

ORJİNAL ARAŞTIRMA ORIGINAL RESEARCH

DOI: 10.5336/dentalsci.2024-105980

Diş Hekimliğinde Konvansiyonel ve Dijital Renk Seçim Yöntemlerinin Doğruluk ve Tekrarlanabilirlik Açısından Karşılaştırılması: Klinik Deney

Comparison of Conventional and Digital Shade Selection Methods in Terms of Accuracy and Repeatability in Dentistry: Clinical Trial

^{id} Onur AKDEMİR^a, ^{id} Şükriye Ece GEDUK^a, ^{id} Seda CENGİZ^b, ^{id} Gaye SAĞLAM^a

^aZonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Protetik Diş Tedavisi AD, Zonguldak, Türkiye

^bTürkiye Cumhuriyeti Viyana Büyükşehirliği Eğitim Müşavirliği, Viyana, Avusturya

Bu çalışma, Onur Akdemir'in "Diş Hekimliğinde Konvansiyonel ve Dijital Renk Seçim Yöntemlerinin Karşılaştırılması" başlıklı uzmanlık tezinden üretilmiştir (Zonguldak: Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi; 2024).

ÖZET Amaç: Çalışmanın amacı, diş hekimliğinde renk seçiminde kullanılan renk skalası, spektrofotometre ve ağız içi tarayıcı ile yapılan ölçümlerin doğruluğunu ve tekrarlanabilirliğini karşılaştırmaktır. **Gereç ve Yöntemler:** Çalışmaya, gönüllülük esasına bağlı olarak 194 diş hekimliği öğrencisi dâhil edildi. Katılımcıların üst sağ ön kesici dişlerinin renk ölçümleri, labial yüzeyinin orta 3'lü bölgesinden, görsel olarak renk skalası (Vita 3D Master) kullanılarak; enstrümantal olarak ise spektrofotometre (Vita Easyshade Advance 4.0) ve ağız içi tarayıcı (CEREC Omnicam AC) ile tek bir gözlemci tarafından gerçekleştirildi. Spektrofotometre ile yapılan ölçümler referans olarak kabul edildi. Farklı yöntemlerin tekrarlanabilirliği, her renk ölçüm tekniğinin 3 kez yapılması ile değerlendirildi. **Bulgular:** Üç yöntemin, renk ölçüm sonuçları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulundu ve ağız içi tarayıcı ile elde edilen renk değerlerinin, görsel ve spektrofotometre yöntemlerinden farklı olduğu gözlemlendi ($p<0,001$). Spektrofotometre referans cihaz olarak kabul edildiğinde, doğruluklara göre renk ölçümlerinin dağılımları arasında istatistiksel farklılık görüldü ($p<0,001$). Tekrarlanabilirlik oranlarına göre renk ölçümlerinin dağılımları arasında istatistiksel fark bulunmuş olup, ağız içi tarayıcı ve spektrofotometre yöntemlerinin tekrarlanabilirliklerinin benzer ve görsel yöntemden yüksek olduğu görüldü ($p<0,001$). **Sonuç:** Görsel ve enstrümantal yöntemlerin bir arada kullanılması ile klinik açıdan renk seçiminde daha başarılı sonuçlar elde edilebilir. Renk seçim özelliğine sahip bir ağız içi tarayıcının kullanımı, spektrofotometre ve renk skalası ile yapılan renk ölçüm yöntemlerine alternatif olabilir.

ABSTRACT Objective: The aim of the study was to compare the accuracy and reproducibility of the shade guide, spectrophotometer and intraoral scanner used for shade selection in dentistry. **Material and Methods:** The study included 194 dental students on a voluntary basis. The color measurements of the upper right central incisor were taken from the middle 3rd of the labial surface using the visual color scale (Vita 3D Master); instrumentally, measurements were made with a spectrophotometer (Vita Easyshade Advance 4.0) and an intraoral scanner (CEREC Omnicam AC) by a single observer. The spectrophotometric measurements were used as a reference. Each measurement technique was performed 3 times to evaluate the reproducibility of different methods. **Results:** A statistically significant difference was found between the colour measurement results of the three methods. It was observed that the colour values obtained by the intraoral scanner were different from the visual and spectrophotometric methods ($p<0.001$). When the spectrophotometer was accepted as the reference device, a statistical difference was observed between the distributions of colour measurements according to accuracy ($p<0.001$). A statistical difference was found between the distributions of colour measurements according to repeatability rates, and it was observed that the repeatability of the intraoral scanner and spectrophotometer methods were similar and higher than the visual method ($p<0.001$). **Conclusion:** The combination of visual and instrumental methods may provide more successful results in clinical shade selection. The use of an intraoral scanner with shade selection tool may be an alternative to the spectrophotometer and shade guide methods.

Anahtar Kelimeler: Ağız içi tarayıcı; diş rengi; renk seçimi; renk skalası; spektrofotometre

Keywords: Intraoral scanner; tooth colour; shade selection; shade guide; spectrophotometer

KAYNAK GÖSTERMEK İÇİN:

Akdemir O, Geduk ŞE, Cengiz S, Sağlam G. Diş hekimliğinde konvansiyonel ve dijital renk seçim yöntemlerinin doğruluk ve tekrarlanabilirlik açısından karşılaştırılması: Klinik deney. Türkiye Klinikleri J Dental Sci. 2025;31(2):259-65.

Correspondence: Şükriye Ece GEDUK

Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Protetik Diş Tedavisi AD, Zonguldak, Türkiye

E-mail: dogansukriye@gmail.com

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

Received: 03 Mar 2024

Received in revised form: 12 Dec 2024

Accepted: 12 Dec 2024

Available online: 28 Mar 2025

2146-8966 / Copyright © 2025 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/>).



Protetik tedavilerin en önemli başarı faktörlerinden biri; estetik bir restorasyon ortaya çıkarmaktır. Estetik restorasyonlar; optik, biyolojik ve morfolojik açıdan doğal dişlerle uyum içinde olmalıdır.¹ Bu uyumu yansıtabilmek için doğru rengin kullanılması gerekir.²

Renk seçimi, görsel ve enstrümantal yöntemlerle gerçekleştirilebilir. Görsel renk seçimi; renk ve translusensinin belirlenmesinde en sık kullanılan yöntemdir. Sonuçlar, gözlemcinin radyant enerji uyarımına karşı verdiği psikolojik ve fizyolojik yanıtlara dayanmaktadır.^{3,4} Vita Toothguide® 3D-Master (Vita Zahnfabrik, Bad Säckingen, Almanya), 3 adımda renk seçimi yapılmasını sağlayan ayrıntılı bir renk skalasıdır. İlk adımda skalanın yatay düzleminde yer alan 6 grup içerisinde parlaklık değeri, ikinci adımda aynı parlaklık grubu içerisindeki yoğunluk, üçüncü adımda ise rengin tonu belirlenir.^{5,6}

Görsel renk ölçümü subjektif bir metod olduğu için güvenilir olmayan tutarsız sonuçlar verebilmektedir.^{3,4} Renk ölçümünde yaşlanma, yorgunluk, aydınlatma koşulları, duygular, nesne ve ışığın konumu gibi etkenler farklı sonuçlara yol açabilir. Cihaz yardımıyla yapılan renk ölçümleri görsel renk ölçümlerine göre daha objektif, tekrarlanabilir ve hızlı sonuçlar vermektedir.⁴ Günümüzde enstrümantal renk ölçümünde spektrofotometreler, spektoradyometreler, kolorimetreler, dijital kamera ve görüntüleme sistemleri kullanılmaktadır. Spektrofotometre dedektör, ışık kaynağı ve monokromatörden oluşan; kullanımı kolay ve doğruluk oranı yüksek bir renk ölçüm aracıdır.⁷ Bu cihazlar, çoklu sensörler kullanarak, insan gözünün algılayamayacağı farklı dalga boylarındaki renkleri tespit edebilmektedir. Nesneden yansıyan ışığın, beyaz bir yüzeyden yansıyan ışığa oranının ölçülmesi prensibiyle çalışanlar ve metamerizmi ayırt edebilme özelliği ile kolorimetreden ayrılırlar.⁸ Vita Easyshade® Advance 4.0 (Vita Zahnfabrik, Bad Säckingen, Almanya), küçük, kablosuz ve taşınabilir olmasıyla renk ölçümünde pratik bir klinik kullanım imkânı sunar. Ayrıca Vita Classic (Vita Zahnfabrik, Bad Säckingen, Almanya) ve Vita Toothguide 3D-Master renk skalaları ile uyumlu renk ölçümleri yapabilmektedir.⁹

Teknolojinin gelişmesiyle birlikte ağız içi tarayıcıların diş hekimliğinde kullanımı giderek yaygınlaşmaktadır. Son yazılım güncellemeleri ile bu tarayıcılar klinikte renk seçimi amacıyla da kullanı-

labilmektedir.¹⁰ Cerec Omnicam® AC (Dentsplay Sirona, Bensheim, Almanya), polarize olmayan görünür dalga boyunda beyaz LED ışığı teknolojisiyle görüntüleme yapan ve optik triangulasyon ve konfokal mikroskopi prensibiyle çalışan bir cihazdır. Bu sistemin en önemli özellikleri; hızlı olması, opak toz kullanımına ihtiyaç duymaması, video tabanlı sistemi, son derece hızlı bir şekilde renkli tarama imkânı sunması ve 3 boyutlu hassas görüntüler elde edilebilmesidir. Tarayıcı boyutlarının ve tarama ucunun küçük olması, ağız içi ölçünün kolaylıkla alınmasını sağlar.¹¹ Cerec yazılımının güncel sürümü ile yapılan renk ölçüm sonuçları Vita Classic ve Vita 3D-Master renk skalalarına karşılık gelen kodlarla ifade edilebilir.¹²

Bu çalışmanın amacı, üst sağ ön kesici dişlerin orta 3'lü bölgesinden renk skalası, spektrofotometre ve ağız içi tarayıcı ile yapılan renk seçimlerinin doğruluk ve tekrarlanabilirliklerini karşılaştırmaktır. Çalışmanın hipotezleri;

1. Görsel yöntem, spektrofotometre ve ağız içi tarayıcı ile yapılan renk ölçüm sonuçları arasında fark olmayacağı,
2. Görsel yöntem, spektrofotometre ve ağız içi tarayıcı ile yapılan renk ölçümlerinin tekrarlanabilirlikleri arasında fark olmayacağı yönündedir.

GEREÇ VE YÖNTEMLER

Çalışma için gerekli etik kurul onayı, Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'ndan 25 Ocak 2023 tarihli 2023/02 karar numarası ile alındı. Çalışmada gereken örneklem sayısı, G*Power 3.1.9 (Faul, Erdfelder, Lang&Buchner, 2007) programında 0,29 etki büyüklüğü, %95 güven aralığı (1- α) ve %90 test gücü (1- β) ile minimum 169 renk ölçümü olarak belirlendi. Çalışmaya gönüllülük esasına bağlı olarak 81 erkek (%41,8) ve 113 kadın (%58,2) olmak üzere toplam 194 diş hekimliği öğrencisi dâhil edildi. Katılımcıların yaş ortalaması 22,11'dir. Gözlemcinin renk seçimi yaparken renk skalası ve renk ölçüm cihazlarının konumlandırmasını kolaylaştırması, ışık yansımaları gibi problemlerin ortadan kaldırılması için üst sağ ön kesici diş renginin ölçülmesine karar verildi. Çalışmaya dâhil edilme kriterleri, ilgili dişte herhangi bir restorasyon ya da çürük olmaması, beyazlatma tedavisi uygulanmamış olması, periodontal hastalığı bu-

lunmaması ve ağız hijyeninin iyi olması şeklinde belirlendi. Bu kriterlere uymayan katılımcılar çalışma dışında bırakıldı. Ardından katılımcılara araştırmayla ilgili ayrıntılı bilgi verilerek, renk ölçümü sırasında yapılacak işlemler anlatıldı ve Helsinki Bildirgesi uyarınca bilgilendirilmiş gönüllü onam formları imzalatılarak onayları alındı.

Tüm renk seçimleri klinik tecrübesi olan bir gözlemci tarafından günün aynı saatinde ve aynı diş ünitesinde, nötr duvarlar ve doğal aydınlatmalı ışık altında yapıldı. Gözlemci, çalışma öncesinde renk körlüğü testini (Ishihara) (ISO TR 28,642:2016) başarılı bir şekilde yanıtladı.¹³ Renk seçimine başlamadan önce, öğrencilerden dişlerini fırçalamaları istendi.¹⁴ Gözlemcinin renk algısını etkilememesi amacıyla öğrencilerden varsa rujlarını silmesi istendi ve renkli giysilerinin üzeri gri bir örtü ile örtüldü. Dişlerin, kuru kalmamaları için öğrencilerden dişlerini dilleri ile nemlendirmeleri istendi. Tüm yöntemlerle yapılan ölçümler, tekrarlanabilirliğin değerlendirilmesi amacıyla 3'er kez gerçekleştirildi. Görsel hafızanın sonuçları etkilemesine engel olabilmek adına ölçümler arasında 2'şer hafta beklendi.¹⁵ Enstrümantal yöntemlerle yapılan ölçümler aynı gün içerisinde gerçekleştirildi.

GÖRSEL RENK ÖLÇÜMÜ

Çalışmada, öğrencilerin üst sağ ön kesici dişlerinin labial yüzeyinin orta 3'lü bölgesinden renk skalası (Vita 3D-Master) ile üretici talimatlarına uygun sırayla renk seçimi yapıldı (Resim 1).

SPEKTROFOTOMETRE İLE RENK ÖLÇÜMÜ

Çapraz enfeksiyon riskini önlemek amacıyla spektrofotometrenin (Vita Easyshade Advance 4.0) ölçüm ucuna her öğrencide değiştirilmek üzere tek kullanımlık şeffaf koruyucu kılıf takıldı. Standart D65 aydınlatma koşulları altında, spektrofotometrenin ucu üst sağ ön kesici dişin orta 3'lü yüzeyine dik konumlandırılarak renk ölçümleri yapıldı (Resim 2). Her ölçüm işleminden önce cihaz kalibre edildi.

AĞIZ İÇİ TARAYICI İLE RENK ÖLÇÜMÜ

Ağız içi tarama işlemine başlamadan önce cihazın kalibrasyonu, üretici firma tarafından tavsiye edilen şekilde kalibrasyon kiti kullanılarak yapıldı. Çalışmaya katılan gönüllülerin adı, soyadı ve doğum tarihleri



RESİM 1: Vita 3D-Master renk skalası kullanılarak yapılan görsel renk seçimi



RESİM 2: Spektrofotometre ile renk ölçümü



RESİM 3: Ağız içi tarayıcı ile renk ölçümü

ağız içi tarayıcının sistemine kaydedildi. Tüm öğrencilerin üst kesici dişlerinin labial, insizal ve palatinal yüzeyleri ağız içi tarayıcı (CEREC AC Omnicam) ile tarandı ve kaydedildi. Kaydedilen görüntüler üzerinden cihazda bulunan daireler kullanılarak üst sağ ön kesici dişin orta 3'lü bölgesinden renk ölçümleri yapıldı (Resim 3).

Veriler, istatistik yazılım programında (IBM SPSS v23, IBM Corporation, Armonk, NY, ABD) analiz edildi. Grupların karşılaştırılmasında Friedman test, ölçümler arasındaki uyumun değerlendirilmesinde Fleiss Kappa istatistiği kullanıldı. İki ölçüm yönteminin karşılaştırılması Wilcoxon testi ile yapıldı. Analiz sonuçları frekans şeklinde sunuldu. İstatistiksel anlamlılık düzeyi $p < 0,05$ olarak alındı.

BULGULAR

Renk ölçüm yöntemlerinden elde edilen sonuçlar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuş olup ağız içi tarayıcı ölçümlerinin, görsel ve spektrofotometre ile elde edilen değerlerden istatistiksel farklılık gösterdiği tespit edildi ($p < 0,001$). Yöntemler arasında istatistiksel olarak anlamlı çok düşük düzeyde bir uyum elde edildi ($K=0,068$; $p < 0,001$) (Tablo 1).

Spektrofotometre ölçümlerine göre görsel ve ağız içi tarayıcı renk ölçümlerinin doğrulukları kıyaslandığında; renk ölçümlerinin dağılımları arasında

TABLO 1: Yöntemlere göre renk ölçümlerinin karşılaştırılması

Renk	Görsel	Spektrofotometre	Ağız içi tarayıcı	p değeri*	Fleiss Kappa/p
0M3	--	2 (1)	2 (1)		
1M1	17 (8,8)	35 (18)	--		
1M2	34 (17,5) ^b	51 (26,3) ^b	59 (30,4) ^a		
2M1	61 (31,4)	15 (7,7)	--		
2L1,5	21 (10,8)	29 (14,9)	13 (6,7)		
2M2	46 (23,7)	40 (20,6)	10 (5,2)		
2R1,5	3 (1,5)	2 (1)	--		
2L2,5	--	2 (1)	15 (7,7)		
2M3	6 (3,1)	9 (4,6)	76 (39,2)	<0,001	0,068/<0,001
2R2,5	2 (1)	2 (1)	--		
3L1,5	1 (0,5)	1 (0,5)	--		
3M2	--	1 (0,5)	1 (0,5)		
3R1,5	--	1 (0,5)	--		
3L2,5	2 (1)	2 (1)	--		
3M3	1 (0,5)	2 (1)	14 (7,2)		
4L1,5	--	--	1 (0,5)		
4M3	--	--	2 (1)		
5M3	--	--	1 (0,5)		

*Friedman testi; ^{a,b}Aynı harfe sahip gruplar arasında fark yoktur. Kappa değeri: <0 uyum yok, 0,01-0,20 çok düşük düzeyde uyum olması, 0,21-0,40 düşük düzeyde uyum, 0,41-0,60 orta düzeyde uyum, 0,61-0,80 yüksek düzeyde uyum, 0,81-1,00 çok yüksek düzeyde uyum

TABLO 2: Ölçüm yöntemlerinin doğruluklarının karşılaştırılması

Ölçüm yöntemleri	X̄	SS	p değeri*
Görsel	34,54	47,67	
Ağız içi tarayıcı	15,46	36,25	<0,001

*Wilcoxon Signed ranks test. SS: Standart sapma

TABLO 3: Ölçüm yöntemlerinin tekrarlanabilirlik oranlarının karşılaştırılması

Ölçüm yöntemleri	X̄	SS	p değeri*
Görsel	78,44 ^a	16,42	
Spektrofotometre	87,03 ^b	16,56	
Ağız içi tarayıcı	88,08 ^b	16,26	<0,001

*Friedman testi; ^{a,b}Aynı harfe sahip gruplar arasında fark yoktur. SS: Standart sapma

istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğu görüldü ($p < 0,001$). Görsel yöntemin doğruluğunun ağız içi tarayıcıdan daha yüksek olduğu izlendi (Tablo 2).

Renk ölçüm yöntemlerinin tekrarlanabilirlik oranlarına dağılımları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulundu ($p < 0,001$). Ağız içi tarayıcı ve spektrofotometre yöntemlerinin tekrarlanabilirliklerinin benzer olduğu ve görsel yöntem tekrarlanabilirliğinden daha yüksek olduğu tespit edildi (Tablo 3).

TARTIŞMA

Bu çalışmada renk skalası, spektrofotometre ve ağız içi tarayıcı ile yapılan renk ölçüm yöntemleri arasındaki uyum, doğruluk ve tekrarlanabilirlik düzeyleri değerlendirildi. Ağız içi tarayıcı ile yapılan renk ölçümünün diğer 2 yöntemden farklılık göstermesi sebebiyle çalışmanın birinci hipotezi kısmen reddedildi. Görsel renk ölçüm yönteminin diğer 2 renk ölçüm yöntemine göre tekrarlanabilirlik düzeyinin düşük olması nedeniyle ise ikinci hipotez kısmen reddedildi.

Çalışmamızda; gözlemcinin renk seçimi sırasında renk skalası ve renk ölçüm cihazını konumlandırmasını kolaylaştırmak, ışık yansımaları gibi problemleri ortadan kaldırmak amacıyla, geçmiş literatür çalışmaları da referans alınarak üst sağ ön kesici diş üzerinden renk ölçümü yapılması kararlaştırıldı.¹⁵⁻¹⁷ Ayrıca renk ölçümleri dişlerin orta 3'lü bölgesinden yapıldı. Mine kalınlığının servikalden insizale doğru artması nedeniyle aynı diş yüzeyinin

farklı alanlarında farklı renk değerleri gözlemlenmektedir. Dişlerin insizal 3'lü bölgesi daha translüsent özelliktedir ve servikal 3'lü bölgesi diş eti yansımından etkilenmektedir. Bundan dolayı, dişin orta 3'lü bölgesinin renk seçimi için ideale yakın sonuçlar taşıdığı düşünülmektedir.¹⁸ Çalışmamızla benzer olarak, Okubo ve ark., Reyes ve ark., Gómez-Polo ve ark., Liberato ve ark. ile araştırmalarında, renk seçimini diş yüzeyinin orta 3'lü bölgesinden yaptıkları görülmektedir.^{4,15-17}

Görsel renk seçimi farklı renk skalaları ile yapılabilmektedir. Vita Toothguide 3D-Master renk skalasının diğerleri ile karşılaştırıldığında daha başarılı sonuçlar verdiği farklı araştırmalarda bildirilmiştir.^{19,20} Bu nedenle, görsel renk seçiminde Vita Toothguide 3D-Master skalası kullanıldı.

Çalışmalar spektrofotometre ile yapılan ölçümlerin objektif ve güvenilir olduğunu göstermektedir.^{21,22} Kim-Pusateri ve ark. 4 farklı renk ölçüm cihazını [VITA Easyshade, SpectroShade (MHT Optic Research AG, Niederhasli, İsviçre), ShadeS-can (Cynovad, Montreal, Kanada), ShadeVision (X-Rite America, Inc, Grand Rapids, Mich)] karşılaştırdıkları çalışmalarında, Vita Easyshade'in en yüksek doğruluk (%92,6), ve güvenilirlik (%96,4) değerlerini sağladığını bulmuşlardır.²¹ Mevcut literatür bilgileri ışığında, çalışmamızda Vita Easyshade Advance 4.0 spektrofotometre kullanıldı ve kontrol grubu olarak kabul edildi.

Literatürde TRIOS 3 (3Shape, Copenhagen, Danimarka), TRIOS 4, CEREC Omnicam, CEREC Primescan (Dentsply Sirona, Bensheim, Almanya) gibi farklı ağız içi tarayıcıların renk ölçüm özellikleri ile ilgili çok sayıda çalışma mevcuttur.^{12,15,17,23-29} CEREC Omnicam ağız içi tarayıcı kullanılarak renk seçimi yapılan çalışma sayısının sınırlı olmasından dolayı bu araştırmada tercih edilerek bu alandaki çalışmalara katkıda bulunulması amaçlandı.

Renk ölçüm yöntemlerinin karşılaştırılması ilgi gören bir araştırma konusu olmuştur. Literatürde görsel renk seçimi, spektrofotometre ve ağız içi tarayıcıların renk ölçümlerinin karşılaştırıldığı çok sayıda çalışma mevcuttur.^{17,24-28} Cihazlarla yapılan renk ölçümlerinin görsel renk seçimlerine göre daha güvenilir olduğunu belirten, enstrümantal ve görsel renk ölçüm yöntemlerinin birlikte kullanılmasının; öngö-

rülebilir estetik sonuçlar verebileceğini, birbirlerini tamamladıklarını ve daha başarılı sonuçlar alınacağını ifade eden, görsel renk seçiminin cihazlarla yapılan renk ölçümlerine göre daha güvenilir olduğunu bildiren, enstrümantal ve görsel yöntemlerin renk uyumunun farklı olmadığı ancak cihazlarla yapılan renk seçiminin daha az vakit aldığını vurgulayan çalışmalar mevcuttur.^{9,16,30-34}

Ebeid ve ark., üst sağ ön kesici diş rengini görsel ve enstrümantal (Vita Easyshade V, TRIOS 3, TRIOS 4, Cerec Omnicam, Primescan) yöntemlerle ölçtükleri çalışmalarının sonucunda Omnicam cihazının diğerlerine oranla istatistiksel olarak daha düşük bir doğruluk gösterdiğini, cihazların tekrarlanabilirlik değerleri arasında istatistiksel fark olmadığını bildirmişlerdir.³⁵ Huang ve ark.'nın yaptığı çalışmada, Vita Easyshade V ve CEREC Omnicam, TRIOS 3, TRIOS 4 ağız içi tarayıcılarının renk seçim başarısı karşılaştırılmıştır.²⁹ Çalışma sonucunda, Vita Easyshade V ve TRIOS 3 cihazlarının daha yüksek doğruluk derecesine sahip olduğu bulunmuştur. Bunları sırasıyla TRIOS 4 ve CEREC Omnicam takip etmiştir. Cihazlarla yapılan renk ölçümlerinin tekrarlanabilirlikleri arasında fark olmadığı bildirilmiştir. Culic ve ark.'nın yaptığı çalışmada, CEREC Omnicam ile referans olarak kabul edilen Vita EasyShade Advanced cihazının renk seçim doğrulukları karşılaştırılmıştır.¹² Çalışmamızın sonuçlarına benzer olarak, ağız içi tarayıcı ile spektrofotometre ile yapılan renk ölçümleri arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmüştür. CEREC Omnicam ağız içi tarayıcının, renk seçim kabiliyetinin geliştirilmesi gerektiği bildirilmiştir. Hampé-Kautz ve ark.'nın 40 hasta ile üst sağ ön kesici dişler üzerinde yaptıkları çalışmada, Vita 3D Master renk skalası, Vita Easyshade V ve Rayplicker (Borea, Limoges, Fransa) spektrofotometreler ve T-3S ve CEREC Omnicam ağız içi tarayıcıların renk seçim doğrulukları karşılaştırılmıştır.²⁶ Vita Easyshade V cihazının referans olarak kullanıldığı çalışmanın sonucunda görsel renk ölçümünün spektrofotometre ile benzer, ağız içi tarayıcının ise farklılık göstermesi açısından çalışmamızla benzerlik göstermektedir. Ağız içi tarayıcıların, görsel skala ve spektrofotometreye göre daha az renk seçeneği sunduğu ve daha parlak renkleri kaydettiği bildirilmiştir.

Czigola, Fattouh, Huang ve ark. ile benzer şekilde bu çalışmanın sonucunda enstrümantal renk ölçüm yöntemlerinin tekrarlanabilirliğinin görsel ölçümden daha iyi olduğu bulundu.^{24,27,28} Görsel renk seçiminin gözlemcinin tecrübesi, yorgunluğu, hafızası, yaşı gibi faktörlerden etkilenmesi sonuçların subjektif olmasına yol açabilir.

Ağız içi tarayıcı ve renk skalası ile yapılan renk seçimleri, spektrofotometrede olduğu gibi Uluslararası Aydınlatma Komisyonu'nun renk notasyon sistemi (CIE, International Commission on Illumination, L*, a*, b* değerleri gibi) aracılığıyla renk bilgisini rapor edemez. Dolayısıyla bu çalışmada istatistiksel analiz için kullanılan verilerin tamamı kategorik değişkenlerdir. Veri türündeki bu tür sınırlamalar, diş renginin ayrıntılarını gizleyebilir ve gerçek rengi tam olarak temsil edemeyebilir. Ağız içi tarayıcılar, renk ölçümlerinde CIE L, a, b koordinat değerlerini yansıtabilirse renk eşleştirme doğruluğu daha başarılı bir şekilde değerlendirilebilir.

SONUÇ

Diş hekimliğinde dijitalleşmenin popüler olduğu günümüzde, ağız içi renk seçiminde konvansiyonel teknikler sıklıkla kullanılmakla birlikte, cihazlarla yapılan renk seçimi de klinisyenler tarafından tercih edilmektedir. Enstrümantal yöntemlerin tekrarlanabilirliği görsel yöntemden daha yüksektir. CEREC AC Omnicam ağız içi tarayıcının renk seçim özelliği, spektrofotometre ve görsel renk ölçüm yöntemlerine

alternatif olarak kullanılabilir. Ancak bu konu hakkında daha detaylı sonuçlar için ayrıntılı klinik çalışmalara ihtiyaç vardır. Ağız içi tarayıcıların geliştirilmesi renk ölçüm sonuçlarının doğruluğunu arttırabilir. Renk doğasının karmaşıklığı ve renk algısının subjektif olması nedeniyle, diş hekimleri renk seçiminde hem görsel hem de enstrümantal yöntemleri birlikte kullanmalıdır.

Finansal Kaynak

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

Çıkar Çatışması

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

Yazar Katkıları

Fikir/Kavram: Seda Cengiz, Onur Akdemir, Şükriye Ece Geduk; **Tasarım:** Seda Cengiz, Onur Akdemir, Şükriye Ece Geduk; **Denetleme/Danışmanlık:** Şükriye Ece Geduk, Seda Cengiz; **Veri Toplama ve/veya İşleme:** Onur Akdemir; **Analiz ve/veya Yorum:** Şükriye Ece Geduk, Seda Cengiz, Gaye Sağlam; **Kaynak Taraması:** Onur Akdemir, Şükriye Ece Geduk; **Makalenin Yazımı:** Seda Cengiz, Onur Akdemir, Şükriye Ece Geduk, Gaye Sağlam; **Eleştirel İnceleme:** Şükriye Ece Geduk, Seda Cengiz, Gaye Sağlam; **Malzemeler:** Seda Cengiz, Şükriye Ece Geduk, Onur Akdemir.

KAYNAKLAR

1. Bayindir F, Kuo S, Johnston WM, Wee AG. Coverage error of three conceptually different shade guide systems to vital unrestored dentition. J Prosthet Dent. 2007;98(3):175-85. [Crossref] [PubMed] [PMC]
2. Keyf F, Uzun G, Altunsoy S. Diş hekimliğinde renk seçimi [Choice of color in dentistry]. Hacettepe Dişhekimliği Fakültesi Derg (Clinical Dentistry and Research). 2009;33(4):52-8. [Link]
3. Rosenstiel SF, Land MF, Walter RD. Contemporary Fixed Prosthodontics. 6th ed. Philadelphia: Elsevier; 2022. [Crossref]
4. Okubo SR, Kanawati A, Richards MW, Childress S. Evaluation of visual and instrument shade matching. J Prosthet Dent. 1998;80(6):642-8. [Crossref] [PubMed]
5. Paravina RD. Understanding Color. In: Ronald E Goldstein's Esthetics in Dentistry. New Jersey: Wiley; 2018. p.270-94. [Crossref]
6. Pohlen B, Hawlina M, Šober K, Kopač I. Tooth shade-matching ability between groups of students with different color knowledge. Int J Prosthodont. 2016;29(5):487-92. [Crossref] [PubMed]
7. Kurt M, Balb C, Bal Turhan B. Güncel renk ölçüm yöntemleri: sistematik derleme [Actual methods of color measurement: systematic review]. Türkiye Klinikleri Diş Hekimliği Bilimleri Dergisi. 2016;22(2):130-46. [Link]
8. Chu SJ, Devigus A, Paravina RD, Mieslesko AJ. Fundamentals of Color: Shade Matching and Communication In Esthetic Dentistry. 2nd ed. Quintessence Publishing; 2011.
9. Chu SJ, Trushkowsky RD, Paravina RD. Dental color matching instruments and systems. Review of clinical and research aspects. J Dent. 2010;38 Suppl 2:e2-16. [Crossref] [PubMed]

10. Öngül D. Renk seçiminde ağız içi tarayıcıların etkisi. Değer İşler S, editör. *Ağız İçi Tarayıcılar ve Dijital Ölçü*. 1. Baskı. Ankara: Türkiye Klinikleri; 2023. p.54-60.
11. Mangano FG, Hauschild U, Veronesi G, Imburgia M, Mangano C, Admakin O. Trueness and precision of 5 intraoral scanners in the impressions of single and multiple implants: a comparative in vitro study. *BMC Oral Health*. 2019;19(1):101. [\[Crossref\]](#) [\[PubMed\]](#) [\[PMC\]](#)
12. Culic C, Varvara M, Tatar G, Simu MR, Rica R, Mesaros A, et al. In Vivo evaluation of teeth shade match capabilities of a dental intraoral scanner. *Curr Health Sci J*. 2018;44(4):337-41. [\[PubMed\]](#) [\[PMC\]](#)
13. International Standardization Organization [Internet]. Technical Report(E): Dentistry-Guidance on Color Measurements. © 2016 ISO. Available from: [\[Link\]](#)
14. Eroglu E, Temel UB, Başağaoğlu Demirekin Z, Gürdal O. The effects of dehydration on color change in natural teeth caused by dental procedures. *İnönü Üniversitesi Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksek Okulu Dergisi*. 2023;11(1):1274-84. [\[Crossref\]](#)
15. Reyes J, Acosta P, Ventura D. Repeatability of the human eye compared to an intraoral scanner in dental shade matching. *Heliyon*. 2019;5(7):e02100. [\[Crossref\]](#) [\[PubMed\]](#) [\[PMC\]](#)
16. Gómez-Polo C, Gómez-Polo M, Celemin-Viñuela A, Martínez Vázquez De Parga JA. Differences between the human eye and the spectrophotometer in the shade matching of tooth colour. *J Dent*. 2014;42(6):742-5. [\[Crossref\]](#) [\[PubMed\]](#)
17. Liberato WF, Barreto IC, Costa PP, de Almeida CC, Pimentel W, Tiossi R. A comparison between visual, intraoral scanner, and spectrophotometer shade matching: a clinical study. *J Prosthet Dent*. 2019;121(2):271-5. [\[Crossref\]](#) [\[PubMed\]](#)
18. Önal B, Recen D, Türkün LŞ. Restoratif Diş Hekimliğinde Renk Seçimi [Shade selection in restorative dentistry]. *Türkiye Klinikleri Journal of Restorative Dentistry-Special Topics*. 2015;1(3):21-7. [\[Link\]](#)
19. Öngül D, Şermet B, Balkaya MC. Visual and instrumental evaluation of color match ability of 2 shade guides on a ceramic system. *J Prosthet Dent*. 2012;108(1):9-14. [\[Crossref\]](#) [\[PubMed\]](#)
20. Corciolani G, Vichi A, Goracci C, Ferrari M. Colour correspondence of a ceramic system in two different shade guides. *J Dent*. 2009;37(2):98-101. [\[Crossref\]](#) [\[PubMed\]](#)
21. Kim-Pusateri S, Brewer JD, Davis EL, Wee AG. Reliability and accuracy of four dental shade-matching devices. *J Prosthet Dent*. 2009;101(3):193-9. [\[Crossref\]](#) [\[PubMed\]](#)
22. Zenthöfer A, Cabrera T, Corcodel N, Rammelsberg P, Hassel AJ. Comparison of the Easyshade Compact and Advance in vitro and in vivo. *Clin Oral Investig*. 2014;18(5):1473-9. [\[Crossref\]](#) [\[PubMed\]](#)
23. Ebeid K, Sabet A, Della Bona A. Accuracy and repeatability of different intraoral scanners on shade determination. *J Esthet Restor Dent*. 2021;33(6):844-8. [\[Crossref\]](#) [\[PubMed\]](#)
24. Czigola A, Röth I, Vitai V, Fehér D, Hermann P, Borbély J. Comparing the effectiveness of shade measurement by intraoral scanner, digital spectrophotometer, and visual shade assessment. *J Esthet Restor Dent*. 2021;33(8):1166-74. [\[Crossref\]](#) [\[PubMed\]](#)
25. Brandt J, Nelson S, Lauer HC, von Hehn U, Brandt S. In vivo study for tooth colour determination-visual versus digital. *Clin Oral Investig*. 2017;21(9):2863-71. [\[Crossref\]](#) [\[PubMed\]](#)
26. Hampé-Kautz V, Salehi A, Senger B, Etienne O. A comparative in vivo study of new shade matching procedures. *Int J Comput Dent*. 2020;23(4):317-23. [\[PubMed\]](#)
27. Fattouh M. Repeatability of visual, spectrophotometer and intraoral scanner methods in shade matching: a comparative in-vivo study. *Int J Dent Oral Sci*. 2021;11:2439-45. [\[Crossref\]](#)
28. Huang M, Ye H, Chen H, Zhou Y, Liu Y, Wang Y, et al. Evaluation of accuracy and characteristics of tooth-color matching by intraoral scanners based on Munsell color system: an in vivo study. *Odontology*. 2022;110(4):759-68. [\[Crossref\]](#) [\[PubMed\]](#)
29. Huang M, Wang Y, Sun Y, Zhou Y, Liu Y, Ye H. The accuracies of three intraoral scanners with regard to shade determination: an in vitro study. *J Prosthodont*. 2023;32(5):111-7. [\[Crossref\]](#) [\[PubMed\]](#)
30. Judeh A, Al-Wahadni A. A comparison between conventional visual and spectrophotometric methods for shade selection. *Quintessence Int*. 2009;40(9):e69-79. [\[PubMed\]](#)
31. Alsaleh S, Labban M, AlHariri M, Tashkandi E. Evaluation of self shade matching ability of dental students using visual and instrumental means. *J Dent*. 2012;40 Suppl 1:e82-7. [\[Crossref\]](#) [\[PubMed\]](#)
32. Igiel C, Lehmann KM, Ghinea R, Weyhrauch M, Hangx Y, Scheller H, et al. Reliability of visual and instrumental color matching. *J Esthet Restor Dent*. 2017;29(5):303-8. [\[Crossref\]](#) [\[PubMed\]](#)
33. Ratzmann A, Treichel A, Langforth G, Gedrange T, Welk A. Experimental investigations into visual and electronic tooth color measurement. *Biomed Tech (Berl)*. 2011;56(2):115-22. [\[Crossref\]](#) [\[PubMed\]](#)
34. Della Bona A, Barrett AA, Rosa V, Pinzetta C. Visual and instrumental agreement in dental shade selection: three distinct observer populations and shade matching protocols. *Dent Mater*. 2009;25(2):276-81. [\[Crossref\]](#) [\[PubMed\]](#)
35. Ebeid K, Sabet A, El Sergany O, Della Bona A. Accuracy and repeatability of different intraoral instruments on shade determination compared to visual shade selection. *J Esthet Restor Dent*. 2022;34(6):988-93. [\[Crossref\]](#) [\[PubMed\]](#)