

Modelasyon Likitinin Kompozit Rezin Restorasyonlarının Renk Stabilitesine Etkisi: *in vitro* Çalışma

Effect of Modeling Liquid on Color Stability of Composite Resin Restorations: *in vitro* Study

Elif DİŞÇİ GÖKÇE^a, Gökhan GÖKÇE^a, Nihan GÖNÜLÖL^a, Eda GÜLER^a

^aOndokuz Mayıs Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Restoratif Diş Tedavisi ABD, Samsun, Türkiye

ÖZET Amaç: Bu *in vitro* çalışmanın amacı, kompozit rezin restorasyonların şekillendirilmesinde kullanılan rezin içerikli modelasyon likiti kullanımının farklı renklendirici ortamlara maruz kalan kompozit rezinin renk stabilitesine etkisini incelemektir. **Gereç ve Yöntemler:** Bu çalışmada, mikrohibrit kompozit, (G-enial Anterior A2, GC, Tokyo, Japonya) 8x2 mm paslanmaz çelik kalıp kullanılarak 80 adet örnek hazırlanmıştır. Hazırlanan örnekler iki ana gruba ayrılmıştır. Grup K'de örnekler modelasyon likiti uygulanmamıştır (kontrol grubu). Grup GC'de ise örneklerin yüzeyine modelasyon likiti (Modeling Liquid, GC, Tokyo, Japonya) uygulanmıştır. Daha sonra tüm örnekler LED ışık cihazı (Elipar S10, 3M ESPE, ABD) ile 20 sn polimerize edilmiştir. Polisaj işlemi yapıldıktan sonra örneklerin başlangıç L0*, a0*, b0* değerleri bir spektrofotometre cihazı (Vita Easyshade V, Bad Säckingen, Almanya) ile ölçülüp kaydedilmiştir. Örnekler daha sonra 4 ayrı gruba ayrılarak distile su, kahve, sigara ve kahve+sigara olmak üzere farklı renklendirici ortamlarda bekletilmiştir (n=10). Sigara dumanına maruz bırakılan grup için örnekler 20 adet sigara dumanına maruz bırakılmıştır. Kahve+sigara grubu ise kahve solüsyonunda saklandıktan sonra sigara dumanına maruz bırakılmıştır. Örneklerin renklendirme işleminden sonraki L1*, a1*, b1* değerleri de aynı şekilde ölçülmüştür. Bu ölçümler sonucunda $\Delta E00$ değerleri hesaplanmıştır. Veriler tek yönlü varyans analizi ve Tukey HSD testleri ile analiz edilmiştir (p<0,05). **Bulgular:** Tüm renklendirici ortamlar değerlendirildiğinde Grup K'de Grup GC'ye göre anlamlı derecede daha fazla renk değişimi belirlendi. Her iki grupta da kahve+sigara renklendirme ortamı diğer ortamlara göre daha fazla renklenmeye sebep olurken, distile su ile renklendirilen örnekler diğer ortamlara göre anlamlı derecede daha az renk değişimine neden olmuştur (p<0,05). **Sonuç:** Kompozit restorasyonların modelasyon likiti kullanılarak hazırlanması farklı renklendirici ortamlarda renk değişimini önemli derecede azaltabilir.

ABSTRACT Objective: The aim of this *in vitro* study is to examine the effect of resin-containing modeling liquid used in shaping composite resin restorations on the color stability of composite resin exposed to different coloring media. **Material and Methods:** In this study, 80 samples, were prepared from a microhybrid composite (G-enial Anterior A2, GC, Tokyo, Japan) using a stainless steel mold with 8x2 mm. Prepared samples are divided into two main groups. Modeling liquid was not applied to samples in Group K (control group). In Group GC, modeling liquid (Modeling Liquid, GC, Tokyo, Japan) was applied to surface of samples. Then, all samples and polymerized with LED light (Elipar S10, 3M ESPE, USA) device for 20 seconds. After polishing process, the initial L0*, a0*, b0* values of samples were measured and recorded with a spectrophotometer device (Vita Easyshade V, Bad Säckingen, Germany). The samples were then randomly divided into 4 different groups and exposed to different coloring media as follows: distilled water, coffee, cigarette and coffee+cigarette (n=10). For the cigarette smoke-exposed group, samples were exposed to 20 cigarette smoke exposures. The coffee+cigarette, group was exposed to cigarette smoke after being stored in the coffee solution. The L1*, a1*, b1* values of the samples after discoloration were measured and $\Delta E00$ values were calculated. Data were analyzed with one-way analysis of variance and Tukey tests (p<0.05). **Results:** When all the coloring media were considered, higher color change was detected in control group than Group GC. For both of the tested groups, while coffee+cigarette media caused the highest $\Delta E00$ values, distilled water caused the lowest (p<0.05). **Conclusion:** Preparation of microhybrid composite using modeling liquid can significantly reduce color change in different coloring media.

Anahtar Kelimeler: Kompozit restorasyon;
modelasyon likiti; renk değişimi

Keywords: Composite restoration;
modeling liquid; discoloration

KAYNAK GÖSTERMEK İÇİN:

Dişçi Gökçe E, Gökçe G, Gönülöl N, Güler E. Modelasyon likitinin kompozit rezin restorasyonlarının renk stabilitesine etkisi: *in vitro* çalışma. Türkiye Klinikleri J Dental Sci. 2024;30(3):498-505.

Correspondence: Elif DİŞÇİ GÖKÇE
Ondokuz Mayıs Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Restoratif Diş Tedavisi ABD, Samsun, Türkiye
E-mail: elif.disci@omu.edu.tr



Peer review under responsibility of Türkiye Klinikleri Journal of Dental Sciences.

Received: 15 Feb 2024

Received in revised form: 25 Mar 2024

Accepted: 16 Apr 2024

Available online: 20 May 2024

2146-8966 / Copyright © 2024 by Türkiye Klinikleri. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Direkt kompozit rezin restorasyonlar, uzun ömürlü olması ve indirekt işlemlere göre düşük maliyetleri nedeniyle hem anterior dişlerin hem de posterior dişlerin restorasyonlarında günümüzde sıklıkla kullanılmaktadır. Kompozit rezinler minimal invaziv uygulamalara izin vermesi, doğal diş yapısına benzer optik özelliklere sahip olması ve doğal diş anatomisi oluşturabilmesi nedeniyle günümüzde sıklıkla tercih edilmektedir.^{1,2}

Rezin kompozitler ile başarılı estetik restorasyonların elde edilmesi, hem klinisyenlerin becerisine hem de kompozitin fiziksel özelliklerine bağlıdır. Klinisyenler, polimerize olmamış rezin kompozitin diş yüzeyine yerleştirme ve şekillendirme sırasında kıvamı nedeniyle el aletlerine yapışarak işlemi zorlaştırdığından dolayı, el aletlerini modelasyon sıvılarıyla ıslatarak kompozitin yüzey gerilimini azaltmaya dolayısıyla rezin kompozitin modelasyonunu kolaylaştırmaya çalışmışlardır.³⁻⁵

Ayrıca bu düşük viskoziteli sıvılar, kompozitin tabakalı yerleştirilmesi sırasında oluşan gözenekliliğe nüfuz ederek restorasyonun yüzeyindeki boşlukları azaltarak mekanik özellikleri ve renk stabilitesini iyileştirebilir.^{3,5,6}

Günümüzde bazı firmalar kompozitlerin modelasyonunu kolaylaştırmak için piyasaya özel üretilmiş modelasyon sıvıları sunmuştur.⁷ Ancak klinisyenler, rezin adezivleri sıklıkla kliniklerinde kullandıklarından ve yeni üretilen modelasyon sıvıları hakkında yeterli klinik tecrübeye ve bilgiye sahip olmadıklarından üretici talimatlarında olmasına rağmen modelasyon sıvısı olarak da kullanılmaktadırlar.⁸ Buna rağmen adeziv sistemlerde kullanılan hidrofilik monomerlerin olası olumsuz etkileri ve bazı adezivlerin içerisinde bulunan çözücülerin varlığı kompozitin renk stabilitesi üzerinde endişe yaratmaktadır.^{3,4,7}

Bu monomerlerin ve çözücülerin hidrofilik özellikleri, restorasyonunun su emilimine ve zamanla renk değiştirmesine neden olabilir. Bu nedenle içerisinde çözücü bulundurmeyen, su emilimine ve hidrolitik bozulmaya daha dirençli organik monomerler kullanılan özel modelasyon sıvıları üretilmeye başlanmıştır.^{4,5,7}

Rezin kompozit, estetiğin önemli olduğu durumlarda direkt restorasyonlar için tercih edilen ma-

teryallerdir. Bununla birlikte kompozitlerdeki büyük ilerlemeye, mekanik ve estetik özelliklerdeki gelişmelere rağmen başta renk değişikliği olmak üzere bazı olumsuzluklar devam etmektedir.⁹

Yüzey lekelenmesi genellikle kahve, çay, kırmızı şarap, kola gibi yiyecek ve içeceklerin renklendirici ajanlarının penetrasyonundan kaynaklanır.^{10,11} Bununla birlikte literatürde sigara dumanı ve kahvenin estetik restoratif materyaller üzerindeki etkisine ilişkin az sayıda çalışma bulunmaktadır.

Raptis ve ark. tarafından sigarayla ilgili yapılan ilk çalışmalarda, 40 adet sigara dumanına maruz bırakılan kompozitlerinin renk stabilitesinde önemli değişiklikler kaydetmişlerdir.¹² Yapılan güncel araştırmalar da alkollü içeceklerle sigara dumanının etkisini değerlendirmiş ve bu iki ajanın birlikteliğinin restoratif materyallerin boyanmasını artırabileceğini göstermiştir.^{13,14}

Bu *in vitro* çalışmanın amacı, kompozit rezin restorasyonların şekillendirilmesinde kullanılan rezin içerikli modelasyon likiti kullanımının farklı renklendirici ortamlara maruz kalan kompozit rezinin renk stabilitesine etkisini incelemektir. Test edilen hipotez ise modelasyon likiti kullanımının rezin kompozitin renk stabilitesi üzerinde hiçbir etkisi olmayacağıdır.

GEREÇ VE YÖNTEMLER

Bu çalışma, Helsinki Deklarasyonu prensiplerine uygun olarak hazırlanmıştır. Bu çalışmada, 8 mm çapında ve 2 mm yüksekliğindeki özel hazırlanmış paslanmaz çelik kalıp ile mikrohibrit bir kompozitten (G-enial Anterior A2, GC, Tokyo, Japonya) 80 adet örnek aynı operatör tarafından hazırlanmıştır. Hazırlanan bu örneklerin yarısına (n=40) hazırlanma sırasında herhangi bir likit uygulanmazken (Kontrol), diğer yarısına (n=40) polimerizasyon öncesi en üst yüzeyine modelasyon likiti (GC, Tokyo, Japonya) uygulandı (Tablo 1).

Modelasyon likiti uygulanan grup için modelasyon fırçası bir damla modelasyon likitiyle ıslatıldı ve fazla sıvının uzaklaştırılması için fırçanın her iki tarafı bir cam lamel üzerine 3 sn hafif basınçla fırçalama hareketi yapıldı.¹⁴ Daha sonra fırça kompozit

TABLO 1: Çalışmada kullanılan materyaller.

Materyal	İçerikleri	Üretici firma	Lot numaraları
G-aenial mikrohibrit kompozit	UDMA, dimetakrilat komonomerler, pre-polimerize partikül içeren silika, stronsiyum, lantanoid florid, fumed silika	GC Corporation, Tokyo, Japonya	2103232
GC modeling liquid	UDMA, 2-hidroksi-1,3 dimetakriloksiopropan, 2- hidroksietil metakrilat	GC Corporation, Tokyo, Japonya	2202041

UDMA: Üretan dimetakrilatlar.

yüzeyine ileri ve geri yönde olmak üzere toplam 6 fırçalama hareketi ile uygulandı. Bu uygulamalar, kontrol grubu hariç diğer gruplar için aynı standartta yapıldı. Modelasyon likiti 2 mm'lik kompozitlerin sadece üst yüzeylerine uygulandı. Kontrol grubunda kompozitin üst yüzeyine herhangi bir modelasyon likiti uygulanmadı.

Kompozit materyalin kalıp üzerindeki fazlalıklarını çıkarmak ve boşlukları elimine etmek için paslanmaz çelik kalıp mylar striplerle (SS White, Philadelphia, PA, ABD) iki mikroskopik cam arasında parmak basıncı ile sıkıştırıldı. Kompozit rezinlerin modelasyon likitleri ile tabakalanması sonucunda 2 mm'lik tabaka bir LED (Elipar S10, 3M ESPE, St.Paul,MN, ABD) cihazı ile 20 sn polimerize edildi. Kompozit disklerin polimerizasyonu sırasında ışık kaynağının ucu cam lamel üzerine direkt temas ettirilerek ışık uygulama mesafesi minimum ve dik olacak şekilde standardizasyon sağlandı. Kalıplardan çıkarılan kompozit disklerinin üst yüzeyinde bulunan taşkınlıklar keskin bir bistiiri ile temizlenerek ve Sof-Lex cila diskleri (3M™ ESPE™, St. Paul, ABD) kalın grenliden ince grenliye doğru sırasıyla kullanılarak kompozitin üst yüzeyine cila yapıldı. Hazırlanan rezin kompozit disklerin polisaj ve renk ölçüm işlemlerinin aynı yüzeyinden yapılabilmesi için örneklerin işlem yapılmayan alt yüzeyleri bistiiri ile işaretlendi.

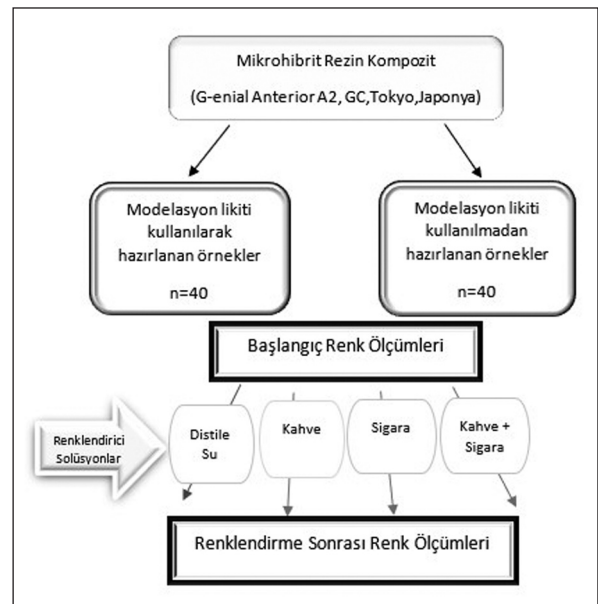
Örnekler, post-polimerizasyonun tamamlanması için 24 saat boyunca 37 °C'lik bir inkübatörde distile su içinde tutuldu. Daha sonra tüm örneklerin merkezi alanlarından art arda 3 ölçüm alınarak başlangıç L*, a*, b* (CIE sistemi) değerleri bir spektrofotometre (Vita Easyshade V, Vita Zahnfabrik, Bad Säckingen, Almanya) cihazı kullanılarak ölçüldü ve ortalama değerleri kaydedildi.

Daha sonra örnekler 4 alt gruba ayrılarak (n=10) farklı renklendirici ortamlara maruz bırakıldı (Şekil 1). Bu ortamlar :

Distile su (DS,) Kahve(K), Sigara(S), Kahve + Sigara (KS)

Distile su grubunda örnekler 24 saat boyunca 37 °C'de etüvde bekletildi. Kahve grubu ise kahve solüsyonu kaynatılan 200 mL distile suya 2 g granül kahve (Nescafé Classic; Nestlé, İspanya) eklenmesiyle hazırlandı. Örnekler bu solüsyon içerisinde 37°C'de etüvde 24 saat bekletildi.¹⁵

Sigara grubu için özel bir sigara içme makinesi kullanıldı. Sigara cihaza yerleştirilip sigara yakıldı (Marlboro Red, Philip Morris, ABD). Hazneye 2 sn boyunca negatif bir basınç (13,75 cm²/s paskal), 4 sn boyunca ise pozitif basınç (27,5 cm²/s paskal) uygu-



ŞEKİL 1: Şematik çalışma planı.

lanarak haznede duman birikmesi sağlandı. Daha sonra örnekler 24 sn boyunca sigara dumanına doymuş hâlde haznede tutuldu. Böylece 30 sn'lik bir siklus tamamlanmış oldu. Bu döngü 1 adet sigaranın tamamı için 10 siklus olacak şekilde tekrarlandı. Tüm sigaralar filtreyi kapatan uç kağıdının 10 mm ötesine kadar yakıldı. Her örnek 1 paket sigaraya (20 adet) maruz bırakıldı. Kahve+sigara grubunda, örnekler 37°C'de etüvde 24 saat hazırlanan kahve solüsyonunda bekletildikten sonra, sigara içme makinesinde daha önce anlatıldığı şekilde 1 paket sigaraya maruz bırakıldı. Renklendirme işleminden sonra örnekler distile su ile nazikçe durulandı.

Örneklerin renklendirme işleminden sonraki L_1^* , a_1^* , b_1^* değerleri de aynı şekilde spektrofotometre cihazı ile ölçülüp kaydedildi. Başlangıçtaki ve renklendirme prosedürlerinden sonraki L^* , a^* ve b^* koordinatları arasındaki renk farklılıkları belirlenerek renk değişiklikleri (ΔE_{00}) hesaplandı.

$$\Delta E_{00} = \left[\left(\frac{\Delta L^*}{K_L S_L} \right)^2 + \left(\frac{\Delta C^*}{K_C S_C} \right)^2 + \left(\frac{\Delta H^*}{K_H S_H} \right)^2 + R_T \left(\frac{\Delta C^*}{K_C S_C} \right) \left(\frac{\Delta H^*}{K_H S_H} \right) \right]^{1/2}$$

İSTATİSTİKSEL ANALİZ

Araştırmadan elde edilen verilerin analizinde SPSS 20.0 (IBM SPSS İstatistikleri, Chicago, IL, ABD) yazılım programı kullanıldı. Araştırmada elde edilen ΔE_{00} verilerine uygulanacak istatistik analiz yöntemleri öncesinde normallik varsayımı Kolmogorov-Smirnov testi incelenmiştir. Veriler çift yönlü varyans analizi ve Tukey HSD testleri ile analiz edildi ($p < 0,05$).

BULGULAR

Çalışmada başlangıç-renklendirme işlemleri sonrası belirlenen renk değişim (ΔE_{00}) değerleri Tablo 2'de gösterilmektedir. Kontrol grubu için distile suda ($0,58 \pm 0,32$) saklanan örnekler, kahve ($3,30 \pm 0,64$), sigara ($3,07 \pm 0,80$) ve kahve+sigara ($3,53 \pm 0,72$) saklama ortamlarına göre anlamlı derecede daha az renk değişimi meydana gelmiştir ($p < 0,05$). Buna rağmen kahve, sigara ve kahve+sigara saklama ortamları arasındaki fark anlamlı değildir.

GC grubu için distile suda ($0,49 \pm 0,15$) saklanan örnekler kahve ($2,43 \pm 0,66$), sigara ($2,77 \pm 0,45$),

TABLO 2: Test edilen örneklerin ΔE_{00} değerleri ve standart sapmaları (\pm).

	Grup K	Grup GC	
Distile su	$0,58 \pm 0,32^{A,a}$	$0,49 \pm 0,15^{B,c}$	$p < 0,001$
Kahve	$3,30 \pm 0,64^{B,a}$	$2,43 \pm 0,66^{B,b}$	
Sigara	$3,07 \pm 0,80^{A,b}$	$2,77 \pm 0,45^{B,a,b}$	
Kahve+sigara	$3,53 \pm 0,72^{B,a}$	$3,13 \pm 0,58^{B,a}$	
	$p < 0,001$		

*Her bir sütunda farklı üst simge küçük harfler (a, b, c) ve her bir satırda farklı üst simge büyük harfler (A, B, C) kullanılmıştır. Aynı harfle gösterilen değerler arasında istatistiksel olarak anlamlı fark yoktur ($p < 0,05$).

kahve+sigara ($3,13 \pm 0,58$) saklama ortamlarına göre anlamlı derecede daha az renk değişimi meydana gelmiştir. Kahve+sigara saklama ortamı en yüksek ΔE_{00} değerini vermiştir ve sigara saklama ortamı ile arasında anlamlı derecede renk değişimi göstermezken, kahve saklama ortamına göre anlamlı derecede renk değişimi göstermiştir.

Tüm renklendirici ortamlar değerlendirildiğinde kontrol grubu, GC grubuna göre anlamlı derecede daha fazla renk değişimi göstermiştir ($p < 0,05$). Kahve+sigara ortamı her iki grupta da diğer renklendirici ortamlara göre daha fazla renklenme tespit edilirken, distile suda bekletilen örnekler her iki ana grupta da diğer ortamlara göre istatistiksel olarak anlamlı derecede daha az renk değişimine neden olmuştur ($p < 0,05$).

TARTIŞMA

Modelasyon sıvıları rezin kompozitlerin kaviteye yerleştirilmesini ve şekillendirmesini kolaylaştırdığından dolayı günümüzde birçok diş hekimi bu materyalleri sıklıkla kullanmaya başlamıştır. Bununla birlikte, modelasyon sıvılarının uygulanmasının restorasyonun üzerindeki etkileri bilinmemektedir. Özellikle rezin kompozit üzerindeki uzun zaman renk stabilitesi üzerindeki etkileri hakkında çeşitli şüpheler vardır.^{4,16} Bu nedenle çalışmamızda, modelasyon sıvısı uygulanarak hazırlanan rezin kompozitleri çeşitli renklendirici ortamlara maruz bırakarak renk stabilite üzerindeki etkileri değerlendirilmiştir.

Modelasyon sıvısının mevcudiyetinin analizinde, bu sıvı ile hazırlanan numuneler, modelasyon sıvısı olmadan hazırlanan numunelere kıyasla daha

az renk değişimi (ΔE_{00}) sergiledi ve bu çalışmada modelasyon likitinin kompozit rezinlerin renk değişimi üzerindeki etkisinin olumlu olduğu ve renklemeyi azalttığı belirlendiğinden çalışmanın hipotezi reddedildi.

Rezin kompozitlerdeki renk değişimi hem içsel hem de dışsal faktörlerden doğrudan etkilendiği iyi bilinmektedir.⁴ İçsel faktörler, organik matrisin tipi, doldurucu partikülleri ve foto-başlatıcılar dâhil olmak üzere kompozitin kimyasal bileşimi ve polimerizasyon oranı ile ilgiliyken; dışsal faktörler, sigara dumanı, gıda renklendiricileri ve içecekler dâhil olmak üzere boyayıcı ajanların resin kompozit ile etkileşimi ile ilgilidir.^{17,18} Ayrıca yüzey pürüzlülüğü ve restorasyonlarda yapılan bitirme/parlatma işlemi de renk değişiminde etkili olabilir.

Yapılan çalışmalarda şeffaf band ile yapılan resin kompozitlerde baskıdan dolayı doldurucu partiküller yüzeyden derine doğru itildiği ve resin içeriği yüksek organik matris ise yüzeyde fazla miktarda bulunmasına neden olduğu belirlenmiştir.^{19,20} Yüzeyde doldurucu miktarı az olan zengin resin içeren yüzeyel yapısı ise renklenmeye karşı duyarlı bir yapıdır.^{20,21} Bu nedenlerle çalışmamızda, polimerizasyon işleminden sonra resin kompozit yüzeyine bu yapıyı uzaklaştırmak için tüm örnekler polisaj işlemi yapılmıştır.

Rezin kompozitlere uygulanan polisaj işlemi, en üst tabakaya uygulanan modelasyon likitinin uzaklaşmasına ve etkinliğini ortadan kaldırdığına düşündürmektedir. Ancak yapılan benzer çalışmalarda, modelasyon likiti uygulanmış resin kompozitlerin mikrosertlik değerleri incelendiğinde polisaj işlemi yapıldığında dahi daha düşük sonuçlar elde edilmiştir. Tuncer ve ark. yaptıkları çalışmada, modelasyon likiti (Modeling Resin, Bisco, Schaumburg, IL ABD) kullanılarak hazırlanan farklı resin kompozitlerin mikrosertlik değerlerini incelemiş, GrandioSO (Voco, Cuxhaven, Almanya) ve Gradia Direct Posterior (GC Corporation, Tokyo, Japonya) resin kompozitleri için daha düşük değer gösterdiği belirtilmiştir.¹⁶ Bayraktar ve ark. yaptıkları çalışmada ise modelasyon likiti kullanımı, polisaj yapılan tüm resin kompozitlerin mikrosertlik değerlerinde azalmaya neden olmuştur.⁸ Bu çalışmaların

sonuçlarına dayanarak modelasyon likitinin sadece kompozitin üst tabasına uygulansa dahi belirli bir derinlikte infiltrasyon gösterdiğini, polisaj işlemi yapıldıktan sonra da resin kompozit yapısında kaldığını göstermektedir.

Kompozit resin materyaller suyu absorbe edebildikleri için pigment içeren sıvılar kompozit rezinde renklenmeye neden olur.²² Su emilimi, çoğunlukla resin matrisindeki doğrudan absorpsiyondan kaynaklanmaktadır. Su absorpsiyon oranı, materyalin resin içeriği ve resin-doldurucu ara yüzünün bağlanması ile ilişkilidir. Aşırı su emilimi, resinin genişlemesine ve plastikleşmesine neden olur. Bu da kompozit rezinde renk değişikliğine ortam hazırlayan mikro çatlaklara veya inorganik doldurucu ile organik matris arasında boşlukların oluşmasına ortam hazırlayarak renklendirici moleküllerin penetrasyonuna neden olur.²³ Bu nedenle çalışmamızda, renk pigmenti içermeyen distile su ile içerisinde birçok renklendirici pigment bulunduran kahve solüsyonu kullanılmıştır. Kahve, düşük polaritede sarı renk oluşturan maddeler içererek renk değişimine neden olur.²⁴ Güler ve ark. göre bir fincan kahve içmek için ortalama süre 15 dk'dır ve kahve içen bireyler tarafından günde ortalama 3,2 bardak kahve içilmektedir.²⁵ Bu nedenle 1 aylık kahve tüketiminin stimüle edilebilmesi için örnekler 24 saat boyunca hazırlanan kahve solüsyonunda bekletilmiştir.

Literatürde restoratif materyallerin sigara dumanına maruz bırakılma şeklini standardize eden ve renk stabilitesi üzerindeki etkisini araştıran yeterli sayıda çalışma bulunmamaktadır. Bu tür çalışmalar, kullanılan ekipmanın tipini, sigara sayısını, duman akışını ve maddenin ajana maruz kalma süresini standartlaştırmadan sigara dumanının etkisini incelemiştir. Bu çalışmada ise tasarım metodolojisi, her seferinde bir sigara alma kapasitesine sahip küçük bir cihaz kullanmak ve böylece sigara dumanının standart bir zaman aralığında ve hızda test örneğinin üzerinden geçmesine izin vermektedir.

Daha önceki çalışmalarda sigara dumanının estetik dental materyaller üzerinde boyayıcı etkisi bildirilmiş olmasına rağmen literatürde sigara içme alışkanlığı ile restoratif materyallerin renklenmesi arasında bir ilişki kurulamamıştır. Tütün dumanı,

yaklaşık 4.000 farklı bileşenin karmaşık bir karışımıdır ve iki farklı faz içermektedir. Birincisi uçucu fazdır ve CO, CO₂, NO, H₂O'dan oluşurken, ikinci faz ise esas olarak katrandan oluşan ve birçok küçük moleküllerden oluşan partiküller fazıdır. Katran bileşiminin yaklaşık %0,2'si tütün yapraklarından elde edilen kahverengi pigmentlerle temsil edilir. Bu kahverengi pigmentler, dişlerin ve estetik diş malzemelerinin boyanmasından sorumlu ajan olarak kabul edilir.^{26,27}

Dental materyallerin rengi, hastanın alışkanlıklarından büyük ölçüde etkilendiğinden ve sigara içmenin genellikle çok miktarda kahve veya alkollü içecekler ile ilişkili olduğu düşünüldüğünde, bu tür faktörlerin kombinasyonunun diş rengi üzerindeki etkisi araştırılması gerekmektedir. Bu nedenle çalışmamızda, kahve ve sigara kullanımının kombine etkisinin renk stabilitesi üzerindeki etkisi de araştırılmıştır. Mathias ve ark. yaptığı çalışmada, kahve ve sigara dumanına maruz bırakılan rezin kompozitlerin renk değişiminin sadece sigara veya sadece kahve kullanımına göre daha fazla renk değişimine sebep olduğunu bildirmişlerdir.¹⁴ Çalışmamızın sonuçları da bu görüşü desteklemektedir. Modelasyon likiti kullanılmadan hazırlanan örnekler için kahve+sigara grubu diğer renklendirici ortamlardan daha fazla renk değişimine sebep olmuştur ancak bu değişim sadece sigara veya sadece kahve ortamlarına göre anlamlı bir değişim meydana getirmemiştir. Modelasyon likiti kullanılan gruplarda ise kahve+sigara grubu en yüksek renk değişimine neden olmuştur fakat sigara grubuna göre anlamlı derece fark bulunamazken kahve ve distile sudan anlamlı derece daha fazla renk değişimi bulunmuştur.

Modelasyon likiti uygulandığında kahvede beklenen örnekler anlamlı derecede daha düşük renk farkı görülmesinin sebebi modelasyon sıvısının rezin kompoziti kahvenin hidrolizisine karşı korumasıyla ilişkilendirilebilir.^{4,5,7} Sigara gruplarındaki renk değişiminin fazla olması ise Alandia-Roman ve ark.nın yaptıkları çalışmanın sonuçlarındaki gibi rezin kompozitlerin üzerindeki aşırı birikmiş sigara dumanı etken olmuş olabilir.²⁸

Dental materyal çalışmalarında, kolorimetre ve spektrofotometreler, renk ölçümü için güvenilir cihazlar olarak kabul edilmektedir.²⁹ Araştırmamızda

renk ölçüm işlemleri, bir spektrofotometre yardımıyla gerçekleştirilmiştir. Renk farklılıklarının hesaplanmasında ise CIELab ve güncel olarak CIEDE2000 en sık kullanılan sistemlerdir.

Çalışmalar CIEDE2000 renk formülünün, dental materyallerdeki translüsensi ve renk değişiminin değerlendirilmesinde algılanabilirlik ve kabul edilebilirlik noktasında CIELab formülünden daha iyi bir uyum sağladığını göstermiştir.^{30,31} Algılanabilirlik, bir diş ve bitişik renklenmiş restorasyon arasındaki renk farkının tespitini belirtirken; kabul edilebilirlik, bu restorasyon için kabul edilebilir olan renk farkını tanımlar.³² ISO/TR 28642:2016 standartlarına göre renk değişimi için eşik değerleri Paravina ve ark. çalışmalarında tespit ettikleri şekilde, algılanabilirlik için 0,8; kabul edilebilirlik için 1,8 olarak kabul edilmektedir.³³ Bu çalışmada, renk değişimlerinin tespiti için güncel literatüre uygun olarak CIEDE2000 formülünden yararlanılmıştır. Yapılan ölçümler sonucunda algılanabilirlik ve kabul edilebilirlik düzeyinde renk değişimi sadece boyayıcı pigment içermeyen distile suda meydana gelmiştir.

Çalışmamızın sonuçlarında farklı renklendirici ortamlarda beklenen rezin kompozitlerin modelasyon likiti ile hazırlandığında renk stabilitesinin daha iyi olduğu belirlenmiştir. Hidrofobik yapıda olan ve doldurucu içermeyen modelasyon likiti çalışmada, kompozit yüzeyinde hidrolize sebep olabilecek sülasyonlara karşı direnç göstererek mikrohibrit kompozitin renk stabilitesini koruyabilmiştir. Bu bulgular, diğer çalışmalar ile de desteklenmektedir.^{3,4}

Modelasyon likitleri düşük viskoziteleri nedeniyle kompozit tabasının yüzeyinde kondenzasyon sırasında oluşabilecek boşlukları ve düzensizlikleri giderebileceğinden dolayı renk stabilitesini artırabilmektedir.³ Bu durum, Araujo ve ark. modelasyon likiti olarak kullanılan farklı adezivlerin rezin kompozitin opasite ve renk değişimi üzerindeki etkisini incelediği çalışmada da viskozitenin önemli bir faktör olduğunu belirtmişlerdir.⁷

İn vivo koşullardaki nemli ortamda difüzyon yapamayan tetraetilen glikol dimetil eter, bisfenol A-glisidil metakrilat, üretan dimetakrilatlar (UDMA) gibi monomerler, hidroksietilmetakrilat (HEMA) ile birlikte bir karışım içerisinde kullanıldıklarında;

HEMA bütün karışım için yeterli hidrofilik özellikleri sağlayarak bu moleküllerin difüzyonunu artırabilmektedir.³⁴ Çalışmamızda kullanılan GC modeling liquid içerisindeki monomerler incelendiğinde HEMA, fiziksel özellikleri daha iyi olan UDMA'nın kompozit yapının içerisine infiltre olmasını ve reaksiyona girmesini sağlamış olabilir. Bu UDMA'dan zengin yüzey ise renklendirici solüsyonlara karşı direnç göstererek renk stabilitesini korumuş olabilir.

Çalışmada kullanılan rezin kompozit materyal ile modelasyon likiti aynı üretici (GC Corporation, Tokyo, Japonya) tarafından formüle edildiğinden dolayı iki materyaldeki monomerler arasında muhtemelen daha güçlü kimyasal uyumluluk meydana gelmiş olabilir.³⁵

Bu çalışmanın limitasyonu olarak klinik kullanımda restore edilmiş dişin sadece dış yüzeyi içeceklerle maruz kalırken *in vitro* koşullarda yapılan çalışmalarda ise tüm yüzey boyayıcı maddeye maruz kalmaktadır. Ayrıca tükürük ile beslenme sırasında tüketilen sıvı ve katı besinler bu boyayıcı ajanları seyreletebilir.

Çalışmamızda modelasyon likitinin kullanımının materyalin renk değişimi üzerinde olumlu bir et-

kisi olmuş olsa da bu konuda klinik çalışmaların yapılmasının faydalı olacağı düşünülmektedir.

SONUÇ

Modelasyon likitinin rezin kompozitler üzerindeki renk stabilitesini inceleyen bu *in vitro* çalışmada, modelasyon likiti kullanımının farklı renklendirici ortamlarda renk değişimini önemli derecede azalttığı gösterilmiştir.

Finansal Kaynak

Bu çalışma sırasında, yapılan araştırma konusu ile ilgili doğrudan bağlantısı bulunan herhangi bir ilaç firmasından, tıbbi alet, gereç ve malzeme sağlayan ve/veya üreten bir firma veya herhangi bir ticari firmadan, çalışmanın değerlendirme sürecinde, çalışma ile ilgili verilecek kararı olumsuz etkileyebilecek maddi ve/veya manevi herhangi bir destek alınmamıştır.

Çıkar Çatışması

Bu çalışma ile ilgili olarak yazarların ve/veya aile bireylerinin çıkar çatışması potansiyeli olabilecek bilimsel ve tıbbi komite üyeliği veya üyeleri ile ilişkisi, danışmanlık, bilirkişilik, herhangi bir firmada çalışma durumu, hissedarlık ve benzer durumları yoktur.

Yazar Katkıları

Bu çalışma hazırlanırken tüm yazarlar eşit katkı sağlamıştır.

KAYNAKLAR

- Kosewski J, Kosewski P, Mielczarek A. Influence of instrument lubrication on properties of dental composites. *Eur J Dent.* 2022;16(4):719-28. [Crossref] [PubMed] [PMC]
- Wolff D, Kraus T, Schach C, Pritsch M, Mente J, Staehle HJ, et al. Recontouring teeth and closing diastemas with direct composite buildups: a clinical evaluation of survival and quality parameters. *J Dent.* 2010;38(12):1001-9. [Crossref] [PubMed]
- Münchow EA, Sedrez-Porto JA, Piva E, Pereira-Cenci T, Cenci MS. Use of dental adhesives as modeler liquid of resin composites. *Dent Mater.* 2016;32(4):570-7. [Crossref] [PubMed]
- Sedrez-Porto JA, Münchow EA, Brondani LP, Cenci MS, Pereira-Cenci T. Effects of modeling liquid/resin and polishing on the color change of resin composite. *Braz Oral Res.* 2016;30(1):S1806-83242016000100275. [Crossref] [PubMed]
- Sedrez-Porto JA, Münchow EA, Cenci MS, Pereira-Cenci T. Translucency and color stability of resin composite and dental adhesives as modeling liquids - A one-year evaluation. *Braz Oral Res.* 2017;31:e54. [Crossref] [PubMed]
- Barcellos DC, Pucci CR, Torres CR, Goto EH, Inocencio AC. Effects of resinous monomers used in restorative dental modeling on the cohesive strength of composite resin. *J Adhes Dent.* 2008;10(5):351-4. [PubMed]
- Araujo FS, Barros MCR, Santana MLC, de Jesus Oliveira LS, Silva PFD, Lima GDS, et al. Effects of adhesive used as modeling liquid on the stability of the color and opacity of composites. *J Esthet Restor Dent.* 2018;30(5):427-33. [Crossref] [PubMed]
- Bayraktar ET, Atali PY, Korkut B, Kesimli EG, Tarcin B, Turkmen C. Effect of modeling resins on microhardness of resin composites. *Eur J Dent.* 2021;15(3):481-7. [Crossref] [PubMed] [PMC]
- Lee YK, Lim BS, Kim CW, Powers JM. Color characteristics of low-chroma and high-translucence dental resin composites by different measuring modes. *J Biomed Mater Res.* 2001;58(6):613-21. [Crossref] [PubMed]
- Ertay 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. [Crossref] [PubMed]
- Topcu FT, Sahinkesen G, Yamanel K, Erdemir U, Oktay EA, Ersahan S. Influence of different drinks on the colour stability of dental resin composites. *Eur J Dent.* 2009;3(1):50-6. [Crossref] [PubMed] [PMC]
- Raptis CN, Powers JM, Fan PL, Yu R. Staining of composite resins by cigarette smoke. *J Oral Rehabil.* 1982;9(4):367-71. [Crossref] [PubMed]
- Wasilewski Mde S, Takahashi MK, Kirsten GA, de Souza EM. Effect of cigarette smoke and whiskey on the color stability of dental composites. *Am J Dent.* 2010;23(1):4-8. [PubMed]

14. Mathias P, Rossi TA, Cavalcanti AN, Lima MJ, Fontes CM, Nogueira-Filho Gda R. Cigarette smoke combined with staining beverages decreases luminosity and increases pigmentation in composite resin restorations. *Compend Contin Educ Dent*. 2011;32(2):66-70. [[PubMed](#)]
15. Aydın N, Karaoğlanoğlu S, Oktay EA, Kılıçarslan MA. Investigating the color changes on resin-based CAD/CAM Blocks. *J Esthet Restor Dent*. 2020;32(2):251-6. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
16. Tuncer S, Demirci M, Tiryaki M, Unlü N, Uysal Ö. The effect of a modeling resin and thermocycling on the surface hardness, roughness, and color of different resin composites. *J Esthet Restor Dent*. 2013;25(6):404-19. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
17. Samra AP, Pereira SK, Delgado LC, Borges CP. Color stability evaluation of aesthetic restorative materials. *Braz Oral Res*. 2008;22(3):205-10. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
18. Barutçigil Ç, Yıldız M. Intrinsic and extrinsic discoloration of dimethacrylate and silorane based composites. *J Dent*. 2012;40 Suppl 1:e57-63. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
19. Hachiya Y, Iwaku M, Hosoda H, Fusayama T. Relation of finish to discoloration of composite resins. *J Prosthet Dent*. 1984;52(6):811-4. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
20. Patel SB, Gordan VV, Barrett AA, Shen C. The effect of surface finishing and storage solutions on the color stability of resin-based composites. *J Am Dent Assoc*. 2004;135(5):587-94; quiz 654. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
21. Shawkat ES. The effect of the oxygen inhibition layer on interfacial bond strengths and stain resistance of dental resin composites [PhD thesis]. England: University of Birmingham; 2010. [[Link](#)]
22. Mutlu ŞN, Tunçdemir MT. Renklendirilmiş kompozit rezinin renk değişimine ve yüzey pürüzlülüğüne beyazlatıcı ağız gargarasının etkisi [Effect of whitening mouthrinse on color recovery and surface roughness on discolored composite resin]. *Selcuk Dental Journal*. 2020;7(3):435-9. [[Crossref](#)]
23. Fidan M, Yeşilirmak N, Tuncdemir MT. Kahve ile renklendirmenin kompozit rezinlerde renk stabilitesi ve translusensi parametresi üzerindeki etkisinin değerlendirilmesi [Evaluation of the effect of coloration with coffee on color stability and translucency parameter in composite resins]. *Necmettin Erbakan Üniversitesi Diş Hekimliği Dergisi*. 2021;3(1):26-32. [[Crossref](#)]
24. Malekipour MR, Sharafi A, Kazemi S, Khazaei S, Shirani F. Comparison of color stability of a composite resin in different color media. *Dent Res J (Isfahan)*. 2012;9(4):441-6. [[PubMed](#)] [[PMC](#)]
25. Güler E, Gönülol N, Yücel AÇ, Yılmaz F, Ersöz E. Farklı içeceklerde bekletilen kompozit rezinlerin renk stabiliteilerinin karşılaştırılması [The comparison of color stability of composite resins after immersion in different drinks]. *Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*. 2013;23(1):24-9. [[Link](#)]
26. Stratton K, Shetty P, Wallace R, Bondurant S. Clearing the smoke: the science base for tobacco harm reduction--executive summary. *Tob Control*. 2001;10(2):189-95. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)] [[PMC](#)]
27. Hoffmann D, Hoffmann I. The changing cigarette, 1950-1995. *J Toxicol Environ Health*. 1997;50(4):307-64. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
28. Alandia-Roman CC, Cruvinel DR, Sousa AB, Pires-de-Souza FC, Panzeri H. Effect of cigarette smoke on color stability and surface roughness of dental composites. *J Dent*. 2013;41 Suppl 3:e73-9. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
29. Liberman R, Combe EC, Piddock V, Pawson C, Watts DC. Development and assessment of an objective method of colour change measurement for acrylic denture base resins. *J Oral Rehabil*. 1995;22(6):445-9. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
30. Salas M, Lucena C, Herrera LJ, Yebra A, Della Bona A, Pérez MM. Translucency thresholds for dental materials. *Dent Mater*. 2018;34(8):1168-74. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
31. Ghinea R, Pérez MM, Herrera LJ, Rivas MJ, Yebra A, Paravina RD. Color difference thresholds in dental ceramics. *J Dent*. 2010;38 Suppl 2:e57-64. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
32. Perez Mdel M, Ghinea R, Herrera LJ, Ionescu AM, Pomares H, Pulgar R, et al. Dental ceramics: a CIEDE2000 acceptability thresholds for lightness, chroma and hue differences. *J Dent*. 2011;39 Suppl 3:e37-44. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
33. Paravina RD, Ghinea R, Herrera LJ, Bona AD, Iglie C, Linninger M, et al. Color difference thresholds in dentistry. *J Esthet Restor Dent*. 2015;27 Suppl 1:S1-9. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
34. Kaga M, Noda M, Ferracane JL, Nakamura W, Oguchi H, Sano H. The in vitro cytotoxicity of eluates from dentin bonding resins and their effect on tyrosine phosphorylation of L929 cells. *Dent Mater*. 2001;17(4):333-9. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
35. de Paula FC, Valentin Rde S, Borges BC, Medeiros MC, de Oliveira RF, da Silva AO. Effect of Instrument Lubricants on the Surface Degree of Conversion and Crosslinking Density of Nanocomposites. *J Esthet Restor Dent*. 2016;28(2):85-91. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]