

BESİN TAKLİDİ SIVILARIN SELF ADEZİV REZİN SİMANLARIN RENK DEĞİŞİMİNE ETKİSİ*

EFFECT OF FOOD-SIMULATING LIQUIDS ON THE COLOR CHANGE OF SELF-ADHESIVE RESIN CEMENTS*

Arş. Gör. Dr. Meral KURT*

Doç. Dr. Merve BANKOĞLU GÜNGÖR*

Prof. Dr. Bilge TURHAN BAL*

Dt. Yiğit YAMALI*

Prof. Dr. Seçil KARAKOCA NEMLİ*

Makale Kodu/Article code: 4535
Makale Gönderilme tarihi: 24.07.2020
Kabul Tarihi: 15.12.2020
DOI : 10.17567/ataunidfd.840997

Meral Kurt: ORCID ID: 0000-0002-3225-4983
Yiğit Yamalı: ORCID ID: 0000-0003-3788-3153
Merve Bankoğlu Güngör: ORCID ID: 0000-0002-4002-6390
Seçil Karakoca Nemli: ORCID ID: 0000-0001-8836-0673
Bilge Turhan Bal: ORCID ID: 0000-0001-7825-712x

ÖZ

Amaç: Bu çalışmada besin taklidi sıvıların dört farklı self adeziv rezin simanın renk değişimine etkisinin incelenmesi amaçlanmıştır.

Yöntem: Çalışmada dört farklı self adeziv rezin simandan (Zirconite, HighBond, Zenitcem ve Totalcem) 80 adet örnek hazırlandı. Disk şeklindeki kalıplara yerleştirilen simanlar şeffaf bantla kapatıldıktan sonra üretici firma talimatları doğrultusunda ışıkla polimerize edildi. Her bir simandan hazırlanan örnekler distile su, heptan, sitrik asit ve etanol sıvılarında bekletilmek üzere dört alt gruba ayrıldı (n=5). Test örnekleri oda sıcaklığında 7 gün boyunca besin taklidi sıvılarda bekletildi. Örneklerin başlangıç ve 7. günlerde renk ölçümleri spektrofotometre ile gerçekleştirildi ve $\Delta E00$ değerleri hesaplandı. Veriler, iki yönlü ANOVA ve Tukey HSD testleri kullanılarak istatistik olarak analiz edildi ($\alpha=0,05$).

Bulgular: Totalcem grubu hariç tüm materyaller için etanolün diğer sıvılara kıyasla anlamlı derecede daha yüksek renk değişikliğine sebep olduğu gözlemlendi ($P<0,05$). Totalcem materyalinde ise en yüksek renk değişiminin heptan grubunda gerçekleştiği, ancak heptan ve etanol grubu arasında istatistik olarak anlamlı farkın gözlenmediği bulundu ($P>0,05$). Distile suyun, Zirconite'in rengi üzerine Totalcem'e kıyasla daha fazla etkisinin olduğu tespit edildi ($P<0,05$). Sitrik asitte bekletilen siman grupları arasında anlamlı fark bulunmadı ($P>0,05$). En yüksek renk değişimi değeri etanol sıvısında bekletilen Highbond grubunda ($4,27 \pm 2,34$) gözlenirken, en düşük renk değişimi değeri ise distile suda bekletilen Totalcem grubunda ($0,34 \pm 0,07$) tespit edildi.

Sonuç: Besin taklidi sıvıların self adeziv rezin simanların renk değişimi üzerine farklı etkilerinin olduğu bulundu. Genel olarak etanolün self adeziv rezin simanlarda daha fazla renk değişikliğine neden olduğu gözlemlendi.

Anahtar Kelimeler: Besin taklidi sıvılar; renk; rezin simanlar

ABSTRACT

Aim: The aim of present study was to evaluate the effect of food-simulating liquids on the color change of the four different self-adhesive resin cements.

Materials-Methods: In this study, eighty specimens of four different resin cements (Zirconite, HighBond, Zenitcem, and Totalcem) were prepared. The materials were placed into disc-shaped molds covered using mylar strips, then cured in accordance with the manufacturers' recommendations. The specimens of each cement were divided into four subgroups as (n=5): distilled water, heptane, citric acid, and ethanol. The specimens were kept in the solutions for 7 days at room temperature. Before and after 7 days of storage color measurements were performed by using spectrophotometer and $\Delta E00$ values were calculated. Data were analyzed with two-way ANOVA and Tukey HSD tests ($\alpha=0.05$).

Results: For all materials except Totalcem, it was observed that ethanol caused significantly higher color change than other liquids ($P<0.05$). However, in Totalcem the highest color change was observed in heptane group, but no statically significant difference was found between heptane and ethanol groups. It was observed that distilled water was more effective on the color change of Zirconite than Totalcem ($P<0.05$). There was no statically significant difference among the cement groups after storing in citric acid solution ($P>0.05$). The highest color change value was found in HighBond (4.27 ± 2.34) which was stored in ethanol solution, while the lowest color change value was observed in Totalcem (0.34 ± 0.07) stored in distilled water.

Conclusion: It was found that food-simulating liquids had different effects on the color change of self-adhesive resin cements. In general, it was observed that ethanol caused more color change in self-adhesive resin cements.

Key Words: Color; food-simulating liquids; resin cements

*Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı, Ankara

*Bu çalışma, Türk Dişhekimleri Birliği 25. Uluslararası Dişhekimliği kongresinde özet bildiri halinde sözlü olarak sunulmuştur. (4-7 Eylül 2019, İstanbul, Türkiye).

Kaynaçça Bilgisi: Kurt M, Yamalı Y, Bankoğlu Güngör M, Karakoca N, Turhan Bal B. Besin taklidi sıvıların self adeziv rezin simanların renk değişimine etkisi. Atatürk Üniv Diş Hek Fak Derg 2021; 31: 234-40.

Citation Information: Kurt M, Yamalı Y, Bankoğlu Güngör M, Karakoca N, Turhan Bal B. Effect of food-simulating liquids on the color change of self-adhesive resin cements. J Dent Fac Atatürk Uni 2021; 31: 234-40.



GİRİŞ

Günümüz diş hekimliğinde estetik restorasyonlara olan eğilim, tam seramik sistemlerde kullanılan seramik materyallerinin çeşitliliğinde artışa neden olmuştur. Farklı tekniklerle birçok materyalden üretilebilen tam seramik restorasyonların estetik özellikleri, çeşitli faktörlerden etkilenebilmektedir. Başarılı bir estetik restorasyon, doğal dişin renk derinliğini ve ışık geçirgenliğini taklit edebilmelidir.¹ Özellikle estetiğin ön planda olduğu vakalarda, doğal diş rengiyle uyumu sağlayabilmek için daha translusent seramik materyaller tercih edilmektedir. Seramik materyallerinin translusensi miktarındaki artış, estetiği sağlamanın yanında bir takım dezavantajları da beraberinde getirmektedir. Restorasyonun altında kalan dişin rengi, restorasyonun kalınlığı ve kullanılan simanın rengi; restorasyonun sonuç rengi üzerinde etkili olmaktadır.^{1,2} Ayrıca restorasyonun simantasyonunda kullanılan rezin simanın polimerizasyon şekli, dentine bağlanma şekli ve ağızda kullanım süresince renginin stabil kalması da, estetik görünümün devam ettirilmesinde önemli faktörlerdir. Özellikle laminate veneer gibi ince restorasyonlarda, rezin simandaki polimerizasyon sistemi renk stabilitesinde etkili olmaktadır.²

Klinik olarak başarılı bir marjinal kapanmanın sağlanabilmesi için dentin ve mine bağlayıcı sistemlere ihtiyaç duyulmaktadır. Asit, primer ve bond uygulamalarını içeren üç aşamalı bağlayıcı sistemler, diş yapısı ve restoratif materyal arasındaki adaptasyonun sağlanabilmesi açısından altın standart oluşturmaktadır. Bu adeziv sistemlerin başarısı klinik araştırmalarla ortaya konmuştur.³⁻⁵ Ancak bu sistemlerde adeziv yapıştırma prosedürü karmaşıktır ve teknik hassasiyet gerektirmektedir.⁶ Bu nedenle, adeziv simanların ve geleneksel yapıştırma simanlarının olumlu yönlerini birleştiren self adeziv simanlar geliştirilmiştir.⁶

Klinik olarak kompozit esaslı restoratif materyaller, tükürüğün, gıdaların veya içeceklerin içinde bulunan kimyasal ajanlara devamlı veya aralıklı olarak maruz kalmaktadır.⁷ Bu durumda materyalin su emmesi, materyalde hacimce genişlemeye, polimer ağ yapısının zayıflamasına, kompozit rezin içerisinde bulunan doldurucu matrikste bozunmaya sonuç olarak da sekonder çürüklere ve dişte hassasiyete neden olabilmektedir.⁸ Mekanik özellikleri etkilemesinin yanında, gıdalardaki renkli partiküllerin restorasyonların üzerine yerleşmesiyle, restorasyonun görünümü etkilenebilmekte ve renk değişimi meydana gelebilmektedir.⁸

In vitro çalışmalarda; besin taklidi sıvılarda bekletilen kompozit esaslı materyallerin sertliği, yüzey

pürüzlülüğü ve bükülme dayanıklılığı gibi özellikleri değerlendirilmiştir.^{7,9} Ancak ilgili literatür incelendiğinde, besin taklidi sıvılarda bekletilen self adeziv simanlarda meydana gelen renk değişimi konusunda çalışmaya rastlanılmamıştır. Bu çalışmanın amacı, farklı besin taklidi sıvılarda bekletilen self adeziv rezin simanların renk değişiminin değerlendirilmesidir. Çalışmanın sıfır hipotezi ise; "Besin taklidi sıvılarda bekletme, self adeziv rezin simanların renk değişiminde etkili değildir" şeklindedir.

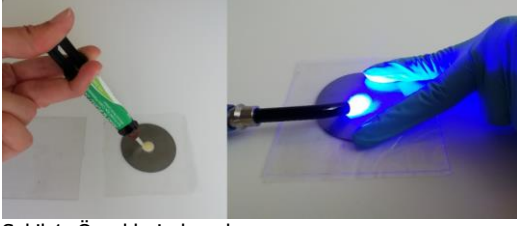
GEREÇ VE YÖNTEM

Çalışmada Zirconite (B.J.M. Laboratories; Or-Yehuda, İsrail), HighBond (B.J.M. Laboratories; Or-Yehuda, İsrail), Zenitcem (President Dental; Münih, Almanya) ve Totalcem (İtena Clinical; Paris, Fransa) olmak üzere dört farklı self adeziv rezin simandan 20'şer adet örnek hazırlandı (Tablo 1). Örneklerin hazırlanması için 1 mm kalınlıkta 14 mm çapında paslanmaz çelik kalıp kullanıldı. Siman materyallerine ait özel karıştırma uçları kullanılarak homojen karışım elde edilmesi sağlandı. Disk şeklindeki kalıplara yerleştirilen simanlar şeffaf bantla kapatıldıktan sonra üretici firma talimatları doğrultusunda ışıkla polimerize edildi (Şekil 1). Kalıplardan çıkarılan örneklerin kenarlarındaki fazlalıkların ve düzensizliklerin tesviyesi mikromotor (NSK, Kanuma, Japonya) ile yapıldı. Yüzeydeki kalıntılardan arındırmak için örnekler önce akan su altında yıkandı daha sonra ultrasonik temizleyicide oda sıcaklığındaki distile su içinde 5 dk temizlendi ve kurutulurak polimerizasyonun tamamlanması için ışık görmeyen ortamda 24 saat bekletildi.

Tablo 1. Çalışmada kullanılan self adeziv siman materyalleri

Materyal	Marka	Üretici firma	İçerik
Self-etch self adeziv dual rezin siman	Zirconite	B.J.M. Laboratories (Or-Yehuda, İsrail)	Bis-GMA (bisfenol glisidil metakrilat), UDMA (Üretan dimetakrilat), TEGDMA (Trietilen glikoldimetakrilat), fosforik asit esterli metakrilat, 4-META (4metakriloksietiltrimellitik anhidrit), trimetoksilan, fotobaşlatıcı, koinitiyator, benzoil peroksit, baryum alüminoborosilikat cam, işlenmiş silika.
Self-etch self adeziv dual rezin siman	HighBond	B.J.M. Laboratories (Or-Yehuda, İsrail)	UDMA (Üretan dimetakrilat), TEGDMA (Trietilen glikoldimetakrilat), 4-META (4metakriloksietiltrimellitik anhidrit), işlenmiş silika, fotobaşlatıcı, koinitiyator, benzoil peroksit.
Self adeziv dual rezin siman	Zenitcem	President Dental (Münih, Almanya)	Bis-GMA (Bisfenol glisidil metakrilat), baryum cam, renklendiriciler, katkı maddeleri ve katalizörler.
Self-etch self adeziv dual rezin siman	Totalcem	İtena Clinical (Paris, Fransa)	UDMA (Üretan dimetakrilat), Bis-GMA (bisfenol glisidil metakrilat), TEGDMA (Trietilen glikoldimetakrilat), baryum cam, işlenmiş silika.



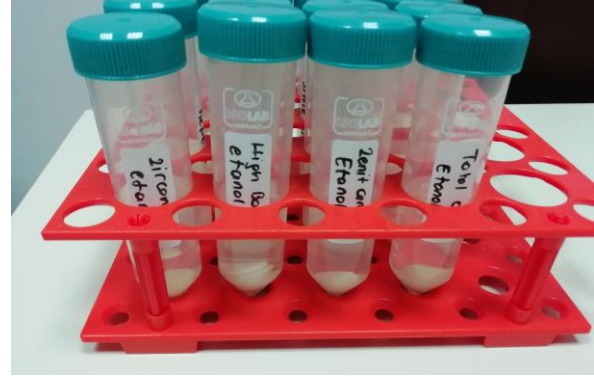


Şekil 1. Örneklerin hazırlanması

Örneklerin, başlangıç renk ölçümleri spektrofotometre (CM-2300d, Konika Minolta Inc., Osaka, Japonya) ile (illuminant D65, aydınlatma geometrisi d/8 derece, MAV (ölçüm açıklığı): 8mm, SCI (speküler bileşen dahil) mod, standard gözlemci 10°) beyaz zemin üzerinde gerçekleştirildi. Spektrofotometre örneklerin tam ortasından ölçüm yapılacak şekilde konumlandırıldı. Her örnekten 3 ölçüm yapılarak bu ölçümlerin ortalaması alındı. Her bir simandan hazırlanan örnekler distile su, heptan (n-Heptan Emplura, Merck KGaA, Darmstadt, Almanya), sitrik asit (0.02N) (Yayla kimya, Ankara, Türkiye) ve %50'lik etanol (Yayla kimya, Ankara, Türkiye) sıvılarında bekletilmek üzere rastgele dört alt gruba ayrıldı (n=5). Amerikan Gıda ve İlaç Dairesi (FDA)'nin yönergesine göre besin taklidi sıvılardan heptan; tereyağını, yağlı etleri ve bitkisel yağları taklit etmektedir. Sulandırılmış etanol solüsyonu ve sitrik asit alkollü içki, sebze, meyve, şeker ve şurup içecekleri, su ise; tükürük tarafından oluşturulan ağız ortamını temsil etmektedir.⁹⁻¹¹ Örnekler 7 gün boyunca besin taklidi sıvılarda oda sıcaklığında tutuldu (Şekil 2). 7. günün sonunda sıvılardan çıkarılan örnekler akan suyun altında yıkandı ve durulandı. Kurutulan örnekler ikinci renk ölçümü öncesinde 24 saat karanlık ortamda bekletildi. Renk ölçümleri tekrarlandı ve CIEDE2000 renk farkı sistemine göre renk değişimi (ΔE_{00}) hesaplandı. Hesaplamalar için aşağıdaki formül kullanıldı;¹²⁻¹⁴

$$\Delta E_{00} = \sqrt{\left(\frac{\Delta L'}{k_L S_L}\right)^2 + \left(\frac{\Delta C'}{k_C S_C}\right)^2 + \left(\frac{\Delta H'}{k_H S_H}\right)^2} + R_T \left(\frac{\Delta C'}{k_C S_C}\right) \left(\frac{\Delta H'}{k_H S_H}\right)$$

$\Delta L'$, $\Delta C'$ ve $\Delta H'$, sırasıyla örneklerin işlem öncesi ve sonrası parlaklık (lightness), renk yoğunluğu (chroma) ve renk tonu (hue) ölçümleri arasındaki farklarıdır. S_L , S_C ve S_H , CIELAB sisteminde gözlenen düzensizlikleri gidermek amacıyla formüle eklenen ağırlık fonksiyonlarıdır (weighting functions). k_L , k_C ve k_H parametrik faktörleri, deneysel koşullara bağlı hatalar için düzeltme terimleridir (1:1:1). R_T (rotasyon fonksiyonu) ise mavi bölgedeki renk yoğunluğu ve renk tonu değişimleri arasındaki etkileşimi belirten fonksiyondur.¹²⁻¹⁴



Şekil 2. Besin taklidi sıvılarda tutulan örnekler

İstatistik Analiz

Elde edilen tüm verilerin analizi (IBM SPSS Statistics for Windows, Version 20.0; IBM Corp, Armonk, NY, ABD) paket programında yapıldı. Verilerin normal dağılıma uygun olup olmadığı Shapiro-Wilk testi ile değerlendirildi. Gruplara ait ΔE_{00} verileri, materyal ve sıvı değişkenleri üzerinden İki Yönlü ANOVA ile test edildi. İkili karşılaştırmalar için TUKEY HSD testi kullanılarak istatistik olarak analiz edildi. Tüm sonuçlar $\alpha=0,05$ için anlamlı kabul edildi.

BULGULAR

Sıvı ve materyal faktörlerinin renk değişimi üzerindeki ortak etkileri değerlendirildi. Sıvı ve materyal faktörlerinin simanların renk değişimi üzerinde etkili olduğu bulundu. Sıvı ve materyal faktörleri arasında etkileşim bulundu ($P=0,005$, $P<0,05$). Totalcem grubu hariç tüm materyaller için etanolün diğer sıvılara kıyasla anlamlı derecede daha yüksek renk değişikliğine sebep olduğu gözlemlendi ($P<0,05$). Totalcem materyalinde ise en yüksek renk değişiminin heptan grubunda gerçekleştiği, ancak heptan ve etanol grubu arasında anlamlı farkın gözlenmediği tespit edildi ($P>0,05$). Distile suyun, Zirconite materyalinin rengi üzerine Totalcem materyaline kıyasla anlamlı olarak daha fazla etkisinin olduğu bulunurken ($P<0,05$), diğer siman grupları arasında böyle bir fark gözlenmedi ($P>0,05$). Sitrik asitte bekletilen siman grupları arasında anlamlı fark bulunmadı ($P>0,05$). En yüksek ortalama renk değişim değeri etanol sıvısında bekletilen Highbond materyal grubuna ait ($4,27 \pm 2,34$) bulunurken, en düşük ortalama renk değişim değeri ise distile suda bekletilen Totalcem materyalinde ($0,34 \pm 0,07$) tespit edildi (Tablo 2, Şekil 3).

Tablo 2. Gruplara ait ortalama $\Delta E00$ değerleri

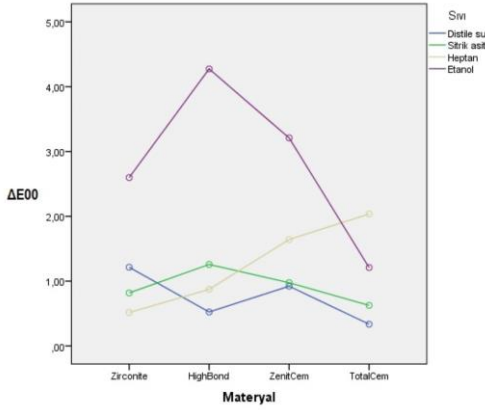
$\Delta E00$ Ortalama ($\pm SS$)	Materyal			
	Sıvı	Zirconite	HighBond	ZenitCem
Distile su	1,21 ($\pm 0,39$) B, a	0,52 ($\pm 0,17$) B, ab	0,92 ($\pm 0,17$) B, ab	0,34 ($\pm 0,07$) C, b
Sitrik asit	0,82 ($\pm 0,17$) B, a	1,26 ($\pm 0,54$) B, a	0,98 ($\pm 0,10$) B, a	0,63 ($\pm 0,15$) BC, a
Heptan	0,52 ($\pm 0,23$) B, b	0,87 ($\pm 0,30$) B, b	1,64 ($\pm 0,48$) B, ab	2,04 ($\pm 0,46$) A, a
Etanol	2,60 ($\pm 0,26$) A, b	4,27 ($\pm 2,34$) A, a	3,21 ($\pm 0,67$) A, b	1,21 ($\pm 0,33$) AB, c

SS: Standart Sapma

***Aynı materyal gruplarında ortak büyük harfe sahip sıvı grupları arasındaki fark istatistik olarak anlamlı değildir ($P>0,05$).**

**** Aynı sıvı gruplarında, ortak küçük harfe sahip materyal grupları arasındaki fark istatistik olarak anlamlı değildir ($P>0,05$).**

***** Klinik olarak kabul edilebilir renk değişim değerleri $\Delta E00$ için; $1,30<\Delta E00\leq 2,25$ aralığındadır.**



Şekil 3. Grupların ortalama $\Delta E00$ değerleri

TARTIŞMA

Çalışmanın, "Besin taklidi sıvılarda bekletme, self adeziv rezin simanların renk değişiminde etkili değildir" şeklindeki sıfır hipotezi reddedildi. Besin taklidi sıvılarda bekletmenin, self adeziv rezin simanların renk değişimi üzerinde etkili olduğu bulundu.

Oral kavite koşullarında, tükürük, gıda bileşenleri, meşrubatlar ve bu materyaller arasındaki etkileşimler dental materyallerde bozunmaya ve yaşlanmaya neden olmaktadır.¹⁰ İn vitro çalışmalarda, sıklıkla kullanılan dental materyallerden biri olan rezin bazlı materyallerin yaşlandırılmasında, ağız içi ortamı simüle etmek amacıyla termal siklus uygulamaları, UV yaşlandırma, suda veya besin taklidi sıvılarda bekletme gibi farklı yöntemler kullanılabilir. ¹⁵⁻²¹ Bu çalışmada, besin taklidi sıvıların self adeziv simanların renk değişimi üzerine etkisi incelenmiştir. Çalışmada kullanılan besin taklidi sıvılar, Amerikan Gıda ve İlaç Dairesi

(FDA)'nin yönergesine uygun olarak seçilmiştir.¹¹ Heptan, tereyağını, yağlı etleri ve bitkisel yağları temsil etmektedir. Sulandırılmış etanol solüsyonu ve sitrik asit alkollü içki, sebze, meyve, şeker ve şurup içecekleri temsil etmektedir. Su ise; tükürük tarafından oluşturulan ağız ortamını temsil etmektedir.^{9,10} Su içinde bekletme sırasında materyal yüzeylerinde aşırı su emilimi olabilir bu durum ise; doldurucu matris için zayıflamaya neden olmaktadır.¹⁰ Etanol, polimer matrisi yüzeyden kısmen uzaklaştırarak zayıflatmaktadır.^{10,22} Çalışmalarda farklı konsantrasyonlarda (%75 ve %50) etanol çözeltileri kullanılmıştır.^{7,10,19,23} Çalışmalarda sıklıkla deney örnekleri bu ortamlara doğru dan maruz bırakılmaktadır. Oysa ki ağız ortamında siman materyali, sadece marjinal bölgelerde ağız ortamıyla temastadır.¹⁸ Rezin kompozitlerin besin taklidi sıvılarda bekletilmesi sonucu, sertliklerinde en büyük değişimin 7. günün sonunda meydana geldiği bildirilmiştir.^{9,10,24} Bu çalışmada da, hazırlanan deney örnekleri doğrudan besin taklidi sıvılar içerisinde 7 gün bekletilmiştir. Çünkü restoratif materyaller, gıdalarla ve içeceklerle sadece yeme içme sırasında temasa geçmektedir ve siman materyali restorasyonla diş arasında yer aldığından doğrudan besinlere maruz kalmamaktadır. Ancak bu kimyasal ajanlar, pürüzlü marjinlerde veya köprü bağlantı bölgelerinde kalabilmektedir. Aynı zamanda, restorasyonların marjinlerinde biriken kalkulus veya gıda artıkları, bu kimyasallar için rezervuar görevi görerek, restorasyonların bu kimyasallara temas etme süresini artırmaktadır.¹⁰

Kooi ve ark.⁷ besin taklidi sıvılarda bekletilen giomer esaslı kompozitlerin yüzey pürüzlülüğünü ve sertliğini değerlendirdikleri çalışmalarında sitrik asit ve etanolün sertlik değerlerini anlamlı olarak düşürdüğünü ve ayrıca sitrik asidin yüzey pürüzlülüğünü anlamlı olarak arttırdığını bildirmişlerdir. Mohammadi ve ark.²⁵, siloran bazlı rezin kompozitleri distile su, heptan, sitrik asit solüsyonu ve %50'lik etanol sulu çözeltilisinde bir hafta bekletmişler ve bükülme dayanımında meydana gelen değişimi araştırmışlardır. Besin taklidi sıvılardan sadece etanol solüsyonu bükülme dayanımını anlamlı olarak azaltmıştır. Vouvoudi ve ark.²⁶, nanohibrit ışıkla sertleşen kompozitleri 37°C'deki; su içerisinde, yapay tükürükte ve %75'lik etanol solüsyonunda 1, 7, 30 ve 90 gün süreyle bekletmişler ve 7 gün sonunda mekanik özelliklerde meydana gelen değişimleri polimerizasyon sonrası meydana gelen reaksiyonlara bağlamışlardır. İlgili literatür incelendiğinde; besin taklidi sıvıların rezin içerikli materyallerin mekanik ve yüzey özellikleri üzerine etkisinin incelendiği birçok çalışmanın bulun-

masına rağmen optik özellikleri üzerine çalışmaların oldukça kısıtlı olduğu görülmüştür.²⁷⁻²⁹

Dual polimerize materyallerde, renk değişiminin asıl nedeni amin tetikleyicisinin oksidasyonudur.³⁰ Dual polimerize siman materyalleri, biri benzoil peroksitle reaksiyona giren (redoks polimerizasyon sistemi) diğeri ise kamforokinon ile reaksiyona giren (ışıkla polimerizasyon sistemi) ayrık amin kombinasyonları içermektedir. Redoks sistemi içerisinde bulunan amin aromatik ve bozunmaya yatkındır. Işıklı polimerizasyon sistemi içerisinde bulunan tetikleyici ise alifatiktir ve kimyasal olarak daha stabil olduğundan daha az renk değişimine uğramaktadır.¹⁸ Dual polimerize simanların içerisinde bulunan reaksiyona girmemiş benzoil peroksit, zaman içerisinde renklemeye yatkındır.¹⁸ Bu çalışmada kullanılan rezin simanlar; dual polimerize rezin simandır. Bu durum, çalışmanın sonuçları değerlendirildiğinde göz önünde bulundurulmalıdır.

Dental materyallerde meydana gelen renk değişimi miktarları, CIELAB ve CIEDE00 formülleriyle hesaplanmaktadır. CIELAB formülü, birçok araştırmada kullanılmıştır^{1,8,16,31} ancak CIEDE00 formülü küçük renk farklılıklarının belirlenmesinde daha doğru sonuçlar vermekte ve özellikle yüksek doygunluğa sahip renklerde renk değişimi ve görsel algılanabilirlik arasında daha iyi bir ilişki ortaya koymaktadır.³²⁻³⁴ Bu nedenle bu çalışmada CIEDE00 formülü kullanılarak renk değişimi değerleri hesaplanmıştır.

Elde edilen renk farkı değerleri, klinik olarak algılanabilirlik ve kabul edilebilirlik derecelerine göre değerlendirilmektedir. Kullanılan renk değişimi formülüne göre; klinik algılanabilirlik ve kabul edilebilirlik değerleri değişmektedir. CIEDE00 formülü ile hesaplanan renk değişim değerleri için görsel olarak algılanabilir fakat klinik olarak kabul edilebilir renk değişimi değerleri $1,30 < \Delta E00 \leq 2,25$ aralığındadır.^{17,35} Bu çalışma sonucunda meydana gelen renk değişimi miktarları değerlendirildiğinde; distile su ve sitrik asit kullanılan tüm self adeziv siman materyallerinde görsel algılanabilirlik değerinin altında renk değişimine sebep olmuştur ($\Delta E00 < 1,30$). Heptan ise; Zirconite ($0,52 \pm 0,23$) ve HighBond ($0,87 \pm 0,30$) rezin simanlarda gözle görülür bir renk değişimine neden olmaz iken, ZenitCem ($1,64 \pm 0,48$) ve TotalCem'de ($2,04 \pm 0,46$) görsel algılanabilir düzeyde renk değişimine neden olmuştur. Bu çalışmada kullanılan besin taklidi sıvılar içerisinde, self adeziv rezin simanlarda en fazla renk değişimine %50'lik etanol çözeltisi neden olmuştur. Sideridou ve ark.³⁶, sıvı emilim kapasitesinin kullanılan kompozit re-

zinin tipine ve besin taklidi sıvılara bağlı olduğunu bildirmişlerdir. Etanol ve etanolün sıvı çözeltilerinde sıvı emiliminin daha fazla olduğu belirtilmiştir.³⁶ Etanol; Zirconite, High Bond ve ZenitCem'de klinik kabul edilebilirliğin üzerinde renk değişimine neden olmuştur ($\Delta E00 \geq 2,25$). Totalcem'de ise renk değişimi değeri görsel olarak algılanabilirlik değerinin altındadır ($\Delta E00 < 1,30$).

Bagheri ve ark.²⁷ çalışmalarında distile su ve etanolde bekletilen örnekler arasında renk değişimi bakımından anlamlı bir farkın bulunmadığını, bu durumun kullanılan etanol solusyonunun konsantrasyonunun %10'olmasından kaynaklanabileceğini öne sürmüşlerdir. Silva ve ark.²⁸, heptan, etanol ve sitrik asidin 4 farklı kompozit materyalin rengi üzerine etkisini değerlendirmişlerdir. Heptan ve sitrik asidin etkisini yapay tükürükten anlamlı derecede daha yüksek bulurken üç besin taklidi sıvının da klinik kabul edilebilirliğin üstünde renk değişikliğine sebep olduğunu bildirmişlerdir. Cabadağ ve ark.²⁹, besin taklidi sıvılara maruz bırakılmış 4 farklı bulk-fill kompozit materyalin takibinde renkli içeceklerle (kahve) teması sonucunda gerçekleşen renk değişimini incelemişlerdir. Tüm kompozitlerin klinik kabul edilebilirliğin üzerinde $\Delta E00$ değerleri gösterdiğini ancak en fazla renk değişiminin kahve solüsyonu öncesi sitrik asitte bekletilen grupta gözleendiğini belirtmişlerdir. Ancak bu çalışmada besin taklidi sıvıların etkisi tek başına değerlendirilmemiş olup materyalin yüzeyinde yaptığı değişikliklerden yola çıkılarak kahve solüsyonuyla kombine etkisi incelenmiştir. Bu çalışmalar gerek çalışma tasarımı gerek besin taklidi sıvılarının farklı konsantrasyonda kullanımları gerekse de farklı materyaller üzerinde gerçekleştirilmesi yönüyle çalışmamızdan farklılık göstermektedir.

Bu çalışmada kullanılan siman materyallerinde meydana gelen renk değişimi farklılıkları, self adeziv simanların kimyasal kompozisyonu ve farklı besin taklidi sıvılarının kullanılması ile açıklanabilir. Bis-GMA içerikli rezin materyallerde meydana gelen renk değişimi, bu materyallerde hidroksil gruplarının varlığı nedeniyle emilimin yüksek olmasına bağlı olarak, UDMA içerikli rezinlere kıyasla daha fazla olabilmektedir.⁸ UDMA içerikli materyaller daha az hidrofiliktir ve renk değişimine karşı daha dirençlidir.^{37,38} Kompozit rezinler farklı tiplerde inorganik doldurucu içerebilmektedirler. Çinko ya da baryum cam doldurucu içeren kompozitler, sulu ataklara kuartz doldurucu içeren kompozitlerden daha duyarlıdır.^{9,39,40} Çalışmada kullanılan self adeziv rezin simanlar aynı monomer yapısına sahip olmalarına rağmen, elde edilen farklı sonuçlar materyal-

lerin monomer/doldurucu oranlarının farklı olmasıyla açıklanabilir.

Bu bulgular klinik kullanıma uygulandığında, gıdalar özellikle marjinal bölgelerde kaldıklarında, kullanılan dental materyallerin özelliklerini olumsuz yönde etkileyebilmektedir. Bu nedenle ağız hijyenin sağlanmasına özen gösterilmeli, restorasyonların marjin bölgeleri, ara yüzleri ve köprü altı bölgeleri özenle temizlenmeli ve gıda retansiyonundan kaçınılmalıdır. Çalışmanın sınırları arasında termal siklus uygulanmaması ve fizyolojik ağız koşullarının taklit edilmesi amacıyla yapay tükürüğün kullanılmaması yer almaktadır. Ayrıca; klinik koşulların tam olarak taklit edilebilmesi amacıyla diş-siman-restorasyon üçlüsünün birlikte değerlendirildiği çalışmalara ihtiyaç vardır.

SONUÇ

Besin taklidi sıvılarda bekletmenin, self adeziv rezin simanların renk değişimi üzerinde etkili olduğu ve genel olarak etanolün self adeziv rezin simanlarda daha fazla renk değişikliğine neden olduğu gözlenmiştir.

Cikar çatışması: Bu makale yazarlarından hiçbirinin makalede bahsi geçen konu veya malzemeyle ilgili herhangi bir ilişkisi, bağlantısı veya parasal çıkar durumu söz konusu değildir. *Finansal destek bulunmamaktadır.*

KAYNAKLAR

1. Bayindir F, Koseoglu M. The effect of restoration thickness and resin cement shade on the color and translucency of a high-translucency monolithic zirconia. J Prosthet Dent 2020; 123:149-54.
2. Silami F, Tonani R, Alandia-Roman CC, Pires-De-Souza F. Influence of different types of resin luting agents on color stability of ceramic laminate veneers subjected to accelerated artificial aging. Braz Dent J 2016; 27:95-100.
3. Krämer N, Reinelt C, Richter G, Frankenberger R. Four-year clinical performance and marginal analysis of pressed glass ceramic inlays luted with ormocer restorative vs. conventional luting composite. J Dent 2009; 37:813-9.
4. Van Dijken JWV, Hasselrot L. A prospective 15-year evaluation of extensive dentin-enamel-bonded pressed ceramic coverages. Dent Mater 2010; 26:929-39.
5. Beier US. Clinical long-term evaluation and failure characteristics of 1,335 all-ceramic restorations. Int J Prosthodont 2012; 25:70-8.
6. Weiser F, Behr M. Self-adhesive resin cements: a clinical review. J Prosthodont. 2015;24:100-8.
7. Kooi TJM, Tan QZ, Yap AUJ, Guo W, Tay KJ, Soh MS. Effects of food-simulating liquids on surface properties of giomer restoratives. Oper Dent 2012; 37:665-71.
8. Liebermann A, Roos M, Stawarczyk B. The effect of different storage media on color stability of self-adhesive composite resin cements for up to one year. Materials (Basel) 2017; 10:1-13.
9. 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.
10. Akova T, Ozkomur A, Uysal H. Effect of food-simulating liquids on the mechanical properties of provisional restorative materials. Dent Mater 2006; 22:1130-4.
11. Food and Drug Administration. FDA guidelines for chemistry and technology requirements of indirect additive petitions. Washington: FDA; 1976.
12. Pecho OE, Ghinea R, Alessandretti R, Pérez MM, Della Bona A. Visual and instrumental shade matching using CIELAB and CIEDE2000 color difference formulas. Dent Mater 2016; 32:82-92.
13. CIE (Commission Internationale de l'Eclairage): Colorimetry- technical report (ed 3rd). CIE Publication 15. Vienna, CIE Central Bureau 2004
14. Luo MR, Cui G, Rigg B. The development of the CIE 2000 colour-difference formula: CIEDE2000. Color Res Appl 2001; 26:340-50.
15. Choi MS, Lee YK, Lim BS, Rhee SH, Yang HC, Lim YJ. Changes in color and translucency of porcelain-repairing resin composites after thermocycling. J Biomed Mater Res - Part B Appl Biomater 2006; 78:1-6.
16. Catelan A, Briso ALF, Sundfeld RH, Goiato MC, Dos Santos PH. Color stability of sealed composite resin restorative materials after ultraviolet artificial aging and immersion in staining solutions. J Prosthet Dent 2011; 105:236-41.
17. Ghinea R, Pérez MM, Herrera LJ, Rivas MJ, Yebra A, Paravina RD. Color difference thresholds in dental ceramics. J Dent 2010; 38:57-64.
18. 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.
19. Eweis AH, Yap AUJ, Yahya NA. Dynamic analysis of bulk-fill composites: Effect of food-simulating liquids. J Mech Behav Biomed Mater 2017; 74:183-8.



20. Sideridou ID, Vouvoudi EC, Adamidou EA. Dynamic mechanical thermal properties of the dental light-cured nanohybrid composite Kalore, GC: Effect of various food/oral simulating liquids. *Dent Mater* 2015; 31:154-61.
21. Tanthanuch S, Kukiattrakoon B, Eiam-O-Pas K, Pokawattana K, Pamanee N, Thongkamkaew W, et al. Surface changes of various bulk-fill resin-based composites after exposure to different food-simulating liquid and beverages. *J Esthet Restor Dent* 2018; 30:126-35.
22. McKinney JE, Wu W. Chemical softening and wear of dental composites. *J Dent Res* 1985; 64:1326-31.
23. Vouvoudi EC, Sideridou ID. Dynamic mechanical properties of dental nanofilled light-cured resin composites: Effect of food-simulating liquids. *J Mech Behav Biomed Mater* 2012; 10:87-96.
24. Kao EC. Influence of food-simulating solvents on resin composites and glass-ionomer restorative cement. *Dent Mater* 1989; 5:201-8.
25. Mohammadi E, Pischevar L, Boroujeni PM. Effect of food simulating liquids on the flexural strength of a methacrylate and silorane-based composite. *PLoS One* 2017; 12:1-8.
26. Vouvoudi EC, Sideridou ID. Effect of food/oral-simulating liquids on dynamic mechanical thermal properties of dental nanohybrid light-cured resin composites. *Dent Mater* 2013; 29:842-50.
27. Bagheri R, Burrow MF, Tyas M. Influence of food-simulating solutions and surface finish on susceptibility to staining of aesthetic restorative materials. *J Dent* 2005; 33:389-98.
28. Silva TM Da, 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.
29. Cabadağ ÖG, Gönülo N, Almasifar L, Misilli T. Gıdaları taklit eden solüsyonların bulk-fill kompozitlerin renklenmesine etkisi. *Yeditepe Dent J* 2020; 16: 198-204.
30. Lu H, Powers JM. Color stability of resin cements after accelerated aging. *Am J Dent* 2004;17:354-8.
31. Turgut S, Bagis B. Effect of resin cement and ceramic thickness on final color of laminate veneers: An in vitro study. *J Prosthet Dent* 2013; 109:179-86.
32. Wee AG, Lindsey DT, Shroyer KM, Johnston WM. Use of a porcelain color discrimination test to evaluate color difference formulas. *J Esthet Restor Dent* 2009; 21:135-6.
33. Melgosa M, Huertas R, Berns RS. Performance of recent advanced color-difference formulas using the standardized residual sum of squares index. *J Opt Soc Am A Opt Image Sci Vis* 2008; 25:1828-34.
34. Polychronakis N, Lagouvardos P, Polyzois G, Sykaras N, Zoidis P. Color changes of polyetheretherketone (PEEK) and polyoxymethelene (POM) denture resins on single and combined staining/cleansing action by CIELab and CIEDE2000 formulas. *J Prosthodont Res* 2020; 64:159-66.
35. Dede DÖ, Şahin O, Koroglu A, Yilmaz B. Effect of sealant agents on the color stability and surface roughness of nanohybrid composite resins. *J Prosthet Dent* 2016; 116:119-28.
36. Sideridou ID, Vouvoudi EC, Keridou IV. Sorption characteristics of oral/food simulating liquids by the dental light-cured nanohybrid composite Kalore GC. *Dent Mater* 2015; 31:e179-89.
37. Marghalani HY. Sorption and solubility characteristics of self-adhesive resin cements. *Dent Mater* 2012; 28:e187-98.
38. Dikicier S. Diş hekimliğinde adezyon ve adeziv rezin simanlarda güncel yaklaşımlar. *Atatürk Üniv Diş Hek Fak Derg* 2016; 26:152-8.
39. Soderholm KJM. Leaking of fillers in dental composites. *J Dent Res* 1983; 62:126-30.
40. Yap AU, Low JS, Ong LF. Effect of food-simulating liquids on surface characteristics of composite and polyacid-modified composite restoratives. *Oper Dent* 2000; 25:170-6.

Sorumlu Yazarın Yazışma Adresi

Dr. Meral KURT
Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi,
Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı,
Bişkek Cd.(8.Cd.) 82.Sk. No:4
06510 Emek, Ankara, Türkiye
Tel: +90-312-2034192 Fax: +90-312-2239226
e-posta:dt.meral@gmail.com

