

Özgün Araştırma Makalesi

Kolloidal Gümüş Suyunun Kompozit Rezinlerin Renk Stabilitesine Etkisi

Effect of Colloidal Silver Water on the Color Stability of Composite Resins

Ahmet Hazar 

ÖZET

Amaç: Bu çalışmanın amacı, kolloidal gümüş suyunun iki farklı kompozit rezin restoratif materyalin renk stabilitesine olan etkisinin değerlendirilmesidir.

Gereç ve Yöntem: 2 mm kalınlığında ve 10 mm çapında disk şeklinde metal kalıplar kullanılarak iki farklı kompozit rezin restoratif materyalden (Arabesk, G-aenial anterior) yirmişer örnek hazırlandı (n:20). Örnekler günde 2 kere 2 dakika süresince 30 gün boyunca kolloidal gümüş suyunda bekletildi ardından örnekler polij işlemi uygulandı. Başlangıç, 15, 30 gün sonrası ve polij işlemi arasındaki renk değişim değerleri (ΔE_{00}) hesaplandı. İstatistiksel analiz için iki-yönlü ANOVA ve Tukey HSD testleri kullanıldı ($p=0.05$)

Bulgular: Tüm gruplarda 15 gün sonraki ΔE_{00} değerleri, 30 gün sonraki ΔE_{00} değerlerine göre anlamlı derecede düşük bulundu ($p<0.05$). Kabul edilebilirlik değerinin üzerinde bulunan Arabesk grubunun 30 gün sonraki değerleri dışındaki tüm gruplarda renk değişimleri algılanabilirlik değerinin üzerindedir. Örneklerin polij işlemi ile başlangıç renkleri arasındaki ΔE_{00} değerleri algılanabilirlik değerinin altındadır.

Sonuç: Kolloidal gümüş suyu kompozit restorasyonların renklerinde değişikliğe sebep olabilmektedir fakat polij işlemi bu renklemelerin giderilmesinde etkilidir. Bu ürünleri düzenli kullanılan hastaların diş hekimi kontrollerini aksatmaması gerekmektedir.

Anahtar Kelimeler: Kolloidal gümüş; Kompozit rezinler; Renk

ABSTRACT

Aim: The aim of this study was to evaluate the effect of colloidal silver water on the color stability of two different resin-based composite restorative materials.

Material and Method: Twenty samples were prepared from two different composite resin restorative materials (Arabesk, G-aenial anterior) using disc-shaped metal molds with a thickness of 2 mm and a diameter of 10 mm (n: 20). The samples were kept in colloidal silver water for 2 minutes twice a day for 30 days, then the samples were polished. Color change values (ΔE_{00}) were calculated between initial, after-15, 30 days, and polishing procedure. Two-way ANOVA and Tukey HSD tests were used for statistical analysis ($p=0.05$).

Results: The ΔE_{00} values measured after 15 days were found lower than the values measured after 30 days in all groups ($p<0.05$). ΔE_{00} values were above the perceptibility value in all groups except the after 30 days - Arabesk group, which was above the acceptability value. The ΔE_{00} values between the initial and after-polishing were below the perceptibility value.

Conclusion: Colloidal silver water may cause changes in the colors of composite restorations, but the polishing process is effective in removing these discolorations. Patients who use these products regularly should not delay dental visits.

Keywords: Color; Colloidal silver; Composite Resins

Makale gönderiliş tarihi: 08.05.2023; Yayına kabul tarihi: 13.06.2023

İletişim: Dr. Ahmet Hazar

Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Restoratif Diş Tedavisi Anabilim Dalı, Kat:2, Esenköy, Zonguldak, Türkiye

E-posta: dt.ahmethazar@yahoo.com.tr

Dr. Öğretim Üyesi, Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Restoratif Diş Tedavisi Anabilim Dalı, Zonguldak, Türkiye

GİRİŞ

Gümüş geleneksel tıptaki en eski antimikrobiyal ajandır ve antimikrobiyal etkisi, metal katyonlarının canlı hücreler üzerindeki zararlı etkisi ile oluşmaktadır.¹ Gümüş, canlı dokularda hücre duvarı ve hücre zarı hasarına neden olur.² Gümüş sadece mikroplar için değil tüm vücut hücreleri için toksiktir ve bu nedenle dozajının kontrol edilmesi gerekmektedir. Yüksek yüzey-hacim oranı, gümüş dozunun mikroorganizmalara karşı artan etkinliğini sağlamaktadır. Miktarı kolaylıkla ayarlanabildiği için gümüş nanopartiküller bu dozaj problemini çözmede fayda sağlamıştır.³ Diş hekimliğinde gümüş nanopartiküller, kompozitlerde, implant kaplamalarında, çürük önleyici formülasyonlarda, ağız kanseri tedavilerinde kullanılmaktadır.⁴

Bu materyaller ayrıca antiviral özellikler gösterir. Lv ve ark.⁵ gümüş nanopartiküllerin (parçacık boyutu 20 nm'den küçük), gümüş kolloidlerin korona virüsünün neden olduğu konakçı hücre enfeksiyonu üzerindeki inhibe edici etkisini *in vitro* olarak incelemiş ve gümüş nanomalzemelerin, virüsidal bir ajan veya viral girişin bir inhibitörü olarak koronavirüs aracılı hücre enfeksiyonunun önlenmesinde etkili olduğunu bulmuşlardır.

Gümüş nanopartiküllerin Monkeypox ve Tacaribe virüslerine karşı etkinliğini gösteren araştırma verileri de rapor edildi.^{6,7} Bu bulgular, korona virüsü enfeksiyonları için antiviral tedaviye yeni bir bakış açısı sağlamıştır. Bu çerçevede, yeni korona virüsün (SARS-CoV-2) hızla yayılması, kolloidal gümüş ürünlerin hızlı bir şekilde artmasını tetiklemiştir.⁸

Gümüşün ve bazı bileşiklerinin kanıtlanmış antimikrobiyal etkilerine rağmen birçok dezavantajı vardır. Kontrolsüz konsantrasyonlarının tüm vücut hücreleri için toksik olmasının yanında gümüş, diş hekimliğinde kullanılan estetik restoratif materyallerin veya diş dokuların renginin bozulmasına neden olabilir. Gümüş nanopartikül bazlı dental materyaller, antimikrobiyal etkileri açısından klinik durumlarda etkili olabilseler de, estetik açıdan hala sorun yaratmaktadır. Çünkü estetik restorasyonlar, başlangıçta doğal dişler ile bir renk uyumu sağlamalı ve klinik ömürleri boyunca bu estetik görünümünü korumalıdır.⁹ Restorasyon renginin değişmesi estetik bir sorun yaratır ve hastaların memnuniyetsizliğine yol açar.¹⁰

Bu çalışmanın amacı, ağız gargarası olarak kullanılan kolloidal gümüş suyunda farklı zaman aralıklarında bekletilen ve ardından polisaj işlemi uygulanan iki farklı kompozit rezin restoratif materyalin renk stabilitealarının karşılaştırılması ve oluşan renklenmenin polisaj ile giderilmesi olasılığının değerlendirilmesidir. Bu çalışmanın ilk hipotezi kolloidal gümüş içerikli ağız gargarasına maruz bırakılan kompozit rezin restoratif materyalin tüm zaman aralıklarında renk değişimi göstereceği, ikinci hipotezi ise polisaj işleminin renk değişiminin giderilmesinde etkili olacağı yönündedir.

GEREÇ VE YÖNTEM

Çalışmada kullanılan materyaller ve içerikleri Tablo 1'de verildi. Disk şeklinde örnekler elde etmek için kompozit materyaller 10 mm çapında ve 2 mm kalınlığındaki metal kalıplara yerleştirildi. Düzgün yüzeyler elde etmek ve fazla materyali uzaklaştırmak için üzerlerine şeffaf bant (Mylar strip; SS White Co. Philadelphia, PA, ABD) yerleştirildi ve iki siman camı arasında hafif parmak basıncı uygulandı. Ardından her örnek 800 mW/cm² güçteki bir LED (Elipar, 3M ESPE, ABD) ışık cihazı ile 20 sn. sürede polimerize edildi ve her bir kompozit rezin restoratif materyalden 20 örnek elde edildi (n= 20). Işık uygulama süresi, üreticinin tavsiyesine göre gerçekleştirildi ve ışık gücü bir radyometre (Demetron LED radiometer, Kerr Corp., ABD) ile periyodik olarak kontrol edildi. Örneklerin polimerizasyon yapılan yüzeylerine polisaj diskleri (OptiDisc, Kerr Corporation, Orange, CA, ABD) kullanılarak polisaj işlemi uygulandı. Ardından ilk renk ölçümleri yapıldı kadar 24 saat boyunca etüvde 37 °C'de distile su içerisinde saklandı.

Her örneğin başlangıç renk ölçümleri (T0) açıklık boyutu 8 mm olan bir spektrofotometre (VITA easyshade⁵, VITA Zahnfabrik, Bad Säckingen, Almanya) kullanılarak D65 standart aydınlatma altındaki bir ışık kabininde yapıldı. Renk ölçümleri günün aynı saatinde yapıldı ve her örnek için gri bir arka plan üzerinde üç kez tekrarlandı. Elde edilen değerlerin ortalaması alınarak kaydedildi. Örnekler, başlangıç renk ölçümleri yapıldıktan sonra sadece polisaj yapılan yüzeyleri açıkta kalacak şekilde mum kalıplara yerleştirildi ve günde 2 kez, 2 dk. süresince kolloidal gümüş içerikli gargara içerisinde 15 gün bekletildi. Mum kalıplardan çıkarılan örneklerin 15 gün sonraki renk ölçümleri (T1) başlangıç renk ölçümlerinde

Tablo 1. Çalışmada kullanılan materyaller ve içerikleri.

Kompozit rezin Restoratif Materyal, Renk, Üretici Firma	Organik içerik	İnorganik içerik	Doldurucu oranı (%vol)
G-aenial anterior (SE), Mikrohibrit, GC Europe, Leuven, Belçika	UDMA, dimetakrilatlar	Önceden polimerize edilmiş doldurucular (16–17 µm; silika, stronsiyum ve lantanit florit), 850 nm cam silika, 16 nm füme silika	%63
Arabesk (A2), Mikrohibrit, VOCO, Cuxhaven, Almanya	BisGMA, TEGDMA, UDMA, BHT, HEMA	Doldurucu partiküller 0.5-2µm	%60
Kolloidal gümüş suyu, Dr N Silver, Kozteks Kimya Kozmetik, İzmir, Türkiye	999k kolloidal gümüş, su		
Yapay tükürük	0.7 mmol / l kalsiyum klorür (CaCl ₂), 0.2 mmol / l magnezyum klorür heksahidrat (MgCl ₂ 6H ₂ O), 4.0 mmol / l monopotasyum fosfat (KH ₂ PO ₄), 30 mmol / l potasyum klorür (KCl), 0.3 mmol / l sodyum azit (NaN ₃) and 20 mmol / l HEPES		

kullanılan yöntem kullanılarak tekrarlandı. Ardından örnekler polisajlı yüzeyleri açıkta kalacak şekilde tekrar mum kalıplara yerleştirilerek kolloidal gümüş içerikli gargara içerisinde 15 gün daha bekletildi ve süre sonundaki renk ölçümleri (T2) tekrarlandı. Son olarak örnekler polisaj işlemi uygulandı ve aynı yöntemler kullanılarak renk ölçümleri yapıldı (T3). Örnekler gargara içerisinde bekletilmediği sürelerde ağız ortamının taklit edilmesi için hazırlanan yapay tükürükte bekletildi. Deney boyunca, boyayıcı partiküllerin çökmesini önlemek için solüsyonlar çalkalandı.¹¹

Deneyel koşullardan kaynaklanan renk farklılığı değerleri (ΔE) aşağıdaki formülle (CIEDE2000) hesaplandı. CIEDE2000 renk farkı formülünün parametrik faktörleri 1 olarak belirlendi.

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

Algılanabilirlik eşik değeri $\Delta E_{00}=0.8$, kabul edilebilirlik eşik değeri ise $\Delta E_{00}=1.8$ olarak alındı.¹² Örneklerin yüzeyinden tüm zaman aralıklarında ve polisaj sonrası bir ışık mikroskobu (SOIF BK5000-TR/L, Şangay, Çin) yardımıyla $\times 40$ büyütmede temsili görüntüler alındı.

İstatistiksel Analiz

İstatistiksel analizler için SPSS 22.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, ABD) yazılımı kullanıldı. Solüsyonda bekletme sonrası ve polisaj sonrası oluşan renk farklılıklarından elde edilen verileri değerlendirmek

ve karşılaştırmak için iki-yönlü varyans analizi (ANOVA), gruplar arasındaki farklılıkları belirlemek için ise Tukey HSD çoklu karşılaştırma testi kullanıldı. Anlamlılık düzeyi $p < 0.05$ olarak kabul edildi.

BULGULAR

Çalışmada kullanılan kolloidal gümüş suyunun kompozit rezin restoratif materyallerin kolloidal gümüş suyunda bekletilmeleri sonrası zamana bağlı oluşan ortalama renk değişikliği, standart sapma, ΔL , Δa ve Δb değerleri Tablo 2'de verildi.

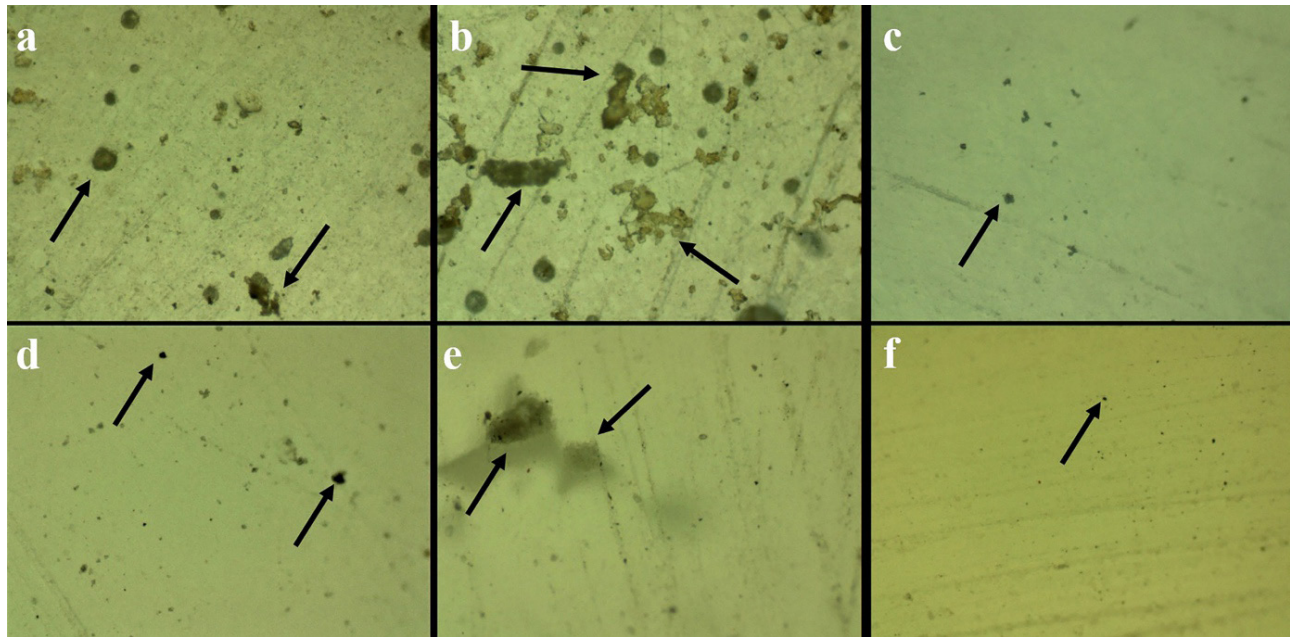
Kolloidal gümüş suyu içeren solüsyonda bekletme sonrası tüm grupların renk değişim değerleri 30 gün sonrasında 15 gün sonrasına göre istatistiksel olarak anlamlı oranda daha yüksek bulundu ($p < 0.05$). Kompozit rezin restoratif materyallerin kolloidal gümüş suyunda bekletme süreleri karşılaştırıldığında G-aenial anterior grubu tüm bekletme sürelerinde Arabesk grubundan istatistiksel olarak anlamlı oranda daha düşük sonuçlar gösterdi ($p < 0.05$). Örneklerin polisaj sonrası karşılaştırmaları yapıldığında iki grupta da polisaj sonrası belirlenen renk değişimi renklendirme sonrasında anlamlı derecede düşük bulundu ($p < 0.05$).

Polisaj sonrası ölçülen renk değişimi hariç tüm renk değişimleri algılanabilirlik eşik değerinin ($\Delta E_{00}=0.8$) üzerinde bulundu. Bunun dışında sadece Arabesk grubunun 30 gün sonraki renk değişim değerleri kabul edilebilirlik eşik değerinin ($\Delta E_{00}=1.8$) üzerinde bulundu.

Tablo 2. Ortalama renk değişikliği (ΔE_{00}), standart sapma (ss), ΔL , Δa , Δb değerleri.

Gruplar	Bekleme zamanı	Ortalama (ΔE_{00}) \pm ss	ΔL	Δa	Δb
Arabesk	T ₁ -T ₀ : 15 gün	1.32 \pm 0.12 ^a	-1.14	0.22	0.96
	T ₂ -T ₀ : 30 gün	1.81 \pm 0.08 ^b	-1.78	0.25	0.98
	T ₃ -T ₀ : Polisaj	0.52 \pm 0.15 ^c	0.46	-0.01	-0.14
G-aenial anterior	T ₁ -T ₀ : 15 gün	1.02 \pm 0.18 ^d	-0.82	0.14	1.37
	T ₂ -T ₀ : 30 gün	1.33 \pm 0.11 ^a	-1.55	0.15	1.23
	T ₃ -T ₀ : Polisaj	0.32 \pm 0.09 ^e	0.07	-0.01	-0.006

*Üst simge ile gösterilen farklı küçük harfler sütunlardaki farklılığı ifade eder. Tukey HSD testi (p<0.05).



Resim 1. Çalışmadaki grupların $\times 40$ büyütme altında ışık mikroskopuyla çekilen temsili görüntüleri. a: Arabesk- 15 gün renklendirme sonrası; b: Arabesk- 30 gün renklendirme sonrası; c: Arabesk- polisaj sonrası; d: G-aenial anterior- 15 gün renklendirme sonrası; e: G-aenial anterior- 30 gün renklendirme sonrası; f: G-aenial anterior- polisaj sonrası. (Siyah oklar kompozit rezinler üzerinde biriken koloidal gümüş parçalarını göstermektedir.)

Çalışmadaki grupların $\times 40$ büyütme altında ışık mikroskopuyla çekilen temsili görüntüleri Resim 1'de verildi. Görüntüler incelendiğinde Arabesk grubunda daha fazla olmak üzere 15 ve 30 gün sonra kompozit rezinlerin üzerinde koloidal gümüş parçaları biriktiği, polisaj sonrası ise bu oluşumların azaldığı gözlemlendi.

TARTIŞMA

Renk değişiklikleri görsel olarak değerlendirilse de insan gözü sınırlı bir kapasiteye sahiptir.¹³ Bu yüzden renk tespiti yaparken potansiyel hataları en aza indirmek ve gözle tespit edilemeyen renk değişikliklerini belirleyerek daha objektif ölçüm yapabilmek için renk ölçüm cihazları geliştirilmiştir. Bu cihazlar-

dan biri olan spektrofotometre ile yapılan ölçümler subjektif olmadığı için elde edilen sonuçlar görsel değerlendirmeden daha kabul edilebilirdir.¹⁴ Dental materyallerin renklendirici solüsyonlarda bekletilmesi sonrası renk değişimlerinin değerlendirilmesinde çalışmamızda kullandığımız formülden farklı olarak CIELab formülünden de yararlanılmaktadır. Gözün algısını daha çok etkileyen faktörlerde değişikliklere gidilerek, CIELab formülündeki eksikleri gidermek için CIEDE2000 formülü geliştirilmiştir.¹⁵ Ghinea ve ark.¹⁶ yapmış oldukları çalışmada bu güncel renk formülü ile (CIEDE2000), kabul edilebilir ve algılanabilir renk değişiminin CIELab formülünden daha uygun ve doğru biçimde saptanabildiğini belirtmiştir. Bu çalışmada örneklerin renk değerlerini ölçmek için

bir spektrofotometre kullanıldı ve renk değişimlerinin tespiti için CIEDE2000 formülünden yararlanıldı.

Avrupa Birliği ülkelerinde kolloidal gümüş biyosit yani bir zararlı organizmayı yok etme, zararsız hale getirme veya üzerinde kontrol edici bir etki oluşturma özelliğine sahip kimyasal madde olarak tanımlanmaktadır.^{17,18} Sistemik olarak kullanılması kesinlikle önerilmese de günümüzde pandeminin etkisi ile ulaşılması kolay bir ürün haline gelmiş ve gargara olarak kullanımı artmıştır.¹³ Literatürde kolloidal gümüş içerikli gargaranın renk değişimine etkisini inceleyen bir çalışma bulunmamasına rağmen antibakteriyel ve çürük önleme etkinliği kanıtlanmış olan gümüş diamin florüre bağlı renklenmeleri araştıran birçok çalışma bulunmaktadır.^{19,20} Çalışmaların sonuçlarına bakıldığında gümüş içeren tüm materyallerin, özellikle kompozit rezinlerde renk değişikliğine ve renklerinin gri tona doğru değişmesine yol açması yaygın sorunlardandır.²¹ Gümüş içerikli materyallerin renk değişimine etkisini inceleyen önceki çalışmalar ile uyumlu olarak çalışmamızda kolloidal gümüş suyu, kullanılan her iki kompozit rezinde de renk değişikliğine yol açmıştır.¹⁹⁻²¹

Çalışmada, Paravina ve ark.¹² tarafından belirlenen, algılanabilirlik ($\Delta E_{00}=0.8$) ve kabul edilebilirlik ($\Delta E_{00}=1.8$) eşik değerleri kullanıldı. Bu çalışmanın sonuçları, G-aenial anterior grubunda 15 ve 30 gün sonra kabul edilebilir renk değişimleri meydana geldiğini ortaya koymuştur. Arabesk grubunda ise 15 gün sonra kabul edilebilir renk değişimi gözlenirken 30 gün kolloidal gümüş suyunda bekletme sonrası oluşan renk değişimi kabul edilebilirlik sınırının üzerinde bulunmuştur. Bu nedenle çalışmanın ilk hipotezi kabul edilmiştir.

Ölçümler sonrası elde edilen ΔL değerinin pozitif olması materyalin renk değişikliğindeki açıklığı, negatif olması ise koyuluğunu gösterirken, rengin pozitif Δa değeri ile kırmızıya, negatif Δa değeri ile yeşile; pozitif Δb ile sarıya, negatif Δb ile maviye doğru değiştiği belirtilmiştir.²² Kompozit rezinlerin açıklığı veya koyuluğundaki değişiklikler değerlendirildiğinde (ΔL), kolloidal gümüş suyunda 15 ve 30 gün bekletme sonrası L değerlerinde bir azalma olduğu belirlenmiştir. Bu, kompozit rezinlerin daha koyu hale geldiğini (negatif ΔL değerleri) göstermektedir. Kırmızı-yeşil eksen boyunca renk tonu değişimi incelendiğinde (Δa), kolloidal gümüş suyu içerisinde

bekletmenin her iki kompozit rezinde kırmızımsı renk değişikliğine neden olduğu (pozitif Δa değerleri) belirlendi. Sarı-mavi eksen (Δb) boyunca ölçülen renk tonu değişiminde ise, kolloidal gümüş suyunda bekletmenin, kompozit rezinlerde sarımsı renk değişimine (pozitif Δb değerleri) neden olduğu belirlendi.

Rezin bazlı materyallerin suyu absorbe etme özellikleri suda çözünen pigmentleri de absorbe etmesine neden olur ve bu durum renk değişikliğine neden olur.²³ Bis-GMA içeren kompozit rezinler TEGDMA içerenlere göre daha az su emilimi gösterir. Bu nedenle TEGDMA içeren kompozit rezinlere göre renk değişimine karşı daha dirençlidir.²⁴ Bunun yanında Bis-GMA içeren kompozit rezinlerin, UDMA ve Bis-EMA içeren kompozit rezinlere göre daha fazla su emilimi göstermelerinden dolayı bu kompozitlere göre renklenmeye daha yatkın olduğu belirtilmiştir.²⁵ Bu bilgilerle uyumlu olarak çalışmamızda UDMA içerip Bis-GMA ve TEGDMA içermeyen G-aenial anterior grubunun, Bis-GMA ve TEGDMA içeren Arabesk grubuna göre daha iyi renk stabilitesine sahip olduğu belirlenmiştir.

Kompozit rezinlerin renk stabiliteyi organik matriks içeriğinden etkilendiği kadar doldurucu oranları ve çeşitli bileşenlerden de etkilenmektedir.²⁶ Su, pigmentlerin rezin matriksine nüfuz etmesinde taşıyıcı görevdedir. Dietschi ve ark.²⁷ renk değişimi duyarlılığının materyallerin su emilimi ile ilgili olduğunu belirtmiştir. Kompozit içerisindeki doldurucu suyu emmez, bu nedenle daha düşük miktarda inorganik doldurucuya sahip kompozit rezinlerin daha fazla renk değişimi gösterdiği, çünkü daha büyük rezin matriks hacminin daha fazla su emilimine izin verdiği belirtilmektedir.²⁸ Bu değerlendirmeler, çalışmamızda elde edilen sonuçlarla desteklenmektedir. Bu çalışmada daha düşük doldurucu içeriğe sahip Arabesk grubundaki örneklerde her iki bekletme süresi sonunda G-aenial anterior grubundaki örneklerden daha yüksek renk değişim değerleri belirlendi.

Örneklerin polisaj sonrası renk değişim değerleri hem solüsyonda bekletme sonrası ölçülen değerlerden anlamlı derecede düşük, hem de algılanabilirlik ve kabul edilebilirlik değerlerinin altında bulunduğu çalışmanın ikinci hipotezi kabul edilmiştir. Bunun yanında gruptan alınan temsili görüntüler incelendiğinde polisaj sonrası kompozit rezinlerin üzerinde biriken kolloidal gümüş parçalarının azaldığı

gözlemlenmiştir. Bu nedenle polisaj işleminin koloidal gümüş suyunda bekletilen kompozit rezinlerdeki renk değişiminde olumlu bir etkisi olduğunu düşünmekteyiz.

Rezin esaslı kompozit materyallerin ağız ortamındaki renk stabilitesi bireyin tükürük içeriğine, oral hijyen durumuna ve mikroflorasına göre de farklılıklar gösterebilir. Bu nedenle bu çalışma *in vivo* çalışmalarla desteklenmeli ve test sürelerinin çeşitliliği artırılmalıdır.

SONUÇ

Bu çalışmanın sınırlamaları dahilinde koloidal gümüş suyunun gargara olarak kullanımı, kompozit rezinlerde kullanma süresine bağlı olarak algılanabilir ve kabul edilemez renk değişikliklerine neden olabilmektedir. Polisaj işleminin kompozit rezinlerin koloidal gümüş suyuna maruz kalması sonucunda oluşan renk değişikliklerine olan etkisi olumludur. Reçetesiz satılan bu ürünleri düzenli kullanılan hastaların mevcut restorasyonlarının renklenmesi açısından dikkatli olmaları ve diş hekimi kontrollerini aksatmamaları gerekmektedir.

KAYNAKLAR

1. Bharti S, Mukherji S, Mukherji S. Antiviral application of colloidal and immobilized silver nanoparticles. *Nanotechnology* 2021;14:205102.
2. Noronha VT, Paula AJ, Durán G, Galembeck A, Cogo-Müller K, Franz-Montan M, *et al.* Silver nanoparticles in dentistry. *Dent Mater* 2017;33:1110–26.
3. Tiwari DK, Behari J, Sen P. Time and dose-dependent antimicrobial potential of Ag nanoparticles synthesized by top-down approach. *Current Sci* 2008;95:647–55.
4. Ginjupalli K, Shaw T, Tellapraga C, Alla R, Gupta L, Perampalli NU. Does the size matter? Evaluation of effect of incorporation of silver nanoparticles of varying particle size on the antimicrobial activity and properties of irreversible hydrocolloid impression material. *Dent Mater* 2018;34:158–65.
5. Lv X, Wang P, Bai R, Cong Y, Suo S, Ren X, *et al.* Inhibitory effect of silver nanomaterials on transmissible virus-induced host cell infections. *Biomater* 2014;35:4195–203.
6. Rogers JV, Parkinson CV, Choi YW, Speshock JL, Hussain SM, Preliminary A. Assessment of silver nanoparticle inhibition of monkeypox virus plaque formation. *Nanoscale Res Lett* 2008;3:129–33.
7. Murdock RC, Braydich-Stolle L, Schrand AM, Schlager JJ, Hussain SM. Characterization of nanomaterial dispersion in solution prior to *in vitro* exposure using dynamic light scattering

technique. *Toxicol Sci* 2008;101:239-53.

8. Kumar A, Goia DV. Comparative Analysis of Commercial Colloidal Silver Products [published correction appears in *Int J Nanomedicine* 2020;15:10425-34.
9. Baker CD, Federico MJ, Accurso FJ. Case report: skindiscoloration following administration of colloidal silver incystic fibrosis. *Curr Opin Pediatr* 2007;19:733–5.
10. Guler AU, Yılmaz F, Kulunk T, Guler A, Kurt S. Effects of different drinks on stainability of resin composite provisional restorative materials. *J Prosthet Dent* 2005;94:118-24.
11. 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;9:441-6.
12. Paravina RD, Pérez MM, Ghinea R. Acceptability and perceptibility thresholds in dentistry: A comprehensive review of clinical and research applications. *J Esthet Restor Dent* 2019;31:103-12.
13. Ardu S, Braut V, Gutemberg D, Krejci I, Dietschi D, Feilzer AJ. A long-term laboratory test on staining susceptibility of esthetic composite resin materials. *Quintessence Int* 2010;41:695-702.
14. Lee YK, Yu B, Lee SH, Cho MS, Lee CY, Lim HN. Shade compatibility of esthetic restorative materials--A review. *Dent Mater* 2010;26:1119-26.
15. Herrera LJ, Pulgar R, Santana J, Cardona JC, Guillen A, Rojas I, *et al.* Prediction of color change after tooth bleaching using fuzzy logic for Vita Classical shades identification. *Appl Opt* 2010;49:2-9.
16. Ghinea R, Pérez MM, Herrera LJ, Rivas MJ, Yebra A, Paravina RD. Color difference thresholds in dental ceramics. *J Dent* 2010;38:57-64.
17. Leino V, Airaksinen R, Viluksela M, Vähäkangas K. Toxicity of colloidal silver products and their marketing claims in Finland. *Toxicol Rep* 2020;8:106-13.
18. Arzani FA, Dos Santos JHZ. Biocides and techniques for their encapsulation: a review. *Soft Matter* 2022;18:5340-58.
19. Chu CH, Lo EC, Lin HC. Effectiveness of silver diamine fluoride and sodium fluoride varnish in arresting dentin caries in Chinese pre-school children. *J Dent Res* 2002;81:767-70.
20. Llodra JC, Rodriguez A, Ferrer B, Menardia V, Ramos T, Morato M. Efficacy of silver diamine fluoride for caries reduction in primary teeth and first permanent molars of schoolchildren: 36-month clinical trial. *J Dent Res* 2005;84:721-4.
21. Kasraei S, Azarsina M. Addition of silver nanoparticles reduces the wettability of methacrylate and silorane-based composites. *Braz Oral Res* 2012;26:505-10.
22. Chang JY, Chen WC, Huang TK, Wang JC, Fu PS, Chen JH, *et al.* Evaluating the accuracy of tooth color measurement by combining the Munsell color system and dental colorimeter. *Kaohsiung J Med Sci* 2012;28:490-4.

- 23.** Ardu S, Gutemberg D, Krejci I, Feilzer AJ, Di Bella E, Dietschi D. Influence of water sorption on resin composite color and color variation amongst various composite brands with identical shade code: an *in vitro* evaluation. J Dent 2011;39:37–44.
- 24.** Bagheri R, Burrow MF, Tyas M. Influence of foodsimulating solutions and surface finish on susceptibility to staining of aesthetic restorative materials. J Dent 2005;33:389–98
- 25.** Sideridou I, Tserki V, Papanastasiou G. Study of water sorption, solubility and modulus of elasticity of light-cured dimethacrylate-based dental resins. Biomater 2003;24:655-65.
- 26.** Gonulol N, Yilmaz F. The effects of finishing and polishing techniques on surface roughness and color stability of nanocomposites. J Dent 2012;40:64-70.
- 27.** Dietschi D, Campanile G, Holz J, Meyer JM. Comparison of the color stability of ten new-generation composites: An *in vitro* study. Dent Mater 1994;10:353-62.
- 28.** Fontes ST, Fernández MR, de Moura CM, Meireles SS. Color stability of a nanofill composite: Effect of different immersion media. J Appl Oral Sci 2009;17:388-91