



Üç Boyutlu Dental Reçinelerle Üretilen Lamina Restorasyonların Renklenmesinde Farklı İçeceklerin ve Polisaj İşleminin Etkisi The Effect of Different Beverages and Polishing Process on the Staining of Laminate Restorations Produced with Three Dimensional Dental Resins

Pelin ORTABAŞ^{1*}, Çiğdem ATALAYIN ÖZKAYA¹, Cem PEŞKERSOY¹
Hüseyin TEZEL¹

¹Ege Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Restoratif Diş Tedavisi Anabilim Dalı, İzmir, Türkiye

*Corresponding author: pelin.kirazli@ege.edu.tr

ÖZ

Amaç: Üç boyutlu dental reçinelerle üretilen lamina restorasyonların renklenmesinde, polisaj işleminin ve farklı içeceklerin etkisini incelemektir. **Yöntem ve Gereçler:** Fraseco üst santral dişe lamina preperasyonu gerçekleştirilerek dijital ölçü alındı (Trios 3, 3 Shape). Bilgisayar destekli yazılım programına (Meshmixer, Autodesk Inc) aktarılarak dilimleme yazılımı (Cura, Ultimaker) kullanıldı. Restorasyonlar, dijital ışık işleme türünde iki 3 boyutlu yazıcı (Varseo XS (Bego), AccuFab-D1s (Shining Dental)) ile iki dental reçine (VarseoSmile Crown Plus (Bego), Try-In (Shining 3D)) kullanılarak üretildi (n=36). Her materyal grubu polisaj uygulanan, uygulanmayan olarak iki alt gruba ayrıldı. Polisaj grubunda; alüminyum oksit disk (Tor VM) ve beyaz polisaj lastiği (Nais) su soğutmasıyla 30 saniye uygulandı. Spektrofotometre (Vita Easyshade Advance 5.0, Vita Zahnfabrik) ile başlangıç renkleri kaydedildi. Örnekler tekrar üç alt gruba ayrıldı; distile su, kola (Coca Cola) ve kahve (Nescafe-Nestle) solüsyonlarında bekletildi (n=6). 15. ve 30. günlerde renk değişimleri hesaplandı. Tüm farklılıklar ANOVA ve post-hoc Tukey testiyle değerlendirildi. ΔE değişimlerinde farklılıklar tekrarlayan ölçümler ve Bonferroni düzeltmeleri kullanılarak incelendi ($p<0.05$). Bulgular: Tüm solüsyonlar klinik olarak kabul edilemeyecek ($\Delta E>3.3$) renklenmeye neden oldu. En yüksek ΔE değerleri, polisaj yapılmadan kahvede bekletilen VarseoSmile Crown Plus grubunda ($\Delta E_1=30.25$, $\Delta E_2=34.9$) saptandı ($p<0.05$). Try-In reçinesi kahvede, Varseo Smile Crown Plus reçinesine göre daha az renklenme gösterdi. Polisaj uygulamasının; her iki reçinede ve her iki zaman aralığında kahvedeki renklenmeyi azalttığı saptandı ($p<0.05$). Sonuç: Üç boyutlu dental reçinelerinde farklı içeceklerin renklendirici etkisinin olduğu, en fazla renklenmenin kahveden kaynaklandığını ve renklenmenin reçine türüyle farklılık gösterdiği saptandı. Polisaj işleminin kahve renklenmesine karşı olumlu etkisi olduğu görüldü. Üç boyutlu dental reçinelerle üretilen lamina restorasyonların renklenmesinin uzun dönemde estetik sorun oluşturacağı öngörülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Polisaj, renklenme, üç boyutlu üretim, lamina restorasyon

ABSTRACT

Aim: To examine the effect of polishing and different beverages on the discoloration of laminate-restorations produced with three-dimensional dental resins. **Method:** Laminate preparation was performed on Fraseco upper-central incisor. Digital impression was taken (Trios 3, 3 Shape). It was transferred to computer-aided design software (Meshmixer, Autodesk Inc), sliced using software (Cura, Ultimaker). The restorations were produced using three-dimensional printers (Varseo XS (Bego), AccuFab-D1s (Shining Dental)) and dental resins (VarseoSmile Crown Plus (Bego), Try-In (Shining 3D)) through digital light processing (n=36). The subgroups were; polished, unpolished. For polishing, aluminum oxide discs (Tor VM) and white polishing rubbers (Nais) were applied with water for 30 seconds. Initial color-measurements were performed with spectrophotometer (Vita Easyshade Advance 5.0, Vita Zahnfabrik). The samples were divided into three subgroups to store in distilled water, cola (Coca Cola), coffee (Nescafe-Nestle) solutions (n=6). Color changes were measured on 15th and 30th days. Differences were evaluated using ANOVA and post-hoc Tukey tests. Differences in ΔE values were analyzed using repeated-measures and Bonferroni corrections ($p<0.05$). Results: All solutions caused clinically unacceptable discoloration ($\Delta E>3.3$). The highest ΔE values were observed in VarseoSmile Crown Plus, immersed in coffee without polishing ($\Delta E_1=30.25$, $\Delta E_2=34.9$) ($p<0.05$). Try-In showed less discoloration in coffee than VarseoSmile Crown Plus. Polishing reduced coffee-related discoloration in both resins and time periods ($p<0.05$). Conclusion: Different beverages cause discoloration on three-dimensional dental resins, the most discoloration occurs with coffee. Color changes depends on the resin type. Polishing had a positive effect against coffee-induced staining. Discoloration of laminates seems to cause aesthetic problems in the long-term.

Keywords: Polishing, discoloration, three-dimensional printing, laminate restoration

GİRİŞ

Günümüzde birçok farklı alanda kullanılmaya başlanan üç boyutlu (3B) yazıcılar, diş hekimliği pratiğinde de önemli bir yere sahip olmuştur (1). Hızlı üretim ile hekimin ve hastanın klinikte harcadığı sürenin azalması ve elde edilecek restorasyonun dijital ortamda öngörülebilmesi gibi avantajları sayesinde bu sistemlerin kullanımları oldukça yaygınlaşmıştır (2). Üç boyutlu baskı, teknik adıyla eklemeli üretim teknolojisi olarak bilinmektedir (3). Eklemeli üretim (3B yazıcılar), bilgisayar destekli tasarım/ bilgisayar destekli üretim (CAD/CAM) gibi aşındırıcı üretim yöntemlerinin aksine tabaka üzerine tabaka eklenmesiyle malzeme birleştirilmesi işlemidir (4). Eklemeli üretimin birçok avantajı vardır. Bunlar; daha hızlı üretim yapması, tasarımda değişiklikler yapılmasına olanak sağlayıp hızlı model elde edilmesi, parçalar karmaşık dahi olsa üretiminin mümkün olması, stoklara daha az ihtiyaç duyulması, farklı birçok treçinenin piyasada olması ve materyal israfı olmamasıdır (5). Bu sistemlerin mevcut avantajlarının yanında çeşitli dezavantajları da bulunmaktadır. Bu dezavantajlar; destek yapıların ve tijlerin ayrılması gerekliliği, üretilen parçaların oldukça pürüzlü olmasından dolayı ek işlemler gerektirmesi, yazıcı ve ekipmanların oldukça pahalı olmasıdır (3).

Üç boyutlu yazıcılarla üretimde; stereolitografi (SLA), malzeme püskürtme (inkjet yazıcılar), dijital ışık işleme (DLP), yapıştırıcı ile katmanlı imalat (Binder jetting), seçici lazer sinterleme (SLS), elektron ışınli ergitme (EBM) ve eriyik yığma modelleme (EYM) olmak üzere yedi farklı teknik kullanılmaktadır (3). Güncel olarak sık kullanılan üç boyutlu üretim teknikleri stereolitografi ve dijital ışık işlemedir (1). Stereolitografi tekniğinde modeller tabaka tabaka taranırken, dijital ışık işleme tekniğinde her tabaka tek bir ultraviyole (UV) ışığı atışıyla taranmaktadır. Böylece dijital ışık işleme tekniğinde daha hızlı üretim yapılmaktadır (6).

Dijital diş hekimliği uygulamaları sayesinde tek seansta, hastaya özgü tasarımlar ile hasta konforu artmaktadır (3). Standart ve hızlı bir iş akışı sayesinde de hem teknisyenin işi kolaylaşmakta hem de hekim oldukça zaman kazanmaktadır (7). Bu sistemlerde öncelikle ağız içi tarayıcı kullanılarak dijital ölçü alınmakta ve elde edilen tarama dosyası bir bilgisayar destekli tasarım (CAD) yazılımına aktarılmaktadır. Bu yazılım üzerinde restorasyonun tasarımı yapılarak, tasarım üç boyutlu yazıcı ile üretilmektedir (8).

Üç boyutlu üretim, diş hekimliği alanında umut verici olsa da sınırlı renk stabilitesi önemli bir dezavantajdır. Bu yüzden kısa vadeli geçici restorasyonlarda bu üretim şekli daha kabul edilebilirdir. Geçici restorasyonlarda estetik endişelerden çok, dişin sağlığını ve pozisyonunu korumak daha önemlidir (9). Ancak renklenme sürecini etkileyebilecek yaklaşım ve uygulamaların araştırılması da bu alanda oldukça önem taşımaktadır.

Üç boyutlu baskı ile üretilen restorasyonların yüzeyi genellikle pürüzlüdür ve ek cilalama işlemlerine tabi tutulması gerekir (3). Yetersiz bitim ve cila, ya da bu prosedürlerin hiç uygulanmaması sonucu yüzey pürüzlülüğündeki artış; restorasyonda renklenmeye, bakteri kolonizasyonunda artışa ve buna bağlı olarak da sekonder çürük oluşumuna ve gingival enflamasyona sebep olur (10). Restorasyon üretiminde kullanılan reçinenin içeriği ve polisajda kullanılan ekipmanlar yüzey yapısını etkiler (10). Yüzey pürüzlülüğünün restorasyonların renk stabilitesi üzerinde etkili olduğu gösterilmiştir (10). Ayrıca hastanın oral hijyen alışkanlıkları, günlük çay, kahve, asitli içecek tüketimi de renklenmeyi etkilemektedir (11). Restorasyonun renk stabilitesinin, kullanılan reçinenin su emme kapasitesi ile ilişkili olduğu da bildirilmiştir (12).

Bu in vitro çalışmanın amacı; iki farklı dental reçine ve yazıcı ile üç boyutlu üretim yapılmış lamina restorasyonların renklenmesinde, polisaj işleminin ve farklı içeceklerin etkisini değerlendirmektir.

GEREÇ ve YÖNTEM

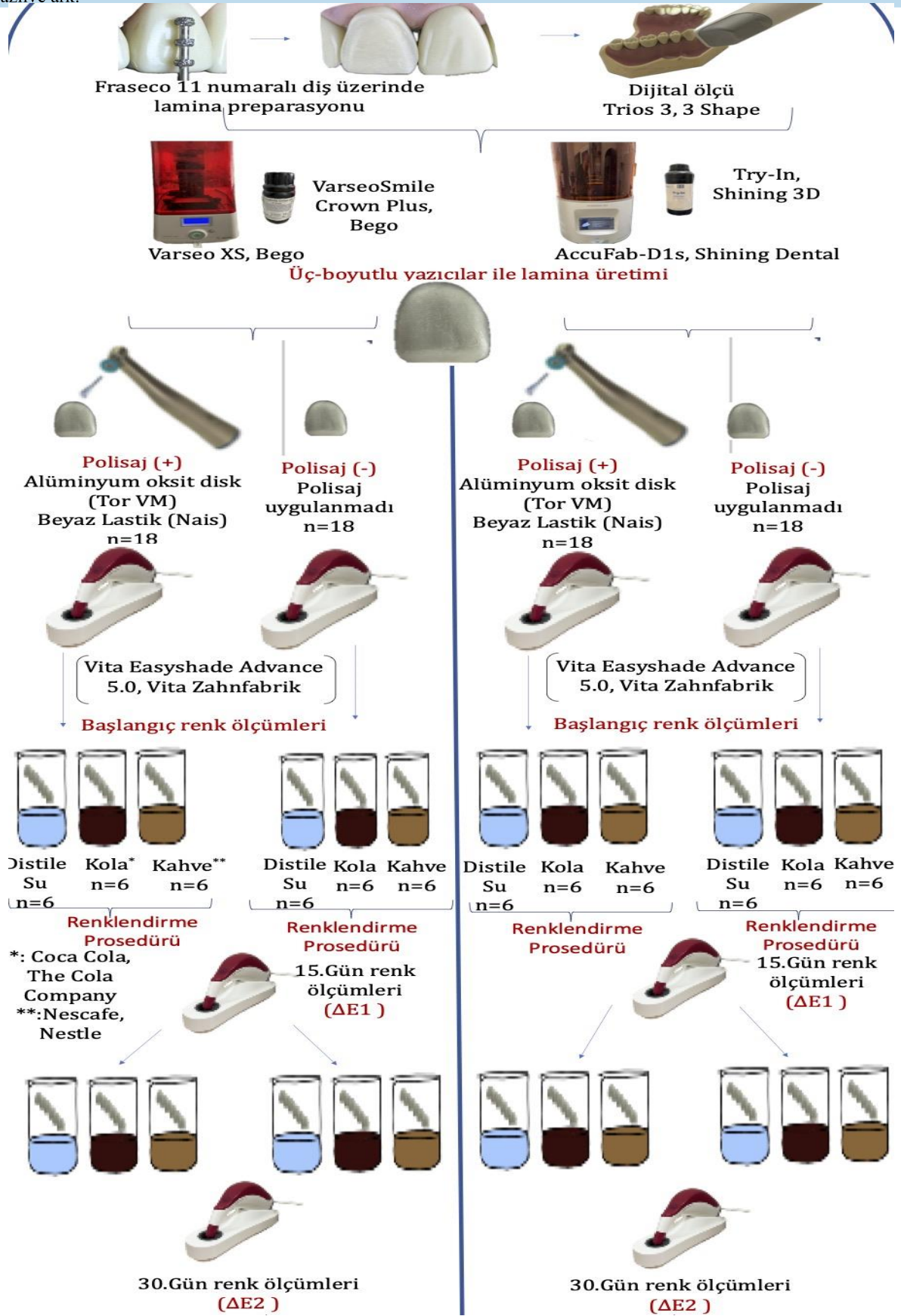
Çalışmada iki farklı üç boyutlu A1 rengindeki dental reçine ve dijital ışık işleme (DLP) tipinde iki farklı yazıcı kullanıldı. VarseoSmile Crown Plus (Bego, Almanya) reçinenin üretimi, Varseo XS (Bego, Almanya) ile gerçekleştirildi. Try-In (Shining 3D, Çin) reçinenin üretimi ise AccuFab-D1s (Shining Dental, Çin) ile gerçekleştirildi. Fraseco 11 numaralı santral diş üzerinde lamina kesim frezi ile 0.5 mm derinliğinde lamina preperasyonu yapıldı. İnsizal kenarda tüy ucu (feather edge) tipi preperasyon tercih edildi. Daha sonra dijital yöntemle ölçüsü alındı (Trios 3, 3 Shape, Danimarka) ve ölçüsü alınan model bilgisayar destekli bir yazılım programına (Meshmixer, Autodesk Inc., San

Rafael, CA, ABD) aktarıldı. Bu programa aktarılan restorasyonlar, bir dilimleme yazılımı (Cura, Ultimaker, Danimarka) kullanılarak baskıya hazır hale getirildi ve 0.5 mm kalınlığındaki laminaların üç boyutlu üretimi gerçekleştirildi. Çalışma için gerekli örneklem büyüklüğünün hesaplanmasında; 12 çalışma grubu ve her bir grup için 6 örnek sayısı baz alınarak yapılan güç analizinde (G-Power ver. 3.1, Dusseldorf Üniversitesi, Almanya), kritik F değeri 2,216, etki değeri (f) 1,004 ve güç %99,74 hesaplandı. Bu sonuçla çalışmada örnek sayısı 12 grubun her biri için minimum “6” olacak şekilde düzenlendi. Örnekler önce ultrasonikle yıkanıp, daha sonra kütleme yapıldı. Kütleme için Bego Otoflash makinesi kullanıldı. Otoflash makinesinde bulunan polimerizasyon haznesine yerleştirilen laminaların aşağıdan bu hazneye yansıyan iki flaş ampülü sayesinde ışıkla sertleşmesi sağlandı. Her materyal grubu için toplam 36 örnek hazırlandı ve örnekler; polisaj uygulanan ve uygulanmayan olarak 2 alt gruba ayrıldı. Polisaj grubunda; örnekler alüminyum oksit disk (Tor VM, Rusya) ve beyaz polisaj lastiği (Nais, Bulgaristan) su soğutması altında sırasıyla 30 saniye uygulandı. Tüm örneklerin palatinal yüzeyleri şeffaf tırnak cilası ile izole edildi. Renk ölçümlerinde standardizasyonu sağlamak için C tipi silikondan laminaların tam yerleştirildiği 30*50 mm’lik kalıplar hazırlandı. D65 standartlarındaki aydınlatma şartları altında, gün ışığında sabah saatlerinde aynı ortamda, beyaz zemin üzerinde ve her ölçüm öncesi spektrofotometre (Vita Easyshade Advance 5.0, Vita Zahnfabrik, Bad Säckingen, Almanya) kalibre edilerek ölçümler gerçekleştirildi. Renk ölçümünün güvenilirliği için üretici firma önerisi doğrultusunda cihazın ölçüm ucunun, ölçüm yapılacak yüzeye 90° açıyla tutularak ölçümlerin yapılması sağlandı. Örneklerin servikal, orta ve insizal bölgelerindeki üç ayrı noktadan başlangıç “L”, “a”, “b” değerleri kaydedildi. Üç farklı ölçümün ortalaması alınarak her bir örnek için ortalama “L”, “a”, “b” değerleri hesaplandı ve renk değişim değeri hesaplamaları ortalama “L”, “a”, “b” değerleri üzerinden gerçekleştirildi. Başlangıç renk ölçümleri tamamlanan örnekler tekrar üç alt gruba ayrıldı; vestibül yüzeyleri üste gelecek şekilde, düz bir kaba yerleştirildi. Distile su, kola (Coca Cola, ABD) ve kahve (Nescafe-Nestle, İsviçre) solüsyonlarında toplam 30 gün bekletilerek renklendirme gerçekleştirildi (n=6). Renklendirme sürecinde; solüsyonlar oda sıcaklığında uygulandı ve her gün yenilendi. Örnekler 24 saat boyunca solüsyonlarda tutuldu. Kahve solüsyonu; 200 ml kaynamış sıcak su ve 2 gram çözülebilir kahve (Nescafe-Nestle, İsviçre) karıştırılarak hazırlandı. Kahve, içilebilir sıcaklık olan 60°C +/- 9°C’ye ulaştıktan sonra laminaları renklendirmek için kullanıldı. Kola solüsyonu için ise her seferinde +4°C’de muhafaza edilen kutu kola tercih edildi. Her gün yeni bir kutu kola açılarak laminalar renklendirildi. Her bir örnek 10 ml’lik solüsyon alacak şekilde ayrı ayrı plastik kaplarda muhafaza edildi. Örnekler her gün renklendirme sonrası distile su ile yıkanıp kurulandı ve solüsyonlar tazelendi. 15. ve 30. günlerde solüsyonlardan alınıp distile su ile yıkanıp kurutularak renk ölçümleri gerçekleştirildi. Renk değişimleri aşağıdaki formüllere göre hesaplandı.

$$\Delta E1 \text{ (15 gün sonraki renk değişimi)} = ((L0-L1)^2 + (a0-a1)^2 + (b0-b1)^2)^{1/2}$$

$$\Delta E2 \text{ (30 gün sonraki renk değişimi)} = ((L0-L2)^2 + (a0-a2)^2 + (b0-b2)^2)^{1/2}$$

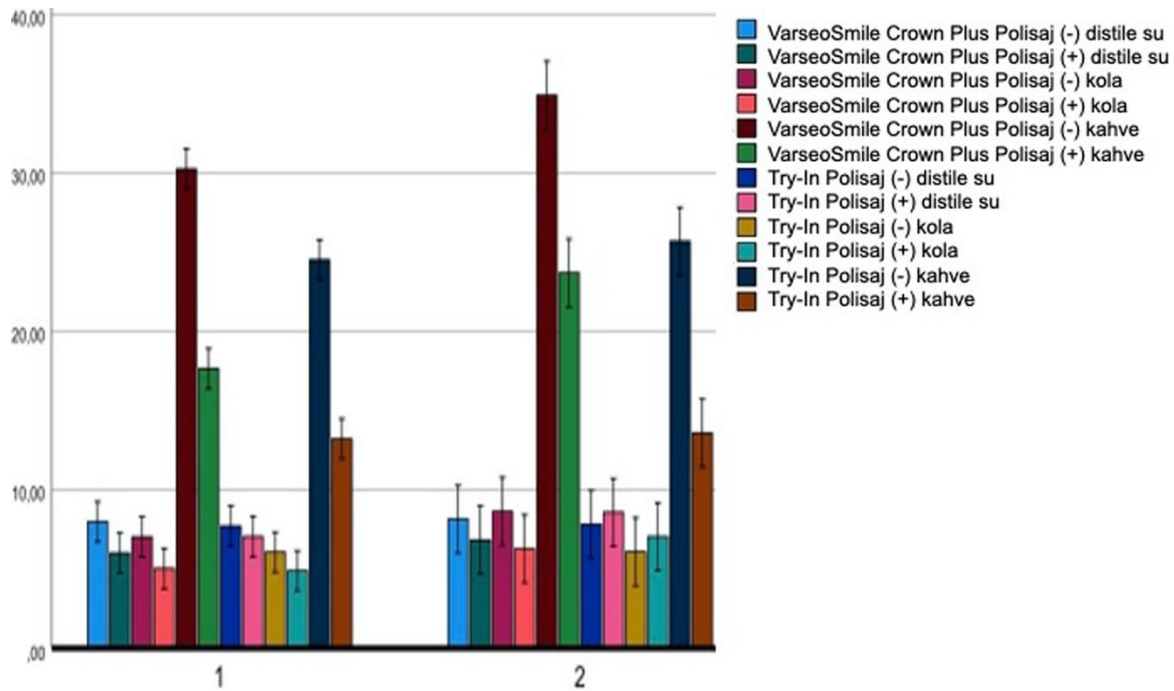
Çalışmaya ait akış şeması Şekil 1’de gösterilmektedir. Çalışmadan elde edilen veriler IBM SPSS Statistics 27.0 (IBM Corporation, Armonk, NY, ABD) yazılımı kullanılarak analiz edildi. Sürekli sayısal değişimliklerin dağılımının normallik analizi Kolmogorov-Smirnov testi ile, homojenliği ise Levene testi ile ölçüldü. Tanımlayıcı istatistikler, sürekli sayısal değişkenler için minimum, maksimum, medyan, ortalama ve standart sapma olarak; kategorik değişimlikler ise örnek sayısı ve yüzde (%) olarak sunuldu. Grup içi ve gruplar arasındaki ΔE değerleri arasındaki farklılıklar, tek yönlü varyans analizi (ANOVA) ve post-hoc Tukey testi ile değerlendirildi. ΔE değişimleri arasındaki farklılıklar ise Genelleştirilmiş Lineer Modeller kullanılarak tekrarlayan ölçümler ve Bonferroni düzeltmeleri ile incelendi. Anlamlılık seviyesi $p < 0,05$ olarak kabul edildi.



Şekil 1: Çalışmaya ait akış şeması

BULGULAR

Çalışmadaki tüm örneklerle ait ortalama $\Delta E1$ ve $\Delta E2$ değerleri Grafik 1’ de gösterilmektedir. VarseoSmile Crown Plus reçinesi ile üretilen örneklerin, ortalama $\Delta E1$ ve $\Delta E2$ değerleri Tablo 1’de sunulmaktadır. VarseoSmile Crown Plus reçinesi grubunda; en fazla renklenme polisaj uygulanmayan ve kahvede bekletilen örneklerde ($\Delta E1= 30,25$ ve $\Delta E2= 34,9$) saptandı ($p<0,05$). VarseoSmile Crown Plus reçinesine ait polisaj uygulanan grupta, kahvede bekletilen örneklerdeki renklenme ($\Delta E1=17,65$ ve $\Delta E2=23,7$), hem 15. gün hem de 30. günde polisaj uygulanmayanlara göre daha düşüktü ($p<0,05$). VarseoSmile Crown Plus reçinesinde hem polisaj uygulanan grupta ($\Delta E1=17,65$ ve $\Delta E2=23,7$), hem de polisaj uygulanmayan grupta ($\Delta E1= 30,25$ ve $\Delta E2= 34,9$) kahvede renklenme düzeyinin, bekleme süresiyle artış gösterdiği saptandı ($p<0,05$). VarseoSmile Crown Plus reçinesi için hem polisaj uygulanan hem de polisaj uygulanmayan grupta distile suda ve kolada bekletilen örneklerin polisaj uygulama ve zaman aralığı değişkenlerine göre renklenmeleri arasında ise anlamlı farklılık gözlenmedi (Tablo 1).



Grafik 1: Çalışmadaki tüm örneklerle ait ortalama $\Delta E1$ ve $\Delta E2$ değerleri

Tablo 1. VarseoSmile Crown Plus reçinesine ait örneklerin ortalama $\Delta E1$ ve $\Delta E2$ değerleri (Polisaj (-) polisaj uygulanmamış grubu, polisaj (+) ise polisaj uygulanmış grubu temsil etmektedir.) (Farklı üst simgeler (a,b,c,d,e); gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farkları göstermektedir. ($p<0.05$) Aynı harf ile belirtilen üst değere sahip örnekler için renk değişimi açısından aralarında anlamlı fark bulunmamaktadır.)

VarseoSmile Crown Plus	$\Delta E1$	$\Delta E2$
Polisaj (-) distile su	7,98 ^a	8,15 ^a
Polisaj (+) distile	6,01 ^a	6,83 ^a
Polisaj (-) kola	7,03 ^a	8,64 ^a
Polisaj (+) kola	5,04 ^a	6,27 ^a
Polisaj (-) kahve	30,25 ^b	34,9 ^c
Polisaj (+) kahve	17,65 ^d	23,7 ^e

Try-In reçinesi ile üretilen örneklerin ortalama $\Delta E1$ ve $\Delta E2$ değerleri Tablo 2’de verilmiştir. Try-In reçinesi grubunda en fazla renklenme polisaj uygulanmayan ve kahvede bekletilen örneklerde ($\Delta E1= 24,52$ ve $\Delta E2= 25,69$) saptandı ($p<0,05$). Try-In reçinesi, polisaj uygulanan grupta, kahvede bekletilen örneklerdeki renklenme ($\Delta E1=13,23$ ve $\Delta E2= 13,39$), hem 15. gün hem de 30. günde polisaj uygulanmayanlara göre daha düşüktü ($p<0,05$). Try-In reçinesinde hem polisaj uygulanan grupta hem de polisaj uygulanmayan grupta renklenme düzeyi, tüm içecek grupları için bekleme süresiyle değişim göstermedi (Tablo 2). Try-In reçinesi için hem polisaj uygulanan hem de polisaj uygulanmayan grupta distile suda ve kolada bekletilen örneklerin her iki zaman aralığındaki renklemeleri arasında ise anlamlı farklılık gözlenmedi (Tablo 2).

Tablo 2. Try-In reçinesine ait örneklerin ortalama $\Delta E1$ ve $\Delta E2$ değerleri (Polisaj (-) polisaj uygulanmamış grubu, polisaj (+) ise polisaj uygulanmış grubu temsil etmektedir.) (Farklı üst simgeler (a,b,c,); gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farkları göstermektedir. ($p<0.05$) Aynı harf ile belirtilen üst değere sahip örnekler için renk değişimi açısından aralarında anlamlı fark bulunmamaktadır.)

TRY-IN	$\Delta E1$	$\Delta E2$
Polisaj (-) distile su	7,71 ^a	7,82 ^a
Polisaj (+) distile su	7,05 ^a	8,59 ^a
Polisaj (-) kola	6,07 ^a	6,09 ^a
Polisaj (+) kola	4,89 ^a	7,05 ^a
Polisaj (-) kahve	24,52 ^b	25,69 ^b
Polisaj (+) kahve	13,23 ^c	13,39 ^c

Kahvede bekletilen örnekler arasında reçine kaynaklı anlamlı farklar mevcut olup, Try-In reçinesinin kahvede, VarseoSmile Crown Plus reçinesine göre daha az renk değiştirdiği belirlendi. Polisaj uygulanmadan kahvede bekletilen Try-In reçinesindeki renk değişimi ($\Delta E1= 24,52$ ve $\Delta E2= 25,69$), polisaj uygulanmadan kahvede bekletilen VarseoSmile Crown Plus reçinesindeki renk değişimine ($\Delta E1= 30,25$ ve $\Delta E2= 34,9$) göre anlamlı düzeyde düşüktü ($p<0,05$). Polisaj uygulanan grupta kahvede bekletilen Try-In reçinesindeki renk değişimi ($\Delta E1=13,23$ ve $\Delta E2= 13,39$), polisaj sonrası kahvede bekletilen VarseoSmile Crown Plus reçinesindeki renk değişimine ($\Delta E1=17,65$ ve $\Delta E2=23,7$), göre de anlamlı düzeyde düşüktü ($p<0,05$).

TARTIŞMA ve SONUÇ

Estetik restorasyonların başarı kriterlerinden biri olan uzun ömürlülük için materyalin renk stabilitesine sahip olması gerekir (13). Çünkü restorasyonların en sık değişim nedenlerinden biri renklenme problemidir (14). Dental materyal renklenme çalışmalarında kolorimetre ve spektrofotometreler güvenilir cihazlardır (15). Araştırmamızda da spektrofotometre olarak Vita Easyshade 5.0 cihazından yararlanılmıştır.

Materyallerin renk farklılıklarının değerlendirilmesinde günümüzde en yaygın olarak kullanılan sistem CIE Lab (Commision international de l’Eclairage) sistemidir (16). Bu sistemde L^* değeri parlaklığı belirtir (16). En üst değeri olan 100 beyazı, en alt değeri olan 0 ise siyahı belirtir (17). a^* değerinde negatif değerler yeşilliği, pozitif değerler ise kırmızılığı göstermektedir (17). b^* değerinde ise negatif değerler maviliği, pozitif değerler sarılığı ifade eder (17). L^* , a^* ve b^* değerlerinin birleştirilmesi ile renk ölçümleri ΔE formülünden yararlanılarak yapılır (17). ΔE değeri için; 1 ve 1’ den az ise göz ile algılanamadığı, 1-2 arasındaki ΔE değerlerinin ancak yakın gözlem yoluyla algılanabildiği, 2-10 arasındaki ΔE değerlerinin bir bakışta algılanabildiği, 11-49 arasındaki ΔE değerlerinde renklerin zıttan daha benzer olduğu ve ΔE değerinin 100 olması durumunda ise renklerin tam tersi olduğu belirtilmektedir (18). ΔE değeri 3,3’ten fazla ise klinik olarak kabul edilemez olduğu vurgulanmaktadır (19). Çalışmamızda elde edilen renk değişimi değerleri göz önünde bulundurulduğunda; distile suda ve kolada bekletilen tüm örneklerde renk değişiminin bir bakışta algılanabilir düzeyde olduğu görülmektedir. Kahvede bekletilen tüm örneklerde ise renklerin zıttan daha benzer olduğu dikkat çekmektedir. Ayrıca bütün örneklerde klinik olarak kabul edilemez

renk değişimi söz konusu olduğu izlenmektedir.

Restorasyonların yüzeylerinde meydana gelen renk değişimlerinin araştırılması için yapılan birçok çalışmada çay, kahve, kola veya kırmızı şarap gibi içecekler kullanılmıştır (20). Bu çalışmada da renklendirici olarak kahve ve kola, kontrol grubu olarak da distile su uygulanmıştır. Kontrol grubu olan distile suda bekletilen örneklerde dahi renk değişikliği görülmüştür. Gruber ve ark. (2021) da yaptıkları çalışmada, üç boyutlu baskıda kullanılan reçine gruplarında, geleneksel reçinelere oranla distile suda bekletilseler bile 30 gün sonunda daha yüksek renk değişikliği elde etmişlerdir (21). Üç boyutlu baskıda kullanılan reçine gruplarında artan su emiliminin, düşük renk stabilitesine yol açabileceği gösterilmiş ve üç boyutlu reçinelerinde zamanla oluşan yüzey bozulmasının da renk stabilitesini etkileyebilecek bir diğer faktör olduğu vurgulanmıştır. Çoğu üç boyutlu reçinenin daha az inorganik doldurucu içermesi de bu özelliğini etkileyecek bir durum olarak bildirilmektedir (21). Çalışmamızda en yüksek ΔE değerleri kahvede bekletilen örneklerden elde edilmiştir. Kahvenin içerdiği yüksek oranda sarı renklendiricilerin daha fazla renk değişimine neden olduğu bildirilmektedir (22). Kahvenin asiditesi kolaya göre daha düşüktür. Ayrıca kahve gibi yüksek sıcaklıktaki içeceklerin kompozit restorasyonlarda yüzey özelliklerinde zayıflamaya, mikrosertlikte azalmaya ve daha fazla renklenmeye yol açtığı bildirilmiştir (23).

Kolanın beklenilen aksine daha düşük renk değişikliğine sebep olması düşük pH (2,64) nedeniyle yüzey bütünlüğünü bozup, bir miktar renklenmiş yüzeyden de çözünmeye sebep olması ile ilişkilendirilebilir. Kolanın materyallerde renklenmeye sebep olma mekanizması kahveye göre bu yüzden daha farklıdır. Ayrıca kolada sarı renklendiriciler de olmadığı için daha düşük oranda renklenmeye neden olduğu düşünülmektedir (24).

Çalışmamızda polisaj uygulanmamış örneklerde ortalama ΔE değerleri daha yüksek bulunmuştur (Tablo 1 ve Tablo 2). Polisaj uygulanmayan yüzeylerde yüksek pürüzlülük ve buna bağlı olarak da dışsal renklenmeye karşı daha düşük dayanıklılık görülmektedir (25). Bu çalışmada polisaj uygulanıp kolada bekletilmiş Try-In reçinesine ait örneklerde 15. günden 30. güne ortalama ΔE değeri, polisaj uygulanmadan kolada bekletilmiş Try-In reçinesine ait örneklerle kıyasla daha fazla artmıştır. Ancak polisaj uygulanan grubun ΔE_1 değeri tahmin edildiği gibi daha düşüktür. Bu durum da 15. günde yüzey polisaja bağlı olarak daha pürüzsüzken, kolaya devamlı maruziyet sonucu 30. güne kadar yüzey pürüzlülüğü arttığından daha fazla renk değişikliğine neden olduğunu düşündürmektedir.

Dimitrova ve ark. (2022) yaptıkları çalışmada, ΔE değerini etkileyen iki faktörün zaman ve renklendirici ajan olduğunu göstermişlerdir (26). Çalışmamızda örnekler toplam 30 gün renklendirici solüsyonlarda bekletilerek yaklaşık 2 yıllık renklendirici içecek simülasyonu uygulanmış (27,28), renk ölçümleri ise 1 yıl ve 2 yıllık tüketime denk gelen 15. ve 30. günlerde gerçekleştirilmiştir. Elde ettiğimiz bulgularda da bütün örneklerde 30. gün sonunda 15. güne göre daha yüksek ΔE değerleri elde edilmiştir. Fakat istatistiksel olarak anlamlı farklar, VarseoSmile Crown Plus reçinesinin kahvede bekletildiği örneklerde saptanmıştır.

Literatürde daha açık renge sahip materyallerin daha fazla renklenme potansiyeli olduğu belirtilmiştir (29). Bu çalışmada renk değişikliği daha belirgin olarak gözlemleyebilmek için için A1 renkte reçineler kullanılmıştır.

Tükürüğün dental materyallerin renk stabilitesini korumada önemli rolü vardır. Tamponlama kapasitesi, içerdiği enzimler ve proteinler ile restorasyonların renklenmesini önlemede yardımcıdır (30). Bu da yapılan in vitro çalışmalarda daha yüksek değerlerdeki renk değişimlerinin, tükürük eksikliği kaynaklı olabileceğini düşündürmektedir. Klinik durumda renklenme düzeyinin daha farklı olabileceği göz önünde bulundurulmalıdır.

Üç boyutlu baskı ile üretilmiş lamina restorasyonların, frezelenmiş kompozit laminalara göre daha fazla renklenme potansiyeli olduğu gösterilmiştir (31,32). Laminaların çay ve kahvede bekletilmeleri sonucu oluşan renklenmelerin, daimî olarak kullanımı için kabul edilemez düzeyde olduğu bildirilmiştir (31). Bu bulgular çalışmamızla da uyumludur. Çalışmamızın sınırları dahilinde elde edilen renk değişimi (ΔE) değerlerinin tamamı, klinik olarak kabul edilemez sınırının üzerindedir. Üç boyutlu reçinelerle üretilen lamina restorasyonlarda meydana gelen renklenmenin önlenmesine yönelik etkin stratejiler oluşturulabilmesi için, bu materyallerde renklenme sürecinin ve olası nedenlerin irdelendiği detaylı çalışmalar gereklidir.

Çay, kahve, kola ve şarap gibi içecekler restorasyonların renk stabilitesini bozmada önemli role sahip olsa da sigara içme, tükürük içeriği ve ağız hijyeni gibi hasta faktörlerinin de etkili olduğu unutulmamalıdır. Gelecekteki klinik çalışmalarda bu faktörler de göz önünde bulundurulmalıdır.

Bu çalışmanın çeşitli sınırlamaları mevcuttur. Tüm örnekler 24 saat boyunca renklendirici solüsyonlarda tutulmuştur. Bu durum da klinik ortamdan oldukça farklıdır. Ağız boşluğunda içecekler dinamik durumdayken, çalışmamızda stabil haldedir. Tükürük, içecekleri seyrelterek renklendirme potansiyellerini azaltır. Diş fırçalama gibi oral hijyen uygulamaları da restorasyonlarda oluşan renklenmeleri bir miktar azaltarak yüzeyde cilalama etkisi oluşturur. Ayrıca günlük olarak tüketilen içeceklerin yalnızca renk değişikliği üzerine etkisi yoktur. İleri çalışmalarda yüzey pürüzlülüğünün değerlendirilmesi ve plak retansiyonunun araştırılması da bu açıdan fayda sağlayabilir.

Çalışmamızda polisaj uygulanan bütün örneklerle, aynı marka alüminyum oksit disk ve lastik uygulanmıştır. Oysa günümüzde birçok farklı çeşitte ve markada bitim ve cila materyalleri bulunmaktadır. Farklı teknikler, farklı materyaller ile daha farklı sonuçlar elde edilebilir. İleri çalışmalarda farklı bitim ve cila prosedürlerinin etkisi de karşılaştırılabilir.

Bu çalışmanın sınırları dahilinde sonuç olarak; üç boyutlu dental reçinelerinde farklı içeceklerin renklendirici etkisinin olduğu, en fazla renklenmenin kahve ile olduğu ve renk değişiminin reçine türüne göre farklılık gösterdiği saptanmıştır. Çalışmamızda incelenen VarseoSmile Crown Plus ve Try-In reçinelerinden, VarseoSmile Crown Plus' a ait örneklerde daha yüksek renk değişim değerleri saptanmıştır. İki reçinede de tüm gruplarda distile su ve kola arasında anlamlı farklar görülmemiştir. Polisaj işleminin ise kahve renklenmesine karşı olumlu etkisi olduğu görülmüştür. Elde edilen bulgular değerlendirildiğinde; üç boyutlu dental reçinelerle üretilen lamina restorasyonların renklenmesinin klinik kullanımda uzun dönemde estetik sorun oluşturabileceği ve fiziksel özelliklerinin iyileştirilmesi ihtiyacının söz konusu olduğu öngörülmektedir.

TEŞEKKÜR

Çalışma sürecindeki destekleri için; Dt. Başak Singün'e ve Dt. İdil Gönüllü'ye içtenlikle teşekkür ederiz.

ETİK BEYANI

Bu çalışmada, "Yükseköğretim Kurumları Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Yönergesi" kapsamında uyulması gerekli tüm kurullara uyulduğunu, bahsi geçen yönergenin "Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiğine Aykırı Eylemler" başlığı altında belirtilen eylemlerden hiçbirinin gerçekleştirilmediğini taahhüt ederiz.

REFERENCES

- Özay, M., Sarıdağ, S. 2023. Diş Hekimliğinde Fotopolimerizasyon ile 3 Boyutlu Üretim Yöntemleri ve Kullanım Alanları. Selçuk Dent Journal, 10(2), 479-485.
- Jeong, M.; Radomski, K.; Lopez, D.; Liu, J.T.; Lee, J.D.; Lee, S.J. 2024. Materials and Applications of 3D Printing Technology in Dentistry: An Overview. Dent. J. 12, 1.
- Yavuz, E., Yılmaz, S. 2021. Diş hekimliğinde yeni ve hızla ilerleyen üretim teknolojisi: 3 boyutlu yazıcılar. Akdeniz Tıp Dergisi, 7(2), 197-205
- Özberk T, Karakaya İ. The Use of Additive Manufacturing Technologies in Restorative Dentistry. Cyprus J Med Sci 2024;9(2):76-83
- Delibalta, M.S. 2020. Madencilik sektöründe lojistik yönetiminin iş güvenliği üzerine etkileri. Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 9(1), 480-487
- Kessler, A., Hickel, R., Reymus, M. 2020. 3D Printing in Dentistry-State of the Art. Operative dentistry. 45(1), 30-40
- Türk, A.G., Çömlekoğlu, M.D., Çömlekoğlu, M.E. 2022. Eklemeli Bilgisayar Destekli Üretim Yöntemleri. Ege Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi, DİJİTAL DİŞ HEKİMLİĞİ ÖZEL SAYI, 85-94.
- Batu, M.S. 2021. Üç boyutlu yazıcılar ve protetik diş tedavisi. İstanbul Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Bitirme tezi, 48 s, İstanbul
- Scotti, C., Velo, M., Rizzante, F., Nascimento, T., Mondelli, R., Bombonatti, J. 2020. Physical and surface properties of a 3D-printed composite resin for a digital workflow. The Journal of Prosthetic Dentistry, 124.
- Hajdu, A.I.; Dumitrescu, R.; Balean, O.; Lalescu, D.V.; Buzatu, B.L.R.; Bolchis, V.; Floare, L.; Utu, D.; Jumanca, D.; Galuscan, A. 2024, Enhancing Esthetics in Direct Dental Resin Composite: Investigating Surface Roughness and Color Stability. J. Funct. Biomater. 15, 208.

11. Choi, J.W., Lee, M.J., Oh, S.H., Kim, K.M. 2019. Changes in the physical properties and color stability of aesthetic restorative materials caused by various beverages. *Dental materials journal*, 38, 33-40.
12. Shetty, P., Purayil, T.P., Gijupalli, K., et al. 2021. Effect of polishing technique and immersion in beverages on color stability of nanoceramic composites. *Journal of Oral Biology and Craniofacial Research*, 11, 53-56.
13. Valizadeh, S., Asiaie, Z., Kiomarsi, N., Kharazifard, M. J. 2020. Color stability of self-adhering composite resins in different solutions. *Dent Med Probl.* 57(1):31-38.
14. Turan, Y., Senirkentli, G. B., Sonkaya, E., Çiftçi, V., Çakmak, E. 2024. Farklı Mikrohibrit Kompozitlerin Renk Stabilitesi ve Translüsensi Parametresi Açısından Karşılaştırılması: in Vitro Çalışma. *Selcuk Dental Journal*. vol.11, 17-22.
15. Borges, M.G., Silva, G.R, Neves, F.T, Soares, C.J, Faria-E-Silva, A.L, Carvalho, R.F., Menezes, M.S. 2021. Oxygen Inhibition of Surface Composites and Its Correlation with Degree of Conversion and Color Stability. *Braz Dent J.* 32(1):91-97.
16. Demir, A., Cetindere, S., Capan, B. 2023. Color Stability Evaluation of Different Posterior Composites. *Essentials of Dentistry.* 2. 9-13.
17. Şişmanoğlu, S., Sengez, G. 2021. Effects of Acidic Beverages on Color Stability of Bulk-Fill Composites with Different Viscosities. *Odovtos-International Journal of Dental Sciences.* 24. 2215-3411.
18. Girdhep, S., Hanmeng, O., Triamnak, N., Chailek, N., Wanichacheva, N. 2021. Theoretical solvent selection for nanostructured surface fabrication of reusable and colourimetric visual-eye sensor strips with rhodamine derivative-encapsulated polymeric membranes for highly sensitive and selective detection of Hg²⁺. *Polymer Testing.* 97. 107151.
19. Ünalın Degirmenci, B., (2021). Effects of Acidic Drinks On Color Stability of High Viscosity Universal Bulk-Fill Composites. *Van Tıp Dergisi* , vol.28, no.1, 25-31.
20. Hajdu, A.I, Dumitrescu, R., Balean, O., Jumanca, D., Sava-Rosianu, R., Floare, L., Bolchis, V., Vlase, T., Galuscan, A. 2024. Microscopic and Color Changes in Direct Dental Restorative Composite Resins upon Immersion in Beverages: Characterization by Scanning Electron Microscopy (SEM) and Energy-Dispersive X-ray Spectroscopy (EDS). *Biomedicine.* 2;12(8):1740
21. Gruber, S., Kamnoedboon, P., Özcan, M., Srinivasan, M. 2021. CAD/CAM Complete Denture Resins: An In Vitro Evaluation of Color Stability. *Journal of Prosthodontics*, 30(5), 430-439.
22. Erdoğan, M., Tunçdemir, M. T., Güntekin, N. 2022. Investigation of the coloring effects of different ground-based coffee types on composite resin materials. *International Dental Research*, 12(Suppl. 1), 16-21.
23. Kadu, T., Kamat, S., Nanjannawar, G., Kinikar, S., Makhijani, D. (2023). Effect of Hot and Cold Beverages on the Flexural Strength of Nanofilled and Nanohybrid Composites: An In-vitro Study. *JOURNAL OF CLINICAL AND DIAGNOSTIC RESEARCH.* 17.
24. Liebermann, A., Roos, M., Stawarczyk, B. 2017. The effect of different storage media on color stability of self-adhesive composite resin cements for up to one year. *Materials.* 10(3), 30
25. Alkhadim, Y.K.; Hulbah, M.J.; Nassar, H.M. 2020. Color Shift, Color Stability, and Post-Polishing Surface Roughness of Esthetic Resin Composites. *Materials*, 13, 1376.
26. Dimitrova, M., Chuchulska, B., Zlatev, S., Kazakova, R. 2022. Colour Stability of 3D-Printed and Prefabricated Denture Teeth after Immersion in Different Colouring Agents-An In Vitro Study. *Polymers.* 31, 14(15), 3125.
27. Mundim, F.M., Garcia, L., Pires-de-Souza, F.D.C. 2010. Effect of staining solutions and repolishing on colour stability of direct composites. *Journal of Applied Oral Science*, 18(3), 249-254
28. Güler, A.U., Yılmaz, F., Külünk, T., Güler, E., Kurt S. 2005. Effects of different drinks on stainability of resin composite provisional restorative materials. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 94(2), 118-124
29. Mutlu-Sagesen, L., Ergün, D., Özkan, Y., Semiz M. 2005. Color stability of dental composite after immersion in various media. *Dent Materials Journal*, 24, 382-390.
30. Raszewski Z, Chojnacka K, Mikulewicz M. 2023. Effects of Surface Preparation Methods on the Color Stability of 3D-Printed Dental Restorations. *J Funct Biomater.* 14(5):257.
31. Shin, J.W., Kim, J.E., Choi, Y.J., Shin, S.H., Nam, N.E., Shim, J.S., Lee, K.W. 2020. Evaluation of the Color Stability of 3D-Printed Crown and Bridge Materials against Various Sources of Discoloration: An In Vitro Study. *Materials (Basel).* 26;13(23):5359.
32. Daghrery, A. 2023. Color Stability, Gloss Retention, and Surface Roughness of 3D-Printed versus Indirect Prefabricated Veneers. *J. Funct. Biomater.* 14, 492.