

Eklemeli İmalat Yöntemi ile Üretilen Farklı Geçici Kron Materyallerinin Renk Stabilitelerinin Değerlendirilmesi: *in vitro* Bir Çalışma

Evaluation of the Color Stability of Different Temporary Crown Materials Produced by Additive Manufacturing Method: An *in vitro* Study

¹ Aybüke KARA^a, ² Ayşe RENÇBER KIZILKAYA^a, ³ Furkan KONUŞ^b

^aFırat Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Protetik Diş Tedavisi ABD, Elâzığ, Türkiye

^bFırat Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Endodonti ABD, Elâzığ, Türkiye

ÖZET Amaç: Eklemeli imalat yöntemi ile üretilmiş farklı geçici kron materyallerinin, farklı içeceklerde bekletilerek renk stabilitesinin değerlendirilmesi amaçlanmıştır. **Gereç ve Yöntemler:** Çalışmada iki farklı 3 boyutlu yazıcı (Formlabs Form 3 ve DentaFab) ile iki farklı geçici kron reçinesi [Formlabs (Temporary C&B) ve DentaFab (Temp Resin) (n=40)] kullanılarak toplam 80 adet geçici kron örneği üretildi. Hazırlanan örnekler, n=10 olmak üzere toplamda 8 gruba ayrıldı. Geçici kron örnekleri renklendirici solüsyona daldırılmadan önce ilk L*, a*, b* değerleri spektrofotometre kullanılarak ölçüldü. Her bir gruptaki örnekler farklı renklendirici solüsyonlara (distile su, çay, kahve, vişne suyu) daldırıldı ve bir hafta süre ile bekletildi. Solüsyondan çıkarılan örnekler spektrofotometre ile ikinci değerleri ölçülerek renk ΔE_{00} değerleri kaydedildi ve verilerin istatistiksel analizi yapıldı. **Bulgular:** DentaFab geçici kron reçinesi, Formlabs geçici kron reçinesine kıyasla daha fazla renk değişimi gösterdi. DentaFab grubunda tüm renklendirici solüsyonlardaki gruplar birbirinden farklı renklenme gösterdi ve ortalama olarak en yüksek renk değişikliği vişne suyu grubunda (17,78105 ΔE_{00}), en düşük renk değişikliği ise çay grubunda (7,18535 ΔE_{00}) gözlemlendi. Formlabs grubunda, çay grubu (3,64041 ΔE_{00}) ve vişne suyu grubu (3,27609 ΔE_{00}) benzerken, kahve grubu (5,05366 ΔE_{00}) diğer iki gruptan farklı renklenme göstermekteydi. En yüksek renk değişikliğine kahve grubunda, en düşük renk değişikliğine ise vişne suyu grubunda rastlandı (p<0,001). **Sonuç:** DentaFab grubu ve Formlabs grubunun renk stabilitesi ve farklı renklenme değerleri göstermesi materyallerin kimyasal içeriği, eklemeli üretim tekniği ve kürleme farklılıklarından kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Uzun vadeli geçici kronlar, renklenme açısından düşük değer gösteren materyallerden seçilmelidir.

ABSTRACT Objective: It was aimed to evaluate the color stability of temporary crown materials produced by the additive manufacturing method by soaking them in different beverages. **Material and Methods:** A total of 80 temporary crowns were produced using two 3D printers (Formlabs-DentaFab) and two temporary crown resins [Formlabs (Temporary C&B) and DentaFab (Temp Resin) (n=40)]. They were divided into 8 groups in total, n=10. Before the temporary crowns were immersed in the coloring solution, L*, a*, b* values were measured using spectrophotometer. The samples were immersed in different coloring solutions (distilled water, tea, coffee, cherryjuice) and kept for a week. ΔE_{00} values of the samples taken out of the solution were recorded with a spectrophotometer and the data were statistically analyzed. **Results:** DentaFab showed more color change than Formlabs. DentaFab groups in all coloring solutions showed different coloration from each other, and on average, the highest color change was observed in cherry juice (17.78105) and the lowest color change was observed in tea (7.18535). In formlabs, it was similar to tea (3.64041) and cherry juice (3.27609), while coffee (5.05366) showed different coloration in the two groups. The highest ΔE_{00} was found in coffee, the lowest ΔE_{00} was found in cherry juice (p<0.001). **Conclusion:** It is thought that the color stability and different coloration values of the DentaFab group and Formlabs group may be due to differences in the chemical content of the materials, additive manufacturing technique and curing. Long-term temporary crowns should be selected from materials that are low in coloration.

Anahtar Kelimeler: Geçici kron reçinesi; dijital ışık işleme; stereolitografi; 3 boyutlu yazıcı; renk stabilitesi

Keywords: Temporary crown resin; digital light processing; stereolithography; 3D printer; color stability

Correspondence: Aybüke KARA

Fırat Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Protetik Diş Tedavisi ABD, Elâzığ, Türkiye

E-mail: aybukekara537@gmail.com



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

Received: 11 Jun 2024

Received in revised form: 30 Sep 2024

Accepted: 02 Oct 2024

Available online: 08 Oct 2024

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

Geçici restorasyonlar, daimî restorasyon hazır olana kadar hastanın kullandığı protezlerdir. Geçici kronlar, preparasyonun yapıldığı dişin yapısını koruyan, okluzal ilişkileri stabilize eden ve daimî protez yerleştirilmeden önce protezin estetik, fonksiyon ve terapötik etkinliğini belirleyen, ısı yalıtkanı görevi gören restorasyonlardır.¹ Kısa süre kullanılıyor olsa bile pulpayı ve periodontal dokuları korumaları sebebiyle en az daimî restorasyonlar kadar özen gösterilerek hazırlanmalıdır. Fonksiyon ve estetiği sağlamasının yanı sıra; geçici restorasyona, bakteri plağı retansiyon göstermemeli, toksik ve alerjik reaksiyona neden olmamalı, marjinal sonlanması diş eti ile uyumlu olmalı ve hasta kolaylıkla temizleyebilmelidir.²

Tedavinin prognozu, büyük ölçüde geçici restorasyonun kalitesine bağlıdır.³ Geçici restorasyonun kalitesini belirleyen unsurlardan en önemlisi üretim şekli olup restorasyonların geleneksel ve dijital yolla üretimleri yapılabilmektedir. Geleneksel yöntem, direkt ve indirekt yöntemler olmak üzere ikiye ayrılabilir.⁴ Direkt yöntemde, diş preparasyonu öncesi silikon ölçü maddesi ile dişin ölçüsü alınmakta ve preparasyonu sonrası dişe ince bir izolasyon maddesi uygulanarak geçici materyal silikon kalıp yardımıyla dişin direkt üzerine uygulanmaktadır. İndirekt yöntemde ise preparasyon sonrası dişin ölçüsü alınarak geçici restorasyon model üzerinde, ağız dışında hazırlanmaktadır.⁵

Dijital yöntem ile geçici restorasyonların üretilmesi son zamanlarda popüler olan bir yaklaşımdır. Eksiltmeli ve eklemeli imalat ile üretimleri yapılmaktadır. Eksiltmeli bir üretim yöntemi olan bilgisayar destekli yazılım [computer aided design (CAD)] ve bilgisayar destekli üretim [computer aided manufacturing (CAM)] teknolojisi sayesinde daha üstün estetik ve dayanıklılık gibi özelliklere sahip uzun süreli kullanılabilen geçici restorasyonlar hazırlanabilmektedir.^{6,7} Üç boyutlu yazıcılar kullanılarak üretilen yöntem ise eklemeli imalat yöntemidir. Eklemeli imalatın tam olarak tanımı, 3 boyutlu model verilerinden cisimler oluşturmak için kullanılan, katman üstüne katman şeklinde aşındırıcı üretim metodolojilerinin tam aksi olarak malzemelerin birleştirilmesi işlemidir. Eklemeli imalat teknolojileri, stereolitografi (SLA), dijital ışık işleme (DLP), lazer tozu şekillendirme, elektron ışınli eritme, eriyik yığma

modelleme, yapıştırıcı ile katmanlı imalat ve malzeme püskürtme gibi tekniklere sahiptir. SLA yöntemi, ultraviyole ışınla sertleşen bir materyalin birbiri üzerine ince tabakalar hâlinde yığılmasıyla katı objelerin yapılması metodudur. DLP’de de, SLA’ya benzer bir üretim süreci vardır, SLA gibi yüksek çözünürlükte parçalar üretilebilir. Kullanılan materyaller aynıdır fakat SLA’da lazer ışını kullanılırken, DLP’de görünür ışık kullanılır. 3 boyutlu üretim tekniği ile üretim yapmak için öncelikle geleneksel veya dijital yöntemlerle alınan modeller taranarak CAD yazılım programında kron tasarlanır ve STL dosyası olarak kaydedilir. Modelin baskıya hazırlanması için destek yapılar planlanır ve model katmanları oluşturmak için dilimlenir. Dilimlenen veriler yazıcıya gönderilir ve baskı materyali katman üzerine katman oluşturarak modeli şekillendirir. En son destek yapılar çıkarılır ve üreticinin talimatlarına göre üretim sonrası işlemler uygulanır. Diş hekimliğinde her iki dijital yöntemin geleneksel yöntemlere göre daha avantajlı olduğu bildirilmektedir. Bunlar; kısa süreli bir tedavi, daha az laboratuvar maliyeti, alçı model ve geleneksel ölçü materyalleri gibi aşamaların ortadan kalkması ve daha yüksek kalitede restorasyonların elde edilmesi gibi avantajlardır.^{8,9}

Geçici restorasyonlar kısa süreli veya uzun süreli kullanım için planlanabilmektedirler. Uzun süre kullanılacak olan geçiciler daha üstün estetik, dayanıklılık ve renk stabilitesi için dijital yöntemlerle tasarlanıp üretimleri gerçekleştirilebilmektedir.¹⁰ Özellikle implant tedavilerinde implantın kemikle olan osseointegrasyonu için beklenen sürede 3-6 ay ağızda kalan geçici restorasyonların stabilitelelerini korumaları oldukça önemlidir.¹¹ Renk stabilitesi özellikle anterior bölge için önemli olup geçici restorasyonun renklenmesi hastanın şikâyetine sebebiyet verebilmektedir. Kullanılan materyalin yetersiz polimerize edilmesi, yüzeyinin pürüzlü olması, materyalin taşıdığı kimyasal özellikler ve beslenme alışkanlıkları gibi çeşitli sebepler renk değişimine neden olabilmektedir.¹²

Diş hekimliğinde renk stabilitesinin değerlendirilmesi için CIELAB (ΔE_{ab}) veya CIEDE2000 (ΔE_{00}) renk sistemlerinden sıklıkla yararlanılmaktadır.^{13,14} CIELAB sisteminde parametreleri vertikal ekseninde yer alan L^* değeri, rengin siyah-beyaz ya da açıklık-koyuluk özelliğini göstermektedir. a^* ve b^* de-

ğerleri, yatay eksen de yer alır ve a* değeri kırmızı (+) ile yeşil (-) renk arasında doygunluk koordinatlarını gösterir, değer arttıkça kırmızıya doğru yaklaşır. b* değeri ise sarı (+) ve mavi (-) renk arasında doygunluk koordinatlarını gösterir, değer arttıkça sarıya doğru yaklaşır.¹⁵ CIELAB sistemindeki renk farkı ΔE için 3 farklı değer önerilmiştir. Değer 1'den küçük ise insan gözü ayırt edemez, 1-3,3 arasında ise klinik olarak kabul edilebilir renk değişikliği ve 3,3'ün üzerinde ise kabul edilemez renk değişikliği olarak tanımlanır.¹⁶ CIELAB renk sistemindeki eksiklikleri gidermek amacıyla CIEDE2000 renk sistemi geliştirilmiş ve renkler arasındaki en ufak farklılıkları bile algılayıp, daha iyi göstergeler sağlamasından dolayı renk farkı hesaplamaları daha fazla dikkate alınmaktadır.¹⁷

Bu *in vitro* çalışmanın amacı, iki farklı geçici kron reçinesi kullanılarak 3 boyutlu yazıcı ile üretilmiş geçici kron materyallerinin 4 farklı renklendirici solüsyonda bekletilerek renk stabilitesinin değerlendirilmesidir. Test edilen sıfır hipotezler, farklı solüsyonlarda bekletilen geçici restorasyonların renk stabilitesinde herhangi bir değişiklik olmayacağı ve farklı materyaller arasında renk stabilitesi açısından herhangi bir fark bulunmayacağıdır.

GEREÇ VE YÖNTEMLER

Bu çalışma, Helsinki Deklarasyonu prensiplerinin en son yönergelerine uygun olarak yürütülmüştür. Bu çalışmada, etik kurul onayı gerekmemektedir.

Örnekleme büyüklüğünün belirlenmesi için G*Power sürüm 3.1 (Heinrich-Heine Düsseldorf Üniversitesi, Düsseldorf, Almanya) kullanılmıştır. Güç analizi sonucunda, %95 güven aralığı ve 0,50 etki büyüklüğü ile %81'lik bir güce ulaşmak amacıyla her bir grup için en az 5 örneğin yeterli olduğu tespit edilmiştir. Nihai olarak, her bir grupta 10 örnek (n=10) dâhil edilmiştir.²¹

Formlabs (Temporary C&B) ve DentaFab (Powerresins Temp Resin) geçici kron reçineleri, rutinde

hastalarda kullanılan A2 renk koduna sahip renkte seçildi. Formlabs geçici kron reçinesi metakrilat bazlı fotopolimer içeriğine sahip olup, DentaFab geçici kron reçinesi seramik esaslı bir içeriğe sahiptir. Çalışmamızda gerçeği taklit etmesi açısından hazır elde edilen model üzerinde 21 numaralı diş bölgesine yerleştirilmiş implant üzerine standart düz açılı abutment seçilerek üretim için hazırlandı ve bir 3 boyutlu laboratuvar tarayıcısı (inEos X5; Dentspyl Sirona) ile tarandı. Ortaya çıkan STL dosyası ile geçici kron tasarlamak için Inlab 20 yazılım programına aktarıldı. Geçici kronlara tasarlanırken standart bir siman aralığı boşluk parametresi (40 mm), baskı açısı 45° olarak ayarlandı ve kron kalınlığı kole bölgesi, orta üçlü ve insizal bölge olmak üzere tüm yüzeylerde 2 mm ayarlandı.¹⁸ DentaFab geçici kron reçinesinden geçici kron üretimi için DentaFab Seg 3 Boyutlu Yazıcı (İstanbul, Türkiye) kullanıldı. Formlabs geçici kron reçinesinden geçici kron üretimi için ise Formlabs Form-3 3 Boyutlu Yazıcı (Somerville, MA, ABD) kullanıldı. DentaFab ve Formlabs geçici kron reçinesi sırasıyla DLP ve SLA tekniği kullanılarak her bir reçineden 40 adet olmak üzere toplamda 80 adet geçici kron materyali üretildi (n=10). Üretilen geçici kronlar her bir reçine grubu için kendi içinde Microsoft Excel 2016'nın (Microsoft Corporation, Redmond, WA, ABD) randomize işlevi kullanılarak 0 ile 1 arasında bir rastgele sayı üretildi ve numuneler elde edilen sayı değerine göre rastgele seçilerek 4'e ayrıldı ve toplamda 8 grup oluşturuldu. Çalışma grupları Tablo 1'de gösterilmektedir. İki farklı geçici kron reçinesi kullanılarak üretilen geçici kron materyalinin 4 farklı renklendirici solüsyonda bekletilerek renk stabiliteyi incelendi. Çalışmamızda kullandığımız renklendirici solüsyonlar, insanların günlük hayatta sıklıkla kullandığı içeceklerden seçildi. Literatürde yapılan çalışmalar incelendiğinde de sıklıkla çay, kahve, kola, meyve suyu ve şarap gibi içeceklerin kullanıldığı gözlemlenmiştir. Bu içeceklerden çay, kahve, vişne suyu ve distile su (kontrol grubu) çalış-

TABLO 1: Çalışmada kullanılan geçici kron reçineleri ve renklendirici solüsyonların oluşturduğu çalışma grupları.

	Distile su	Çay	Kahve	Vişne suyu
DentaFab (Temp Resin)	DS (n=10)	DÇ (n=10)	DK (n=10)	DV (n=10)
Formlabs (Temporary C&B)	FS (n=10)	FÇ (n=10)	FK (n=10)	FV (n=10)

mada kullanılacak solüsyonlar olarak belirlendi.^{19,20} Tüm geçici kronlarda orta üçlü bölgesinden önce kumpas ile ölçülerek sonra aynı nokta referans alınarak renk ölçümü yapıldı.

Üretici firmanın talimatlarına göre üretilen ve polisajlanan geçici kronlar benzer çalışmalarda olduğu gibi geçici restorasyonların oral ortamdaki ilk gününün simüle edilmesi için 24 saat boyunca distile suda bekletildi.^{21,22} Örneklerin renk ölçümlerinin yapılabilmesi için Fırat Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Protetik Diş Tedavisi Ana Bilim Dalında mevcut bulunan ve taşınabilir bir spektrofotometre olan VİTA Easyshade V cihazı (Vita Easyshade V, VİTA Zhanfabrik GmbH&Co. KG, Almanya) kullanılarak beyaz yüzey üzerinde her bir ölçümden sonra üreticinin talimatları doğrultusunda cihazın ölçüm yapan ucu kalibrasyon bloğuna yerleştirilerek yeniden kalibre edildi ve ilk renk ölçümleri yapıldı. Her ölçüm 3 defa tekrarlanarak CIEDE2000 renk sistemine uygun şekilde başlangıç L^* , a^* , b^* değerleri olarak kaydedildi.¹⁴ Geçici kronların bekletildikleri renklendirici solüsyonlar 4 gruba ayrıldı: distile su (kontrol grubu), çay, kahve ve vişne suyu. Çalışmada kullanılan materyaller ve detayları Tablo 2’de yer almaktadır.

Çay solüsyonu, 1 adet standart poşet çayı 200 mL kaynamış su içerisine daldırıldıktan ve 5 dk demlenme süresi ardından sıcak hâlde kullanıldı fakat gün boyu aynı solüsyon kullanıldığı için zamanla solüsyon sıcaklığı azaldı. Kahve solüsyonu, 2 g granül kahve 200 mL kaynamış suda çözülerek hazır hâle getirildi ve çay solüsyonu gibi gün boyu aynı solüsyon kullanıldı. Vişne suyu solüsyonu, hazır paket vişne suyu karıştırıldıktan sonra hazır hâle geldi. Distile su kontrol grubu olarak belirlendi. Renklendirici solüsyonlar 200 ml bardak boyutunda hazırlandı ve geçici kronlar 1 hafta süre ile solüsyonlara daldırıldı ve her

gün solüsyonlar yenilendi.²³ Bir haftanın sonunda geçici kronlar solüsyonlardan çıkarıldı ve 10 sn su ile durulandı ve ardından 10 sn hava ile kurutuldu. Renk ölçümleri aynı şartlar uygulanarak beyaz bir yüzey üzerinde spektrofotometre ile L^* , a^* , b^* değerleri kaydedildi. Literatüre uygun olarak çalışmamızda geçici kronların renk stabilitelerinin hesaplanması için CIEDE2000 renk formülü (ΔE_{00}) kullanıldı. Renk değişim formülündeki parametrik faktörler 1 olarak seçildi ve renk değişim değeri (ΔE_{00}) için kabul edilebilir eşik değeri 1,8 ve $\Delta E_{00} > 1,8$ değerleri ise klinik olarak kabul edilemez renk değişimleri olarak kabul edildi.^{24,25}

İSTATİSTİKSEL ANALİZ

Verilerin istatistiksel analizinde SPSS 25.0 (IBM Corp, Armonk, NY, ABD) kullanılmıştır. Verilerin ortalama±standart sapma değerleri verilmiş, ikiden fazla grup karşılaştırmasında tek yönlü varyans analizi testi, post hoc LSD testi, ikili karşılaştırmalarda t-testi kullanılmıştır ve $p < 0,05$ anlamlı kabul edilmiştir.

BULGULAR

İki farklı geçici kron reçinesi ile üretilen örneklerin, renklendirici solüsyonlara maruziyeti açısından renk değişimleri karşılaştırıldı. İki geçici kron reçinesinin de içeceklerle renk değişimi değerleri anlamlı farklılık gösterdi. Formlabs geçici kron reçinesi ile üretilen geçici kron materyallerinde ikili karşılaştırmalarda (post hoc analizi) ortalama değer olarak çay grubu (3,64041 ΔE_{00}) ve vişne suyu grubu (3,27609 ΔE_{00}) benzer renk değişikliği gösterirken, kahve grubu (5,05366 ΔE_{00}) bu iki gruptan farklı renk değişikliği göstermekteydi. Ortalama en yüksek renk değişikliğine kahve grubunda, en düşük renk değişikliğine ise vişne suyu grubunda rastlandı.

DentaFab geçici kron reçinesi ile üretilen geçici kron materyallerinde tüm renklendirici solüsyonlardaki gruplar birbirinden farklı renklenme göstermekteydi. Ortalama en yüksek renk değişikliğine vişne suyu grubunda (17,78105 ΔE_{00}), en düşük renk değişikliğine ise çay grubunda (7,18535 ΔE_{00}) rastlandı. Grup ve solüsyona göre ΔE_{00} değerleri Tablo 3’te gösterilmiştir.

Geçici kron materyallerinin renk değişikliğini, renklendirici solüsyonlara göre karşılaştırdığımızda distile

TABLO 2: Çalışmada kullanılan materyaller ve üretici firmaları.

Materyal	Üretici firma
DentaFab (Temp Resin)	İstanbul, Türkiye
Formlabs (Temporary CB)	Formlabs Inc., Somerville, MA, ABD
Çay	Lipton Yellow Label Tea, Unilever, Rize, Türkiye
Kahve	Nescafe Classic, Nestle, Bursa, Türkiye
Vişne suyu	Dimes, İstanbul, Türkiye
Distile su	Aqua EAU Distillee, İstanbul, Türkiye

TABLO 3: Geçici kron reçinelerinin renklendirici solüsyonlara göre $\Delta E00$ değerlerine ait ortalama ve standart sapma değerleri.

		Ortalama ($\Delta E00$)	SS	p değeri
Formlabs (Temporary C&B)*	Distile su ¹	0,86517	0,49211	<0,001
	Çay ²	3,64041	0,95398	
	Vişne suyu ²	3,27609	1,14284	
	Kahve ³	5,05366	2,59022	
DentaFab (Temp Resin)*	Distile Su ¹	0,93796	0,36524	<0,001
	Çay ²	7,18535	2,04084	
	Vişne suyu ⁴	17,78105	1,70179	
	Kahve ³	9,44510	2,11809	

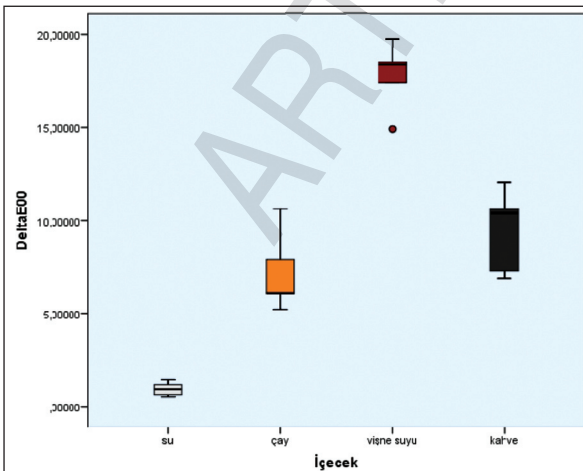
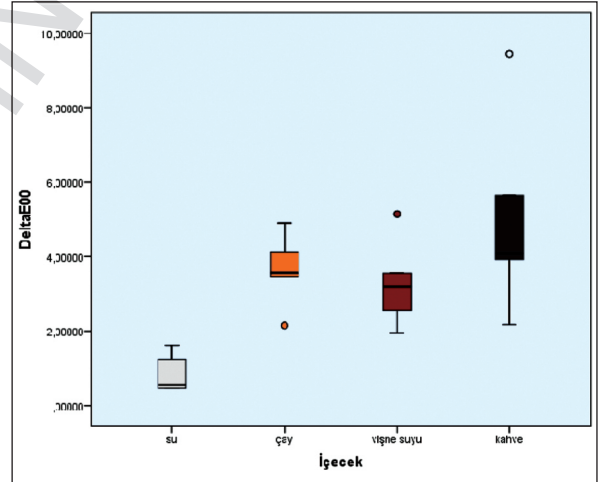
*Farklılığın kaynaklandığı gruplar farklı numaralandırılmıştır; SS: Standart sapma.

TABLO 4: Çalışmada kullanılan iki farklı geçici kron reçinesinin renklendirici solüsyonlara göre $\Delta E00$ değerleri.

	Formlabs (Temporary C&B)		DentaFab (Temp Resin)		p değeri	
	Ortalama ($\Delta E00$)	SS	Ortalama ($\Delta E00$)	SS		
Renklendirici solüsyonlar	Distile su	0,86517	0,49211	0,93796	0,36524	0,712
	Çay	3,64041	0,95398	7,18535	2,04084	<0,001
	Vişne suyu	3,27609	1,14284	17,78105	1,70179	<0,001
	Kahve	5,05366	2,59022	9,44510	2,11809	<0,001

SS: Standart sapma.

su dışındaki içeceklerde farklılık tespit edildi. DentaFab geçici kron reçinesi ile üretilen geçici restorasyonlar, Formlabs ile üretilen geçici restorasyonlardan çay, vişne suyu ve kahve gruplarında daha yüksek renklenme gösterdi. Çalışmada kullanılan geçici kron reçinelerinin solüsyonlara göre renk değişimi değerleri Tablo 4'te gösterilmiştir. DentaFab geçici kron reçinesi $\Delta E00$ değerleri Şekil 1'de, Formlabs geçici kron reçinesi $\Delta E00$ değerleri ise Şekil 2'de verilmiştir.

**ŞEKİL 1:** DentaFab geçici kron reçinesinin renklendirici solüsyon sonrası $\Delta E00$ değerleri.**ŞEKİL 2:** Formlabs geçici kron reçinesinin renklendirici solüsyon sonrası $\Delta E00$ değerleri.

TARTIŞMA

Bu çalışmada, iki farklı geçici kron reçinesi kullanılarak 3 boyutlu yazıcı ile üretilmiş geçici kron materyallerinin farklı renklendirici solüsyonlarda bekletilerek renk stabilitesinin değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Sonuçlarımız, Formlabs geçici kron reçinesi için ortalama değer olarak çay grubu (3,64041 $\Delta E00$) ve vişne suyu grubu (3,27609 $\Delta E00$)

benzer renk değişikliği gösterirken, kahve grubu (5,05366 ΔE_{00}) bu iki gruptan farklı renk değişikliği göstermekteydi. Ortalama en yüksek renk değişikliğine kahve grubunda, en düşük renk değişikliğine ise vişne suyu grubunda rastlandı. DentaFab geçici kron reçinesi için tüm renklendirici solüsyonlardaki gruplar birbirinden farklı renklenme göstermekteydi. Ortalama en yüksek renk değişikliğine vişne suyu grubunda (17,78105 ΔE_{00}), en düşük renk değişikliğine ise çay grubunda (7,18535 ΔE_{00}) rastlandı. Bunun sonucunda farklı solüsyonlarda bekletilen geçici restorasyonların renk stabilitesinde herhangi bir değişiklik olmayacağı ve farklı materyaller arasında renk stabilitesi açısından herhangi bir fark bulunmayacağı hipotezlerimiz reddedilmiştir.

Aşınmaya karşı direnç ve dayanıklılık gibi mekanik özelliklerin yanı sıra geçici restorasyonlar, hastaların estetik gereksinimi de karşılamalıdır.²⁶ Özellikle ön bölgede ve uzun süre kullanılacak olan geçici kronların renk stabilitesi önem arz etmektedir.¹¹ Yapılan araştırmalarda, renk stabilitesinin gözle değerlendirilmesi ve renk ölçüm cihazları kullanılarak yapılması yaygındır. Gözle yapılan değerlendirmeler subjektif olduğu için gözlemciler arasında farklılıklara neden olabilmektedir. Renk ölçüm cihazları nicel ölçümler yaparak daha doğru ve güvenilir sonuçlar elde edilmesini sağlamaktadır.²⁷ Spektrofotometre diş hekimliğinde renk stabilitesinin değerlendirilmesi için en yaygın kullanılan renk ölçüm cihazlarıdır.²⁸ Çalışmamızda kullandığımız geçici kronların renk stabilitesini ölçmek için VİTA Easyshade V spektrofotometre cihazı kullanıldı.

Literatür incelendiğinde, diş hekimliğinde renk stabilitesinin değerlendirilmesi için CIELAB veya CIEDE2000 renk sistemlerinden yararlanılmaktadır.^{17,29} CIEDE2000 renk sisteminin (ΔE_{00}), CIELAB renk sistemine (ΔE_{ab}) kıyasla daha doğru ve güvenilir şekilde tespit yapıldığı bildirilmiştir.^{17,29} Ve güncel literatüre uygun olarak çalışmamızda geçici kronların renk stabilitesinin hesaplanması için CIEDE2000 renk formülü kullanıldı. Paravina ve ark. yapmış oldukları çalışmalarda renk değişim değeri için kabul edilebilir eşik değeri 1.8 olarak kabul etmişlerdir. Kabul edilebilirlik eşik değeri, gözlemcilerin yarısı (%50) tarafından kabul edilebilir renk farkı olarak tanımlanmıştır.^{24,25,30} Çalışmamızda da bu

değer referans alınarak kabul edilebilir renk değişim eşik değeri $\Delta E_{00}=1,8$ olarak kabul edildi.

Çalışmamızda kullandığımız renklendirici solüsyonlar, insanların günlük hayatta sıklıkla kullandığı içeceklerden seçildi. Literatürde yapılan çalışmalar incelendiğinde de sıklıkla çay, kahve, kola, meyve suyu ve şarap gibi içeceklerin kullanıldığı gözlemlenmiştir.^{19,20} Bu içeceklerin dental materyaller üzerinde çeşitli boyanmalara neden olduğu bildirilmiş olup bekletilme süreleri ve sıcaklık değişimlerine bağlı olarak renk stabilitesinde farklılık göstermektedir.^{19,20} Barbosa ve Cardoso yapmış olduğu bir çalışmada, numunelerin renklendirici solüsyonlarda 30 gün bekletilmesinin 4 yıllık günlük içecek tüketilmesine denk geldiğini bildirmişlerdir.²³ Bu nedenle çalışmamızda kullandığımız geçici kronlar 1 yıllık içecek tüketimini simüle etmek için renklendirici solüsyonlarda 7 gün boyunca bekletildi.

Geçici restorasyonların renk değişikliği tespiti için yapılan çalışmaların bazıları geçici kron üretimi sonrası renk stabilizasyonunu incelerken, çalışmaların çoğunda çapı ve kalınlığı standardize edilmiş diş benzeri olmayan diskler kullanılmıştır.^{1,21,31-33} Çalışmamızda gerçeği taklit etmesi açısından abutment üzerine geçici kron materyali üreterek her bir geçici kron materyalinin kole bölgesi, orta üçlü ve insizal kenarları aynı kalınlıkta üretildi ve renk ölçümleri tüm geçici kronlarda orta üçlü bölgesinden önce kumpas ile ölçülerek sonra aynı nokta referans alınarak yapıldı.

Shishehian ve ark. 2023 yılında yapmış oldukları bir çalışmada DLP tekniği ile üretilen Detax ve Asiga geçici kron reçinelerini kullanarak 3 boyutlu yazıcı ile örnekler üretmiş ve farklı renklendirici solüsyonların (kola, portakal suyu, çay, yapay tükürük) bu iki tip reçinenin optik davranışlarına etkisini araştırmışlardır. Bunun sonucunda karşılaştırılan solüsyonlar arasında ΔE değeri, 7 ve 30. günlerde hem Asiga hem de Detax geçici kron reçineleri ile üretilen örneklerde portakal suyu > çay > kola > yapay tükürük şeklinde elde edildiği bildirilmiştir. Detax ve Asiga arasında 7. günde önemli bir fark olmadığı ve 30. günde de yapay tükürük ve kola gruplarında anlamlı fark saptanmazken çay ve portakal suyu ΔE değeri, Detax geçici kron reçinesinde, Asiga geçici

kron reçinesinden daha yüksek olduğu bildirilmiştir.³¹ Çalışmamızda Formlabs (SLA) ve DentaFab (DLP) geçici kron reçinelerinin farklı renklendirici solüsyonlar arasındaki (çay, kahve, vişne suyu) renk değişikliği incelendi. Formlabs grubunda ortalama renk değişimleri sırasıyla kahve (5,05366 ΔE_{00}) > çay (3,64041 ΔE_{00}) > vişne suyu (3,27609 ΔE_{00}) ve DentaFab grubunda vişne suyu (17,78105 ΔE_{00}) > kahve (9,44510 ΔE_{00}) > çay (7,18535 ΔE_{00}) olarak tespit edildi.

Song ve ark. 2020 yılında 3 boyutlu baskı (E-Dent100 ve VeroGlaze), frezeleme (PMMA Disk ve Telio CAD) ve geleneksel yöntemler (Alike ve Luxatemp) ile üretilen farklı geçici örneklerinin renk stabilitesini araştırdıkları bir çalışmada renklendirici solüsyon olarak siyah çay ve kahve kullanmış ve örnekleri 12 hafta boyunca solüsyonlarda bekletmişlerdir. Bunun sonucunda çalışmada bir geleneksel yöntem ile üretilen materyal olan Alike'nin renk değişikliği, kahvede daha stabil iken siyah çayda bu değer 4, 8 ve 12. haftalarda önemli ölçüde değişmiştir. Öte yandan, Luxatemp'in renk değişikliği siyah çayda daha stabil iken, kahvede bu değer 8 ve 12. haftalarda önemli ölçüde daha iyi olduğu bildirilmiştir. Polimetilmetakrilat frezeleme malzemesi 4 hafta boyunca benzer sonuçlar sergilemiş ancak renk farkı 8 hafta sonra keskin bir şekilde artmıştır ve uzun süreli testlerde daha düşük stabilite gösterdiği bildirilmiştir. 3 boyutlu üretim reçineleri (E-dent 100 ve Veroglaze) 1-12 hafta arasında yüksek renk farkı göstermiş ve erken aşamada (1. hafta) diğer malzemelere göre daha düşük stabilite göstermiştir. Bu sonuç, 3 boyutlu baskı üretiminin özelliklerinden dolayı kürlenmeden sonra bile kürlenmemiş tabakanın kalmasından kaynaklanıyor olabileceği bildirilmiştir.¹ Kul ve ark. 2021 yılında yapmış oldukları bir çalışmada CAD-CAM teknolojisi ile ürettikleri farklı geçici materyallerin renk stabilitesini çeşitli renklendirici solüsyonlar (çay, kahve, kola, distile su) kullanarak uzun vadeli etkilerini CIEDE2000 renk sistemi ile değerlendirmişlerdir. Geçici restorasyonlar, renklendirici solüsyonlarda 21 gün boyunca bekletilmiş ve solüsyonlar 2 günde bir yenilenmiştir. Bunun sonucunda tüm gruplarda ortalama en yüksek ΔE_{00} değerleri kola ($\Delta E_{00}=4,10$) ve kahve ($\Delta E_{00}=4,44$) solüsyonunda bekletilen geçici materyaller için kay-

dedilmiş olup ortalama en düşük ΔE_{00} değeri ise çay ($\Delta E_{00}=3,29$) solüsyonunda bekletilen örneklerde gözlenmiştir.³² Rençber Kızılkaya ve Dursun 2023 yılında, yapım teknikleri birbirinde farklı iki geçici dental materyal üzerinde 5 farklı içeceğin (distile su, kahve, kola, vişne suyu, kırmızı şarap) ve polisajın renk değişimine olan etkisini CIEDE2000 formülünü kullanarak değerlendirdikleri bir çalışmada numuneleri renklendirici solüsyonlarda 1 hafta boyunca bekletmiştir. Bunun sonucunda kola grubunda algılanabilir bir renk değişikliği olmadığını göstermişlerdir ($\Delta E_{00}<1,8$). Vişne suyu grubu direkt restoratif materyalde, kırmızı şarap ve kahve gruplarına göre daha az renk değişimi gösterirken, indirekt materyalde de benzer bir renk değişimi gözlenmiştir. Direkt geçici materyalde en büyük renk değişimi kırmızı şarap ve kahve gruplarında görülmüştür.²¹ Çalışmamızda Formlabs ve DentaFab geçici kron reçineleri ile üretilen örneklerin farklı renklendirici solüsyonlarda bekletilerek aralarındaki renk değişikliği incelendi ve ortalama en büyük renk değişikliği Formlabs için kahve solüsyonunda ($\Delta E_{00}=5,05366$), DentaFab için ise vişne suyu solüsyonunda ($\Delta E_{00}=17,78105$) bekletilen geçici kron materyallerinde rastlandı. En düşük renk değişim değerleri ise Formlabs grubu için vişne suyu solüsyonunda ($\Delta E_{00}=3,27609$) ve DentaFab grubu için çay solüsyonunda ($\Delta E_{00}=7,18535$) rastlandı. Formlabs ve DentaFab geçici kron reçineleri arasındaki renk değişim değeri farklılıklarının geçici kron reçinelerinin kimyasal içeriği, 3 boyutlu üretim teknikleri (SLA ve DLP) ve kütleme farklılıklarından kaynaklı olabileceği düşünülmektedir. Fakat üretici firmaların reçinelerin kimyasal içeriklerinin ticari rekabeti açısından paylaşılmaması, net sonuçların verilememesine neden olmaktadır.

Guler ve ark. yapmış oldukları bir çalışmada, farklı tip kompozit geçici materyallerin farklı renklendirici ajanlara (su, çay, şekerli çay, kahve, şekerli kahve, kremalı-şekerli kahve, kırmızı şarap, kola, vişne suyu) maruziyeti sonucu renklenme derecesini değerlendirmişlerdir. Geçici kompozit materyallerini 1 aylık kullanımı simüle etmek için 24 saat boyunca renklendirici ajanlarda bekletmişlerdir ve CIELAB renk sistemine göre kaydetmişlerdir. Elde edilen sonuçlara göre en düşük ΔE_{00} değeri kola, vişne suyu

ve su gruplarında belirlenmiştir. Tüm geçici kompozit materyaller için en yüksek $\Delta E00$ değeri ise kırımızı şarapta bekletilen materyallerde gözlemlendiği bildirilmiştir.²² Çalışmamızda, Formlabs grubunda en yüksek renk değişikliği kahve solüsyonunda, en düşük renk değişikliği vişne suyu solüsyonunda bekletilen geçici kronlarda olurken, DentaFab grubunda ise en yüksek renk değişikliği vişne suyu solüsyonunda, en düşük renk değişikliği çay solüsyonunda bekletilen geçici kronlarda saptandı.

Baroom 2023 yılında yapmış oldukları çalışmada, 4 farklı geçici dental materyalin (Formlabs, Dentca, TelioCAD, Pro-temp Plus) farklı solüsyonlarda (distile su, çay ve kahve) bekletilerek renk stabilitesi değerlendirilmiştir. Bunun sonucunda Dentca, distile suda en yüksek renk farkını gösterirken Formlabs, çay ve kahve solüsyonuna maruz kaldığında en belirgin renk değişikliklerini sergilemiştir. Pro-temp Plus, bu malzemeler arasında orta düzeyde renk stabilitesi göstermiştir.³⁴ Diken Türksayar ve Baytur 2023 yılında yapmış oldukları bir çalışmada sırasıyla SLA ve DLP yöntemleri ile üretilen eklemeli üretim yöntemi (Formlabs ve Sisma) ve frezeleme yöntemi (TelioCAD) ile üretilen materyallerin yaşlandırma sonrasında renk stabilitesini değerlendirmişlerdir. Bunun sonucunda gruplar arasında istatistiksel olarak bir fark olmamasına rağmen en düşük $\Delta E00$ değerini SLA (Formlabs) grubu göstermiştir. Frezeleme (TelioCAD) yöntemi ile üretilen materyalin ise en yüksek $\Delta E00$ değerine sahip olduğu ve $\Delta E00$ değerleri tüm numunelerde 0,8'in altında; bu nedenle hepsi klinik algılanabilirlik eşiğinin altında olduğu bildirilmiştir.³⁵ Çalışmamızda da Formlabs geçici kron reçinesi (SLA yöntemi) ile üretilen geçici restorasyonların renk stabilitesi DentaFab geçici kron reçinesi (DLP yöntemi) ile üretilen gruba göre daha düşük $\Delta E00$ değeri gösterdi ve $\Delta E00$ değeri kabul edilebilir eşik değer olan 1,8'in üzerinde olduğu saptandı. Formlabs ve DentaFab geçici kron reçineleri ile üretilen örneklerin farklılığının sebebi geçici kron reçinelerinin kimyasal içeriği, 3 boyutlu üretim teknikleri (SLA veya DLP yöntemi) ve kütleme farklılıklarından kaynaklı olabileceği düşünülmektedir.

Bu çalışmada, geçici restorasyonların renklenmesinde içeceklerin yanı sıra sigara kullanımı, diş fırçalama esnasında oluşan mekanik kuvvetler, çiğneme

kuvvetleri, ağız içi sıcaklık değişimleri, farklı gıdalar, tükürüğün enzim ve proteinleri gibi diğer ağız içi faktörlerin elimine edilmiş olması renklenme derecesinin tam olarak tespit edilmesinde yetersiz kalmış olabilir. Bu nedenle çalışmamızda ağız ortamının tam anlamıyla simüle edilememiş olması limitasyonumuzdur. Geçici kronların renk stabilitelelerinin değerlendirildiği çalışmalarda standardizasyonu sağlamak için çoğunlukla diş benzeri olmayan disk şeklinde numuneler kullanılmıştır. Çalışmada kullandığımız örnekler, gerçeği taklit etmesi açısından abutment üzerine geçici kronların üretilmesi ile hazırlanmıştır ve bu çalışmamızın güçlü yanı olmasıyla birlikte literatürdeki diğer çalışmalarda disklerin kullanılması karşılaştırma yapılması açısından bir diğer limitasyonumuzdur.

SONUÇ

Çalışmamızda test ettiğimiz geçici kron materyallerinin renk stabilitesi, farklı renklendirici solüsyonlardan, kullanılan materyallerin kimyasal içeriğinden, materyallerin 3 boyutlu üretim teknikleri (SLA ve DLP) ve kütleme farklılıklarından etkilendiği düşünülmektedir.

Çalışmamızda kullandığımız geçici kron materyalleri üzerinde içeceklerin meydana getirdiği ortalama en düşük ve en yüksek renk değişikliği geçici kron materyaline göre farklılık göstermiştir. İki geçici kron reçinesinden DentaFab, daha yüksek renk değişikliği göstermiş olup posterior bölgede kullanılması tavsiye edilmektedir. Formlabs geçici kron reçinesi ise daha az renk değişikliği göstermesi sebebiyle hastaların estetik kaygılarını giderecek şekilde anterior bölgede kullanılabilirliği önerilmektedir. İki materyalde de klinik olarak kabul edilebilen $\Delta E00$ değeri sınırın üzerinde olduğu için uzun dönem kullanılabilirliği estetik açıdan dezavantajlıdır.

Bu çalışma konusunda daha kapsamlı verilerin elde edilebilmesi için farklı renklendirici solüsyonlar ile test edilen, farklı içeriklere sahip geçici kron materyalleri ile daha çok çalışma yapılmasına ihtiyaç duyulmaktadır.

Finansal Kaynak

Bu çalışma sırasında, yapılan araştırma konusu ile ilgili doğrudan bağlantısı bulunan herhangi bir ilaç firmasından, tıbbi alet, gereç ve malzeme sağlayan ve/veya üreten bir firma veya herhangi bir ticari firmadan, çalışmanın değerlendirme sürecinde, çalışma

ile ilgili verilecek kararı olumsuz etkileyebilecek maddi ve/veya manevi herhangi bir destek alınmamıştır.

Çıkar Çatışması

Bu çalışma ile ilgili olarak yazarların ve/veya aile bireylerinin çıkar çatışması potansiyeli olabilecek bilimsel ve tıbbi komite üye-

liği veya üyeleri ile ilişkisi, danışmanlık, bilirkişilik, herhangi bir firmada çalışma durumu, hissedarlık ve benzer durumları yoktur.

Yazar Katkıları

Bu çalışma hazırlanırken tüm yazarlar eşit katkı sağlamıştır.

KAYNAKLAR

1. Song SY, Shin YH, Lee JY, Shin SW. Color stability of provisional restorative materials with different fabrication methods. J Adv Prosthodont. 2020;12(5):259-64. PMID: 33149846; PMCID: PMC7604238.
2. Bağış B, Basmacı DFÇ, Ustaömer DS, Özen B. Sabit geçici restorasyonlar [Fixed temporary restorations]. J Dent Fac Atatürk Univ. 2006;(3):42-9. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/ataunidf/issue/2494/31884>
3. Jalali H, Dorriz H, Hoseinkhezri F, Emadian Razavi SF. In vitro color stability of provisional restorative materials. Indian J Dent Res. 2012;23(3):388-92. PMID: 23059579.
4. Mai HN, Lee KB, Lee DH. Fit of interim crowns fabricated using photopolymer-jetting 3D printing. J Prosthet Dent. 2017;118(2):208-15. PMID: 28089333.
5. Regish KM, Sharma D, Prithviraj DR. Techniques of fabrication of provisional restoration: an overview. Int J Dent. 2011;2011:134659. PMID: 22013441; PMCID: PMC3195530.
6. Beuer F, Schweiger J, Edelhoff D. Digital dentistry: an overview of recent developments for CAD/CAM generated restorations. Br Dent J. 2008;204(9):505-11. PMID: 18469768.
7. Alharbi N, Osman R, Wismeijer D. Effects of build direction on the mechanical properties of 3D-printed complete coverage interim dental restorations. J Prosthet Dent. 2016;115(6):760-7. PMID: 26803175.
8. Çetindağ MT, Ayşef M. Diş hekimliğinde kullanılan CAD/CAM (bilgisayar destekli tasarım/bilgisayar destekli üretim) sistemleri ve materyaller [Dental CAD/CAM (computer aided design/computer aided manufacturing) systems and materials]. J Dent Fac Atatürk Univ. 2016;26(3):524-33. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/ataunidf/issue/27576/290443>
9. Yavuz E, Yılmaz S. Diş hekimliğinde yeni ve hızla ilerleyen üretim teknolojisi: 3 boyutlu yazıcılar [New and rapidly progressing manufacturing technology in dentistry: 3 dimensional printers]. Akdeniz Tıp Dergisi. 2021;7(2):197-205. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/akd/issue/63173/958759>
10. Burns DR, Beck DA, Nelson SK; Committee on Research in Fixed Prosthodontics of the Academy of Fixed Prosthodontics. A review of selected dental literature on contemporary provisional fixed prosthodontic treatment: report of the Committee on Research in Fixed Prosthodontics of the Academy of Fixed Prosthodontics. J Prosthet Dent. 2003;90(5):474-97. PMID: 14586312.
11. Karagöz ÖK, Çiçek MF, Koca CG, Yıldırım B. Premolar bölgede tek implant uygulamasında immedat yüklemeye olgu sunumu [A complication during inferior alveolar nerve lateralization and surgical approach: case report]. J Dent Fac Usak Univ. 2022;1(1):20-3. [chrome-extension://efaidnbmnnnibpccajpcglclefindmkaj/https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/2850783](https://efaidnbmnnnibpccajpcglclefindmkaj/https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/2850783)
12. Coutinho CA, Hegde D, Sanjeevan V, Coutinho IF, Priya A. Comparative evaluation of color stability of three commercially available provisional restorative materials: An in vitro study. J Indian Prosthodont Soc. 2021;21(2):161-6. PMID: 33938865; PMCID: PMC8262438.
13. Brewer JD, Wee A, Seghi R. Advances in color matching. Dent Clin North Am. 2004;48(2):v. 341-58. PMID: 15172604.
14. Sharma G, Wu W, Dalal EN. The CIEDE2000 color-difference formula: Implementation notes, supplementary test data, and mathematical observations. Color Res Appl: Endorsed by Inter-Society Color Council, The Colour Group (Great Britain), Canadian Society for Color, Color Science Association of Japan, Dutch Society for the Study of Color, The Swedish Colour Centre Foundation, Colour Society of Australia, Centre Français de la Couleur. 2005;30(1):21-30. https://www.researchgate.net/publication/227603423_The_CIEDE2000_color-difference_formula_implementation_notes_supplementary_test_data_and_mathematical_observations
15. Okubo SR, Kanawati A, Richards MW, Childress S. Evaluation of visual and instrument shade matching. J Prosthet Dent. 1998;80(6):642-8. PMID: 9830067.
16. Colombo M, Cavallo M, Miegge M, Dagna A, Beltrami R, Chiesa M, et al. Color stability of CAD/CAM Zirconia ceramics following exposure to acidic and staining drinks. J Clin Exp Dent. 2017;9(11):e1297-e303. PMID: 29302281; PMCID: PMC5741842.
17. Gómez-Polo C, Portillo Muñoz M, Lorenzo Luengo MC, Vicente P, Galindo P, Martín Casado AM. Comparison of the CIELab and CIEDE2000 color difference formulas. J Prosthet Dent. 2016;115(1):65-70. PMID: 26412001.
18. Lins LBC, Leão RS, Pellizzer EP, Vasconcelos BCDE, de Moraes SLD. Effect of three-dimensional print angle on integrity of interim crowns: A systematic review. J Prosthet Dent. 2024:S0022-3913(24)00504-3. PMID: 39181773.
19. Bahbishi N, Mzain W, Badeeb B, Nassar HM. Color Stability and Micro-Hardness of Bulk-Fill Composite Materials after Exposure to Common Beverages. Materials (Basel). 2020;13(3):787. PMID: 32050415; PMCID: PMC7040906.
20. Andreevski A, Kovacevska I. The effect of every day drinks on composite restorations aesthetics: in vitro study. IOSR J Dent Med Sci. 2020;19(2):37-42. [chrome-extension://efaidnbmnnnibpccajpcglclefindmkaj/https://www.iosr-jdms/papers/Vol19-issue2/Series-2/G1902023742.pdf](https://www.iosr-jdms/papers/Vol19-issue2/Series-2/G1902023742.pdf)
21. Rençber Kızılkaya A, Dursun MN. The Effect of beverages and polishing on discoloration of different provisional prosthetic materials: An in vitro study. Selçuk Dental Journal. 2023;10(3):560-4. [chrome-extension://efaidnbmnnnibpccajpcglclefindmkaj/https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/3087385](https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/3087385)
22. Guler AU, Yılmaz F, Kulunk T, Guler E, Kurt S. Effects of different drinks on stainability of resin composite provisional restorative materials. J Prosthet Dent. 2005;94(2):118-24. PMID: 16046965.
23. Barbosa GF, Cardoso MB. Effects of carbonated beverages on resin composite stability. Am J Dent. 2018;31(6):313-6. PMID: 30658378.
24. Paravina RD, Ghinea R, Herrera LJ, Bona AD, Igiel C, Linninger M, et al. Color difference thresholds in dentistry. J Esthet Restor Dent. 2015;27 Suppl 1:S1-9. PMID: 25886208.
25. 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(2):103-12. PMID: 30891913.
26. Haselton DR, Diaz-Arnold AM, Dawson DV. Color stability of provisional crown and fixed partial denture resins. J Prosthet Dent. 2005;93(1):70-5. PMID: 15624001.

27. Aysan İ, Uçar Y, Üşümez A. Üç farklı kaide materyalinin farklı solüsyonlardaki renk stabilitesinin karşılaştırılması [A comparison of the color stability of three different base materials in the different solutions]. *J Dent Fac Atatürk Univ.* 2011;21(3):219-25. [chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/27299](https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/27299)
28. Moussa R. Dental shade matching: recent technologies and future smart applications. *J. Dent. Health Oral Res.* 2021;2(1):1-10. https://www.researchgate.net/publication/350345566_Dental_Shade_Matching_Recent_Technologies_and_Future_Smart_Applications
29. Salas M, Lucena C, Herrera LJ, Yebra A, Della Bona A, Pérez MM. Translucency thresholds for dental materials. *Dent Mater.* 2018;34(8):1168-74. PMID: 29764698.
30. Khashayar G, Bain PA, Salari S, Dozic A, Kleverlaan CJ, Feilzer AJ. Perceptibility and acceptability thresholds for colour differences in dentistry. *J Dent.* 2014;42(6):637-44. PMID: 24334221.
31. Almejrad L, Yang CC, Morton D, Lin WS. The Effects of Beverages and Surface Treatments on the Color Stability of 3D-Printed Interim Restorations. *J Prosthodont.* 2022;31(2):165-70. PMID: 33938081.
32. Shishehian A, Firouz F, Khazaei S, Rajabi H, Farhadian M, Niaghiha F. Evaluating the color stability of 3D-printed resins against various solutions. *Eur J Transl Myol.* 2023;33(3):11493. PMID: 37767891; PMCID: PMC10583149.
33. Kul E, Abdulrahim R, Bayındır F, Matori KA, Gül P. Evaluation of the color stability of temporary materials produced with CAD/CAM. *Dent Med Probl.* 2021;58(2):187-91. PMID: 33982454.
34. Baroom OH. Color Stability of Milled Versus Printed High-Density Polymers Provisional Restorations [Master's thesis]. Boston MA: Tufts University School of Dental Medicine; 2023. [2023] Erişim Linki Kaynağa doğrudan erişim sağlanabilecek link bilgisi ve erişim tarihi eklenmelidir.
35. Diken Türksayar AA, Baytur S. Color stability, surface roughness and flexural strength of additively manufactured and milled interim restorative materials after aging. *Odontology.* 2023;111(3):680-6. PMID: 36528659.

ARTICLE IN PRESS