıldığında örneklerin total renklenmesi ve cila prosedürünün tekrarlanması ile meydana gelen renk değişimi benzerdir. Total renk değişiminin daha düşük olduğu durumlarda ise cila prosedürünün tekrarlanması ile renk değişiminde anlamlı bir fark meydana gelmemiştir.

Çalışmamızın sonuçlarına göre, CAD/CAM kompozit restorasyonların uzun vadede renk stabilitesini, simantasyonda kullanılan adeziv rezinin tipi etkilemektedir. Bu nedenle klinisyenler açısından adeziv rezin siman seçimi önemli bir konudur. Renklenme meydana gelen seramik restorasyonlarda ise cila prosedürünün tekrarlanması ile kullanılan materyallere bağlı olarak renk değişikliği elde edilebilir. Test edilen restoratif materyallerin uzun vadede stabilizasyonunu belirlemek için daha fazla çalışmaya ihtiyaç vardır.

SONUÇ

Bu çalışmanın sınırlamaları dahilinde aşağıdaki sonuçlar çıkarılabilir:

1. Adeziv rezin simanda meydana gelen renk değişimi restorasyonun renk stabilitesinde etkilidir.
2. CAD/CAM kompozit restorasyonların uzun vadede renk stabilitesini, simantasyonda kullanılan adeziv rezinin tipi etkilemektedir.
3. Self adeziv rezin ile simante edilen restorasyonlar, dual polimerize rezine göre daha az renk değişikliği göstermektedir.
4. Renklenmiş restorasyonlara tekrar cila uygulanması ile restorasyonun renk değişimi kullanılan adeziv rezin tipine bağlı olarak azalmaktadır.

Finansal Destek ve Çıkar Çatışması

Bu makale yazarlarından hiçbirinin makalede bahsi geçen konu veya malzemeyle ilgili herhangi bir ilişkisi, bağlantısı veya parasal çıkar durumu söz konusu değildir.

KAYNAKLAR

1. Della Bona A, Pecho OE, Ghinea R, Cardona JC, Pérez MM. Colour parameters and shade correspondence of CAD–CAM ceramic systems. J Dent 2015;43:726-34.
2. Mörmann WH. The evolution of the CEREC system. J Am Dent Assoc 2006;137 Suppl:7S-13S.
3. Duret F, Blouin JL, Duret B. CAD-CAM in dentistry. J Am Dent Assoc 1988;117:715-20.
4. Pallesen U, Qvist V. Composite resin fillings and inlays. An 11-year evaluation. Clin Oral Investig 2003;7:71-9.



5. Turgut S, Bagis B. Colour stability of laminate veneers: an in vitro study. *J Dent* 2011;39 Suppl 3:e57-e64.
6. Morimoto S, Albanesi R, Sesma N, Agra C, Braga M. Main Clinical Outcomes of Feldspathic Porcelain and Glass-Ceramic Laminate Veneers: A Systematic Review and Meta-Analysis of Survival and Complication Rates. *Int J Prosthodont* 2016;29:38-49.
7. Turgut S, Bagis B, Ayaz EA. Achieving the desired colour in discoloured teeth, using leucite-based cad-cam laminate Systems. *J Dent* 2014;42:68-74.
8. Ferrari M, Patroni S, Balleri P. Measurement of enamel thickness in relation to reduction for etched laminate veneers. *Int J Periodontics Restorative Dent* 1992;12:407-13.
9. Calgaro PA, Furuse AY, Correr GM, Ornaghi BP, Gonzaga CC. Post-cementation colorimetric evaluation of the interaction between the thickness of ceramic veneers and the shade of resin cement. *Am J Dent* 2014;27:191-4.
10. Della Bona A, Nogueira AD, Pecho OE. Optical properties of CAD-CAM ceramic systems. *J Dent* 2014;42:1202-9.
11. Vichi A, Ferrari M, Davidson CL. Influence of ceramic and cement thickness on the masking of various types of opaque posts. *J Prosthet Dent* 2000;83:412-7.
12. Pop-Ciutrla IS, Dudea D, Eugenia Badea M, Moldovan M, Cîmpean SI, Ghinea R. Shade Correspondence, Color, and Translucency Differences between Human Dentine and a CAD/CAM Hybrid Ceramic System. *J Esthet Restor Dent* 2016;28 Suppl 1:S46-S55.
13. Rosenstiel SF, Land MF, Crispin BJ. Dental luting agents: A review of the current literature. *J Prosthet Dent* 1998;80:280-301.
14. Berrong JM, Weed RM, Schwartz IS. Color Stability of Selected Dual-Cure Composite Resin Cements. *J Prosthodont* 1993;2:24-7.
15. Archegas LR, Freire A, Vieira S, Caldas DB, Souza EM. Colour stability and opacity of resin cements and flowable composites for ceramic veneer luting after accelerated ageing. *J Dent* 2011;39:804-10.
16. Kilinc E, Antonson SA, Hardigan PC, Kesercioglu A. Resin cement color stability and its influence on the final shade of all-ceramics. *J Dent* 2011;39 Suppl 1:e30-6.
17. Ferracane JL, Stansbury JW, Burke FJ. Self-adhesive resin cements-chemistry, properties and clinical considerations. *J Oral Rehabil* 2011;38:295-314.
18. Salz U, Zimmermann J, Salzer T. Self-curing, self-etching adhesive cement systems. *J Adhes Dent* 2005;7:7-17.
19. Pissaia JF, Correr GM, Gonzaga CC, da Cunha LF. Influence of shade, curing mode, and aging on the color stability of resin cements. *Braz J Oral Sci* 2015;14:272-5.
20. Hernandez DKL, Arrais CAG, de Lima E, Cesar PF, Rodrigues JA. Influence of resin cement shade on the color and translucency of ceramic veneers. *J Appl Oral Sci* 2016;24:391-6.
21. Vichi A, Ferrari M, Davidson CL. Color and opacity variations in three different resin-based composite products after water aging. *Dent Mater* 2004;20:530-4.
22. Calamia JR, Calamia CS. Porcelain Laminate Veneers: Reasons for 25 Years of Success. *Dent Clin North Am* 2007;51:399-417.
23. Ferracane JL, Moser JB, Greener EH. Ultraviolet light-induced yellowing of dental restorative resins. *J Prosthet Dent* 1985;54:483-7.
24. Sanares AM, Itthagarun A, King NM, Tay FR, Pashley DH. Adverse surface interactions between one-bottle light-cured adhesives and chemical-cured composites. *Dent Mater* 2001;17:542-56.
25. Arrais CA, Giannini M, Rueggeberg FA. Kinetic analysis of monomer conversion in auto- and dual-polymerizing modes of commercial resin luting cements. *J Prosthet Dent* 2009;101:128-36.
26. Sideridou I, Achilias DS, Spyroudi C, Karabela M. Water sorption characteristics of light-cured dental resins and composites based on Bis-EMA/PCDMA. *Biomaterials* 2004;25:367-76.
27. Almeida JR, Schmitt GU, Kaizer MR, Boscato N, Moraes RR. Resin-based luting agents and color stability of bonded ceramic veneers. *J Prosthet Dent* 2015;114:272-7.
28. Moharamzadeh K, Van Noort R, Brook IM, Scutt AM. HPLC analysis of components released from dental composites with different resin compositions using different extraction media. *J Mater Sci Mater Med* 2007;18:133-7.



29. Magalhães AP, Cardoso Pde C, de Souza JB, Fonseca RB, Pires-de-Souza Fde C, Lopez LG. Influence of activation mode of resin cement on the shade of porcelain veneers. *J Prosthodont* 2014;23:291-5.
30. Sideridou I, Tserki V, Papanastasiou G. Study of water sorption, solubility and modulus of elasticity of light-cured dimethacrylate-based dental resins. *Biomaterials* 2003;24:655-65.
31. Lu H, Powers JM. Color stability of resin cements after accelerated aging. *Am J Dent* 2004;17:354-8.
32. Koishi Y, Tanoue N, Atsuta M, Matsumura H. Influence of visible-light exposure on colour stability of current dual-curable luting composites. *J Oral Rehabil* 2002;29:387-93.
33. Marchionatti AME, Wandscher VF, May MM, Bottino MA, May LG. Color stability of ceramic laminate veneers cemented with light-polymerizing and dual-polymerizing luting agent: A split-mouth randomized clinical trial. *J Prosthet Dent* 2017;118:604-10.
34. Yesilyurt C, Yoldas O, Altintas SH, Kusgoz A. Effects of food-simulating liquids on the mechanical properties of a silorane-based dental composite. *Dent Mater J* 2009;28:362-7.
35. Yap AU, Chew CL, Ong LF, Teoh SH. Environmental damage and occlusal contact area wear of composite restoratives. *J Oral Rehabil* 2002;29:87-97.
36. Cho BH, Lim YK, Lee YK. Comparison of the color of natural teeth measured by a colorimeter and Shade Vision System. *Dent Mater* 2007;23:1307-12.
37. Myers ML, Caughman WF, Rueggeberg FA. Effect of restoration composition, shade, and thickness on the cure of a photoactivated resin cement. *J Prosthodont* 1994;3:149-157.
38. Devigus A, Lombardi G. Shading Vita In-ceram YZ substructures: influence on value and chroma, part II. *Int J Comput Dent* 2004;7:379-88.
39. Tabatabaei MH, Matinfard F, Ahmadi E, Ranjbar Omrani L, Sadeghi Mahounak F. Color Stability of Ceramic Veneers Cemented with Self-Adhesive Cements after Accelerated Aging. *Front Dent* 2019;16:393-401.
40. Silva TMD, Sales ALLS, Pucci CR, Borges AB, Torres CRG. The combined effect of food-simulating solutions, brushing and staining on color stability of composite resins. *Acta Biomater Odontol Scand* 2017;3:1-7.
41. Benetti AR, Ribeiro de Jesus VC, Martinelli NL, Pascotto RC, Poli-Frederico RC. Colour stability, staining and roughness of silorane after prolonged chemical challenges. *J Dent* 2013;41:1229-35.
42. Kurt M, Yamali Y, Bankoglu Gungor M, Karakoca N, Turhan Bal B. Effect of food-simulating liquids on the color change of selfadhesive resin cements. *J Dent Fac Atatürk Uni* 2021;31:234-40.
43. Türkün LS, Türkün M. Effect of bleaching and repolishing procedures on coffee and tea stain removal from three anterior composite veneering materials. *J Esthet Restor Dent* 2004;16:290-302.
44. Rosentritt M, Esch J, Behr M, Leibrock A, Handel G. In vivo color stability of resin composite veneers and acrylic resin teeth in removable partial dentures. *Quintessence Int* 1998;29:517-22.
45. Garoushi S, Lassila L, Hatem M, et al. Influence of staining solutions and whitening procedures on discoloration of hybrid composite resins. *Acta Odontol Scand* 2013;71:144-50.

Sorumlu Yazarın Yazışma Adresi

Seval Başpınar Alper
Kocaeli Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi,
Restoratif Diş Tedavisi Anabilim Dalı, Paşadağ
Mah. Akçakesme Sk. No:7 41190 Başiskele,
Kocaeli, Türkiye
Telefon ve fax numarası: 0 262 344 22 22
e-mail: sevalbaspınar@hotmail.com

