

Hekimlerin ve Dental Teknisyenlerin VITA Toothguide 3D-Master Skalası ile Renk Seçimi Başarılarının Değerlendirilmesi

Evaluation of success of dentist and dental technician color match by using VITA Toothguide 3D-Master Scale

Sevcan Kurtulmuş Yılmaz, DDS, Emre Şeker, DDS, Oğuz Ozan, DDS, Gökçe Meriç, DDS, PhD, Burak Yılmaz, DDS, PhD

Yakındoğu Üniversitesi Dişhekimliği Fakültesi Protetik Diş Tedavisi AD

Received: 27 January 2011 Accepted: 10 March 2011

ÖZET

Amaç: Teknoloji ve materyallerdeki gelişmeler estetik diş hekimliğinin en önemli prosedürlerinden biri olan renk seçimini kolaylaştırmaktadır. VITA Toothguide 3D-Master skalası geniş bir renk aralığına sahip olması ile Vitapan Classical skalasının yerini almaya başlamıştır. Bu çalışmanın amacı henüz ülkemizde yaygın bir kullanım alanı bulamayan 3D-Master skalası ile klinisyen ve dental teknisyenlerin renk seçimindeki başarılarını değerlendirmektir.

Gereç ve Yöntem: Toothguide 3D-Master skalasından rastgele seçilen 10 renk modellere adapte edildi ve fantom kafalara yerleştirildi. Protetik veya restoratif diş hekimliği alanında doktora eğitimi almış (PhD) ve eğitimine devam eden (PG) 7 hekim ile 5 dental teknisyenden (TK) oluşan gözlemci gruplarına, ikinci bir 3D-Master skalası ile renk seçimi yaptırıldı. Ana skaladan seçilmiş olan renkler ile gözlemciler tarafından ikinci skaladan eşleştirilen renkler arasındaki CIE L*a*b* renk farkı (ΔE) spektrofotometre ölçümleri ile hesaplandı. ΔE değerleri klinik tolerans eşik değerlerine göre sınıflandırıldı. Renk eşleşme oranları yüzde olarak hesaplandı ve gruplar arasındaki fark Ki Kare testi ile istatistiksel olarak değerlendirildi.

Bulgular: Tüm gözlemcilerin doğru renk eşleştirme oranı %27,5' dir. Bu oran PhD, PG ve TK grupları için sırasıyla %20, %25 ve %34' tür. ΔE değerlerinin %44,17' si klinik olarak kabul edilebilir sınırlar içerisindedir. ΔE değerleri istatistiksel olarak değerlendirildiğinde, gruplar arasında anlamlı bir fark bulunamamıştır ($P > 0.05$).

Sonuç: Toothguide 3D-Master skalası ile doğru renk seçimi yapılabilmesi için klinisyen ve teknisyenlerin bu renk skalası hakkında yeterli bilgi ve tecrübeye sahip olmaları gerekmektedir.

Anahtar kelimeler: Renk seçimi, renk skalası, Toothguide 3D-Master, spektrofotometre.

ABSTRACT

Objectives: Due to the technological development and improvements in materials, shade matching is getting easier. Even though VITA Toothguide 3D-Master has a wider range than Vitapan Classical, it is still not commonly used in clinical dentistry. The aim of this study was to assess the shade matching ability of dentists and dental laboratory technicians with Toothguide 3D-Master shade guide.

Methods: 10 different shade tabs were randomly selected from Toothguide 3D-Master and were replaced with maxillary incisors in the phantom models. The observer groups of 7 dentists who have PhD degrees in prosthetic or restorative dentistry (PhD), PhD students (PS) and 5 dental technicians (DT) were asked to match shades using another 3D-Master shade guide. CIE L*a*b* color differences (ΔE) between master tooth guide shades and matched shades were calculated with a spectrophotometer. ΔE values were classified according to the clinical acceptance thresholds. The color match success of groups was calculated in percentages and statistical differences between the groups were analyzed with Chi Square test.

Results: The success of the correct shade match rate of the observers was 27,5%. The success for PhD, PS and DT groups were 20%, 25% and 34%, respectively. 44,17% of ΔE value was in the clinical acceptable range ($\Delta E < 3.5$). No significant difference was found among the groups ($P > 0.05$).

Conclusions: The results of this study warrant the need for further experience of dentists and dental laboratory technicians with the use of Toothguide 3D-Master in routine clinical dentistry.

Key words: shade matching, shade guide, Toothguide 3D-Master, spectrophotometer.

Sevcan Kurtulmuş Yılmaz
Yakındoğu Üniversitesi Dişhekimliği Fakültesi
Protetik Diş Tedavisi AD
Lefkoşe/Kıbrıs
E-posta : sevcankurtulmusyilmaz@gmail.com

GİRİŞ

Restorasyonların estetik açıdan başarılı olabilmeleri için diş renginin değerlendirilmesinde doğru ve güvenilir bir yöntem kullanılmalıdır.¹ Renk seçimi sıklıkla görsel olarak renk skalalarının kullanımı ile, daha az yaygın olarak da intraoral ve ekstraoral renk ölçüm cihazları ile yapılmaktadır.² Ancak, ortamın aydınlatılma koşulları gibi çevresel faktörler ve deneyim, yaş, göz yorgunluğu gibi bireysel faktörler gözlemciler arasında renk algılama farklılıkları oluşturduğu için,^{3,4} görsel renk seçimi oldukça subjektif bir yöntem olarak kabul edilmektedir.⁵ Ayrıca, renk skalalarındaki renk aralığının yetersiz olması ve doğal diş rengini tam olarak yansıtamaması,^{1,6,7} piyasadaki mevcut skalaların birbirleriyle uyumsuzluğu gibi problemler de görsel renk ölçümünü sınırlamaktadır.

İlk renk skalası 1930'lu yılların başlarında E. Bruce Clark tarafından geliştirilmiştir.¹ Günümüzde birçok skala sistemi bulunmaktadır. Skala sistemlerinin gelişimindeki en büyük atılım 1956 yılında piyasaya sunulan Vitapan Classical (Vita Zahnfabrik, Bad Säckingen, Almanya) ile olmuştur. Vitapan Classical farklı renk tonlarına sahip 4 grup (A, B, C, D) ve her grubun içinde farklı renk yoğunluklarına sahip toplam 16 renkten oluşmaktadır.⁸ Bu skala günümüzde yaygın olarak kullanılıyor olsa da, renklerin gruplandırılmasının sistematik olmaması^{9,10} ve mevcut renklerin doğal dişlerle uyumunun yetersiz olması¹ yeni skala sistemlerinin geliştirilmesi ihtiyacını doğurmuştur.¹¹

Renk skalalarının gelişimindeki önemli bir basamak 1998 yılında Toothguide 3D-Master (Vita Zahnfabrik) skalasının tanıtılması ile gerçekleşmiştir.⁸ Bu skala renk değerlerine göre 5 gruba

ayrılan 26 renkten oluşmaktadır. Grup içinde renkler renk yoğunluklarına göre vertikal yönde, renk tonlarına göre de horizontal yönde sıralanmışlardır. Skaladaki renkler şu şekilde kodlanmaktadır; harflerin önündeki rakamlar grup numarasını ve renk değerini göstermektedir (1, 2, 3, 4, 5). Daha düşük rakam daha açık rengi belirtmektedir. Renk tonu kodlaması için, 'M', 'R' ve 'L' harfleri kullanılmaktadır. 'L' harfi daha sarı renk tonu için, 'R' harfi daha kırmızı renk tonu için, 'M' harfi ise sarı veya kırmızı tonlarının ortası için kullanılmaktadır. Kodlamada harften sonra gelen rakam ise renk yoğunluğunu belirtmektedir (1, 1.5, 2, 2.5, 3). Renk yoğunluğu yükseldikçe sayısal değer de artmaktadır.²

Vitapan Classical renk skalası ile Toothguide 3D-Master renk skalası karşılaştırıldığında, 3D-Master skalasının doğal diş rengi ile daha çok uyum göstermesi, daha geniş bir renk aralığına ve daha düzgün renk dağılımına sahip olması gibi avantajları vardır.¹²⁻¹⁵ Buna karşın, daha az tecrübeye ve renk bilgisine sahip klinisyenler için renk değeri, renk tonu ve renk yoğunluğu konseptini anlamak ve uygulamak zordur.⁸ Renk ve ışık üzerine eğitim ve deneyimin renk seçiminde önemli bir faktör olabileceği belirtilmiştir.¹⁶

İki renk arasındaki farkı ifade etmek amacıyla ΔE değeri sıklıkla kullanılmaktadır. Ancak gözün algılayabildiği ve klinik olarak kabul edilebilir eşik değer hakkında farklı görüşler bulunmaktadır.¹⁷⁻²⁰ İdeal aydınlatma koşulları altında gözlemcilerin %50'si $\Delta E'$ nin 1'den büyük olduğu renk farklılıklarını algılayabilmektedir.²¹ Johnston ve Kao¹⁸ normal klinik koşullarda küçük renk farklılıklarının belirlenemeyeceğini, 3.7 ΔE değeri altındaki değişikliklerin klinik olarak kabul edilebileceğini öne sürmüşlerdir. Ruyter ve ark.¹⁷ bu değeri 3.3 olarak kabul ederken; Ragain ve Johnston²⁰ 2.8 olarak belirlemiştir. O'Brien¹⁹ ise, ΔE değerlerini klinik olarak

kabul edilebilirliğe göre sınıflamış ve klinik olarak yorumlanmasını sağlamıştır.

Bu çalışmanın amacı, farklı tecrübeye sahip hekim ve dental teknisyenlerin Toothguide 3D-Master skalası ile renk seçimindeki başarılarını değerlendirmektir.

GEREÇ VE YÖNTEM

Çalışmada, 12 gözlemcinin Toothguide 3D Master skalasını kullanarak başka bir 3D-Master skalasından seçilen renkleri eşleştirmedeki başarıları, seçilen ve eşleştirilen renkler arasındaki ΔE değerleri hesaplanarak değerlendirildi.

Renk eşleştirmesi için 2 adet VITA Toothguide 3D Master skalası kullanıldı. Skalaların biri ana skala olarak belirlendi ve rastgele 10 renk seçildi. Seçilen renkler, 10 adet fantom modelin (Frasaco AG-3, Tettang, Almanya) üst sağ santral dişleri çıkarılarak, adapte edildi. Fantom modeller numaralandırılarak, hangi modele hangi diş renginin yerleştirildiği kaydedildi. Ağız ortamını taklit edebilmek amacıyla, fantom modeller simülasyon laboratuvarındaki fantom kafalara (Frasaco P-6/3) monte edildi.

Çalışmaya gözlemci olarak 2 prostodontist ve 1 restoratif diş hekimi (PhD), 4 doktora öğrencisi (PG) ve 5 dental teknisyen (TK) gönüllü olarak katıldı. Tüm gözlemcilere Ishihara testi uygulandı ve renk körlüğü olmadığı tespit edildi. Ölçümler öncesi tüm gözlemcilere renk, ışık ve Toothguide 3D-Master skala ile renk seçimi hakkında bilgi verildi. Gözlemcilere renk seçimi için herhangi bir süre sınırı konulmadı. Ancak aynı renge 5-7 saniye süreyle bakılmasının gözü yoracağı ve araştırmacılar tarafından sağlanan nötral renkteki (mavi)²² kağıda bakarak gözlerini dinlendirmeleri gerektiği hatırlatıldı. Gözlemcilerin her model için eşleştirme yaptığı renk kaydedildi.

Ana skaladan seçilmiş olan renklerle, gözlemcilerin eşleştirme yaptıkları renkler arasındaki farkı belirlemek için, spektrofotometre (VITA Easyshade Compact (VEC)) ile modellerde bulunan renklerin ve 2. skaladan eşleştirme

yapılmış tüm renklerin L^* , a^* ve b^* değerleri tek kişi tarafından tespit edildi. Ağız içi bir spektrofotometre olan VITA Easyshade Compact (Vita Zahnfabrik, Bad Säckingen, Almanya) renk ölçüm sonuçlarını Vitapan Classical ve Toothguide 3D-Master skalalarına ve CIE $L^*a^*b^*$ renk sistemine göre vermektedir. Diş yüzeyini aydınlatmak için LED ışık kaynağı kullanan cihaz, dışten algılanan ışığı D65 aydınlatma esasına göre tristimulus parametrelerine çevirmektedir.¹⁶ Ölçüm ucu 5 mm çapındadır ve diş yüzeyi, restorasyon veya renk skalasından ölçüm yapabilmek için 3 farklı ölçüm seçeneği bulunmaktadır.^{16,23,24} Kablosuz ve küçük olması klinik kullanımını kolaylaştırmaktadır.²⁴

Üretici firmanın talimatlarına uygun olarak, her modelden ölçüm yapılmadan önce cihazın ölçüm ucuna enfeksiyon koruma bariyeri (VITA Easyshade Infection Control Shield, Vita Zahnfabrik) yerleştirildi ve cihaz, üzerinde bulunan bir seramik blok üzerinde kalibre edildi. Cihazın “skala” ölçüm seçeneğinde L^* , a^* ve b^* değerleri elde edilemediğinden, “tek ölçüm” seçeneği seçildi ve ölçüm ucu skaladaki dişin orta üçlüsüne 90^0 açı ile yerleştirildi. Tüm renklerden 3’ er kez ölçüm yapıldı ve ortalamaları alındı. Görsel ve spektrofotometrik tüm ölçümler gün ışığı lamba (Master TL-D 90 De Luxe 18W/965 1SL, Philips, Hollanda) altında, penceresiz bir odada yapıldı.

ΔE değerlerinin hesaplanmasında aşağıdaki formül kullanıldı. ΔL^* , Δa^* ve Δb^* ana skaladaki renkler ile 2. skaladan eşleştirilen renklerin L^* , a^* ve b^* parametreleri arasındaki farktır.²

$$\Delta E^* = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2}$$

ΔE değerleri Tablo 1 ‘de bulunan klinik renk eşleştirme toleransına göre değerlendirilmiştir.¹⁹ Bu tablo renk farklılıklarının detaylı bir şekilde yorumlanmasını sağlamaktadır. Klinik olarak kabul edilebilir ΔE eşik değeri bu tablo esas alınarak 3.5 olarak kabul edildi.

Tablo 1. Klinik renk eşleşme eşik değerleri.

| Renk farkı (ΔE) | Klinik renk eşleşmesi |
|------------------------------|--------------------------------|
| 0-0.5 | Kusursuz |
| 0.5-1 | Mükemmel |
| 1-2 | İyi |
| 2-3.5 | Klinik olarak kabul edilebilir |
| >3.5 | Uyumsuz eşleşme |

Ana skaladaki renkler ile eşleştirilme yapılan renklerin uyumları yüzde olarak hesaplandı. ΔE değerleri klinik tolerans eşik değerlerine göre gruplandırılarak PhD, PG, TK grupları arasında ve hekim (PhD + TK) ile TK grupları arasındaki ilişki Ki-Kare testi ile değerlendirildi. $P < 0.05$ değeri istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi. İstatistiksel analizler SPSS 11.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, Amerika) programı ile yapıldı.

BULGULAR

Ana skaladaki renkler ile gözlemciler tarafından eşleştirilen renkler Tablo 2’ de görülmektedir. Bütün eşleştirmeler göz önüne alındığında, doğru eşleştirme yapılma oranı tüm gözlemciler için %27,5’ tir. Bu oran gruplar bazında incelendiğinde, PhD grubu için %20, PG grubu için %25, TK grubu için %34’ tür.

Ana skaladaki renkler ile eşleştirme yapılan tüm renkler arasındaki ΔE değerleri Tablo 3’ de görülmektedir. O’Brien’in¹⁹ klinik tolerans eşik değerlerine (Tablo 1) göre sınıflandırıldıklarında, ΔE değerinin klinik olarak kabul edilebilir sınırlar içinde olduğu eşleşmelerin oranı %44,17 bulunmuştur (Şekil 1). ΔE değerlerine göre “mükemmel” eşleşme yapılamazken, “iyi” eşleşme oranı %0,83 olarak bulgulanmıştır. Gözlemci gruplarının ΔE değerleri

arasındaki ilişki istatistiksel olarak incelendiğinde, hiçbir klinik tolerans aralığında gruplar arasında anlamlı fark bulunamamıştır ($P > 0.05$, Tablo 4).

Ana skaladaki renklerin klinik olarak kabul edilebilir seviyenin altında ve üstünde olduğu eşleştirilme yüzde oranları Şekil 2’ de görülmektedir. 5M2 rengi tüm gözlemciler tarafından “kusursuz” olarak eşleştirilirken, 3M2 rengi için yapılan tüm eşleşmeler hatalı bulunmuştur ($\Delta E > 3.5$).

TARTIŞMA

Çalışmada protetik veya restoratif diş hekimliği alanında doktora eğitimini tamamlamış ve doktora eğitimine devam eden hekimler ile ortalama 10 yıllık tecrübeye sahip dental teknisyenlere yer verilmiştir. Farklı eğitim seviyelerine sahip bu grupları kıyaslamak açısından uzun yıllardır ve yaygın olarak kullanılan Vitapan Classical skalası yerine daha yeni ve gözlemcilerin daha az deneyime sahip oldukları Toothguide 3D-Master skalası kullanılmıştır. Farklı eğitim ve deneyime sahip gözlemci grupları arasında renk seçimi başarısı açısından istatistiksel bir fark bulunamamıştır (Tablo 4). Gözlemcilerin yaptıkları ölçümlerden sonra belirledikleri renklerle ana renkler arasında hesaplanan ΔE değerlerinin sadece %44,17’ si klinik olarak kabul edilebilir sınırın üzerindedir.

Başka bir çalışmada ise, Della Bona ve ark.¹⁶ diş hekimleri, diş hekimliği öğrencileri ve diş hekimi olmayan gözlemcilerden oluşan 3 farklı gözlemci grubuna, Vitapan Classical ve 3D-Master skalası ile renk eşleştirmesi yaptırıldıklarında, renk ve renk seçimi ile ilgili bilgisi olmayan grubun Vitapan Classical skalası ile daha doğru eşleştirme yaptıkları, diş hekimlerinin ise 3D-Master skalası ile daha başarılı olduklarını bulgulamışlardır. Oh ve ark.²⁵ da 3D-Master skalası ile gözlemciler arasındaki renk seçimi uyumunun arttığını belirtmişlerdir. Bununla birlikte, Hammad²⁶ Vitapan Classical ve 3D-Master

Tablo 2. Ana skaladaki renkler ve gözlemcilerin yaptıkları renk eşleşmeleri.

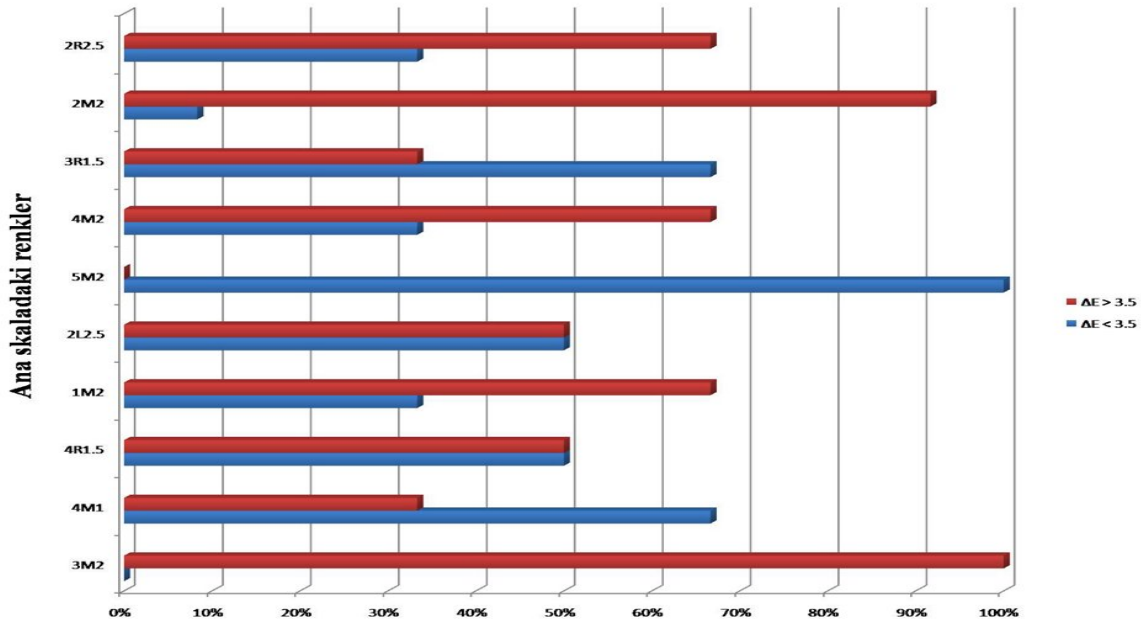
| Model No | Ana Skala | PhD1 | PhD2 | PhD3 | PG1 | PG2 | PG3 | PG4 | TK1 | TK2 | TK3 | TK4 | TK5 |
|----------|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1 | 3M2 | 4R1.5 | 4M1 | 4M1 | 2M2 | 2M2 | 4L1.5 | 4M2 | 3M1 | 3L1.5 | 3L1.5 | 3L1.5 | 3M1 |
| 2 | 4M1 | 4M1 | 5M1 | 5M1 | 5M1 | 5M1 | 4M1 | 4M1 | 4M1 | 4M1 | 4M1 | 4L1.5 | 4M1 |
| 3 | 4R1.5 | 5M1 | 3R1.5 | 5M1 | 4M1 | 4R1.5 | 5M1 | 4R1.5 | 4R1.5 | 5M1 | 4M1 | 4M1 | 5M1 |
| 4 | 1M2 | 1M2 | 2M1 | 3M1 | 2M1 | 2M1 | 2M1 | 2R1.5 | 2M1 | 1M2 | 1M2 | 1M2 | 2M1 |
| 5 | 2L2.5 | 3L2.5 | 3L1.5 | 2L2.5 | 3L1.5 | 2L2.5 | 3L2.5 | 2L2.5 | 2L2.5 | 2L2.5 | 2L2.5 | 3L1.5 | 2L1.5 |
| 6 | 5M2 | 5M2 | 5M2 | 5M2 | 5M2 | 5M2 | 5M2 | 5M2 | 5M2 | 5M2 | 5M2 | 5M2 | 5M2 |
| 7 | 4M2 | 4R1.5 | 4L1.5 | 4R1.5 | 5M1 | 4M1 | 4R1.5 | 5M1 | 4L1.5 | 4R1.5 | 4L1.5 | 4L1.5 | 5M1 |
| 8 | 3R1.5 | 4M1 | 4M1 | 3M1 | 4M1 | 3M1 | 3M1 | 4M1 | 3M1 | 3R1.5 | 3M1 | 3M1 | 3M1 |
| 9 | 2M2 | 3R1.5 | 3M1 | 3L1.5 | 3L1.5 | 2R1.5 | 3L1.5 | 3M2 | 2M1 | 3L1.5 | 3R1.5 | 3L1.5 | 3R1.5 |
| 10 | 2R2.5 | 3M2 | 2M2 | 3M2 | 2M2 | 2L1.5 | 3M2 | 3L1.5 | 2R1.5 | 2R1.5 | 2M2 | 2L2.5 | 2R1.5 |

Tablo 3. Ana skala ve eşleştirilen renkler arasındaki CIE L*a*b* renk farkı (ΔE).

| Gözlemci | ΔE (Ana skala – 2. skala) | | | | | | | | | |
|----------|-----------------------------------|------|------|-------|------|------|------|------|------|------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| PhD1 | 5,13 | 0,10 | 5,93 | 0,28 | 4,37 | 0,10 | 2,20 | 4,32 | 5,17 | 4,79 |
| PhD2 | 5,50 | 6,27 | 6,30 | 7,85 | 7,58 | 0,10 | 3,71 | 4,32 | 6,40 | 3,13 |
| PhD3 | 5,50 | 6,27 | 5,93 | 11,80 | 0,37 | 0,10 | 2,20 | 2,86 | 6,31 | 4,79 |
| PG1 | 5,86 | 6,27 | 3,19 | 7,85 | 7,58 | 0,10 | 7,34 | 4,32 | 6,31 | 3,13 |
| PG2 | 5,86 | 6,27 | 0,40 | 7,85 | 0,37 | 0,10 | 5,12 | 2,86 | 2,86 | 5,75 |
| PG3 | 5,32 | 0,10 | 5,93 | 7,85 | 4,37 | 0,10 | 2,20 | 2,86 | 6,31 | 4,79 |
| PG4 | 4,83 | 0,10 | 0,40 | 12,59 | 0,37 | 0,10 | 7,34 | 4,32 | 5,86 | 6,93 |
| TK1 | 7,01 | 0,10 | 0,40 | 7,85 | 0,37 | 0,10 | 3,71 | 2,86 | 5,62 | 5,89 |
| TK2 | 3,59 | 0,10 | 5,93 | 0,28 | 0,37 | 0,10 | 2,20 | 0,46 | 6,31 | 5,89 |
| TK3 | 3,59 | 0,10 | 3,19 | 0,28 | 0,37 | 0,10 | 3,71 | 2,86 | 5,17 | 3,13 |
| TK4 | 3,59 | 2,12 | 3,19 | 0,28 | 7,58 | 0,10 | 3,71 | 2,86 | 6,31 | 1,81 |
| TK5 | 7,01 | 0,10 | 5,93 | 7,85 | 7,19 | 0,10 | 7,34 | 2,86 | 5,17 | 5,89 |

Tablo 4. Gözlemci gruplarının ΔE değerleri arasındaki ilişkinin istatistiksel olarak değerlendirilmesi ($p < 0.05$).

| Gözlemci grubu | P değerleri | | | |
|----------------|----------------------|------------------|----------------------|------------------|
| | $\Delta E = 0 - 0.5$ | $\Delta E = 1-2$ | $\Delta E = 2 - 3.5$ | $\Delta E > 3.5$ |
| PhD - PG | 0,622 | - | 0,983 | 0,568 |
| PhD - TK | 0,180 | 0,436 | 0,584 | 0,954 |
| PG - TK | 0,355 | 0,368 | 0,704 | 0,501 |
| PhD + PG - TK | 0,178 | 0,235 | 0,583 | 0,067 |

**Şekil 1.** ΔE değerlerinin yüzdesel dağılımı.

skalasının diş hekimleri ve prostodontistlerin renk seçimine etkisini değerlendirdiği çalışma bulgularına göre diş hekimlerinin renk seçimlerinin tutarlılığı 3D-Master skalası kullanımı ile artmıştır. Sonraki çalışmalarda farklı yaş ve deneyime sahip daha geniş bir gözlemci popülasyonunda Vitapan Classical ve 3D-Master renk skalalarının doğru renk seçimindeki başarısı ve gözlemciler arası renk eşleştirme uyumu üzerine etkisi incelenebilir.

Çevre ve aydınlatma koşullarının renk seçimi üzerinde önemli bir etkisi

bulunmaktadır.^{27,28} Öğle saatlerindeki gün ışığı renk seçimi için ideal olarak nitelendirilse de,²⁹ gün ışığının değişkenliği nedeniyle yapay ışıklandırma ile daha doğru renk seçimi yapıldığı bulgulanmıştır.^{12,30} Bu nedenle çalışmada 6500 K renk ısısına sahip gün ışığı lamba kullanılmış, ölçümler penceresiz bir odada gerçekleştirilmiştir. Çevre koşullarını standardize edebilmek ve ağız ortamını taklit etmek amacıyla renk seçimi fantom kafalara monte edilen fantom modeller üzerinde yapılmıştır. Gözlemciler renk seçimi için zaman sınırı konulmamış^{22,31}

ve böylece renk seçiminin klinikte yapıldığı gibi olması sağlanmıştır.

Üretimleri sırasında seramiğin tabakalanması gibi bazı parametrelerin kontrolünün güç olması nedeniyle, mevcut renk skalaları birbirleriyle tam olarak uyuşmamaktadır.^{5,32} Okubo ve ark.³¹ aynı marka iki renk skalasının farklı renk kodlarına sahip renkleri (B3 ve B4) arasındaki ΔE değerinin, aynı renk kodlarına sahip renkler (B3 ve B3) arasındaki ΔE değerinden daha düşük olduğunu (sırasıyla $\Delta E= 1,38$ ve $\Delta E= 3,03$) bulgulamışlardır. Bu durumda, bu iki renk arasında yanlış eşleştirme yapılması olağan görünmektedir. Bu çalışmada, tüm gözlemcilerin klinik olarak kabul edilebilir seviyenin üzerinde renk eşleştirmesi yaptığı tek renk olan 3M2'yi, 3 gözlemci 3L1.5 ile eşleştirmiştir. Ana skaladaki 3M2 rengi ile ikinci renk skalasındaki 3M2 rengi arasındaki ΔE değeri, ana skaladaki 3M2 ile ikinci skaladaki 3L1.5 arasındaki ΔE değerinden daha yüksek olabilir. Bu nedenle gözlemciler bu iki rengi birbirine daha yakın bulmuş olabilirler.

5M2 rengi tüm gözlemciler tarafından "kusursuz" olarak eşleştirilmiştir. Ancak 3M2 için yapılan tüm eşleşmeler klinik olarak kabul edilebilir seviyenin üstündedir. Bunun nedeni, daha düşük renk değerinin tespit edilmesinin daha kolay olması olabilir. Diğer renkler için yapılan eşleştirmeler incelendiğinde 4M1 gibi düşük renk değerine sahip bir rengin renk değerinin gözlemcilerin %66,67' si tarafından doğru eşleştirildiği görülmektedir. Bu oran 1M2 için ise %33,33 olarak tespit edilmiştir. Bununla birlikte, Yılmaz ve Karağaçoğlu³³ ise Vitapan Classical skalasını kullandıkları çalışmalarında, A1 ve B1 gibi yüksek renk değerine sahip renklerin C3 ve A3.5 gibi renklere kıyasla daha doğru eşleştirildiğini bulgulamışlardır. Ana skaladaki renkler ile eşleştirilen renkler arasındaki ΔE değerleri incelendiğinde, renk tonunun hatalı eşleştirilmesinin klinik olarak kabul edilebilir düzeyde olduğu; renk değeri ve renk yoğunluğunun yanlış belirlenmesinin

ise klinik olarak kabul edilemeyen bir renk farkı oluşturduğu görülmektedir. Örneğin 2. modeldeki 4M1 rengi 5M1 ile eşleştirildiğinde, iki renk arasındaki ΔE değeri 6,27; 9. modeldeki 2M2 rengi 2M1 rengi ile eşleştirildiğinde ΔE değeri 5,62 bulunmaktadır (Tablo 3). Ancak 10. modeldeki 2R2.5 rengi 2L2.5 olarak eşleştirildiğinde $\Delta E'$ nin 1,81 olduğu görülmektedir. Bu nedenle 3D-Master skalası ile renk seçimi yapılırken renk değerinin ve yoğunluğunun belirlenmesinde özellikle dikkat edilmelidir.

Gözlemciler arasındaki renk algılama farklılıklarından kaynaklanan problemler, renk ölçüm cihazlarının kullanılması ile çözülebilmektedir. Renk ölçüm cihazları içerisinde en doğru ve kullanışlı cihazlar olan spektrofotometreler,³⁴ optik radyasyon kaynağı, ışık dağıtıcı, ölçüm için optik bir sistem, detektör ve algılanan ışığı analiz edilebilecek bir sinyale çeviren mekanizmadan oluşmaktadırlar.²⁴ Klinik açıdan kullanılabilir olabilmeleri için, spektrofotometrelerden elde edilen veriler genellikle renk skalalarındaki en yakın renge dönüştürülmektedirler.³⁵ Ancak renk ölçüm cihazlarının da bazı sınırlamaları olduğu bildirilmiştir.¹⁶ Renk ölçüm yöntemlerini karşılaştıran Okubo ve ark.,³¹ görsel ölçüm yöntemi ile %48 oranında doğru renk eşleştirmesi yapılırken, ölçüm cihazı ile doğruluk oranının %50 olduğunu ve iki yöntem arasında istatistiksel olarak fark bulunmadığını bildirmişlerdir. Yılmaz ve Karağaçoğlu³³ da görsel yöntem ile renk ölçüm cihazını kıyaslamışlar ve görsel yöntem ile daha doğru bir renk tespiti yapıldığını bulgulamışlardır.

Bu çalışmanın sınırlamaları, Toothguide 3D-Master skalasının sadece in vitro koşullarda değerlendirilmesi ve gözlemci sayısının sınırlı olmasıdır. Ayrıca her ne kadar günün aynı saatlerinde renk ölçümü yapılmasıyla standardizasyon sağlanmaya çalışılsa da yorgunluk gibi bireysel faktörler sonuçları etkilemiş olabilir. Gelecek çalışmalarda daha geniş bir gözlemci popülasyonuna in vivo ve in vitro koşullarda renk seçimi yaptırılarak,

cinsiyet ve yaş gibi faktörlerin de doğru renk tespiti üzerine etkisi incelenebilir.

SONUÇ

Çalışmanın sınırları dahilinde, Toothguide 3D-Master skalası ile doğru renk seçimi oranı düşük olmakla birlikte, hekim ve teknisyenler arasında başarı açısından istatistiksel bir fark bulunamamıştır. Tüm gözlemci grupları için başarının düşük olması, doğru renk seçimi için 3D-Master skalası hakkında yeterli bilgi ve deneyime sahip olunması gerektiğini göstermektedir.

TEŞEKKÜR

Çalışmanın istatistiğini yapan Yrd.Doç.Dr. H. Güney Yılmaz' a, katkıda bulunan Yrd.Doç.Dr. Atakan Kalender, Dişhek. Esra Cengiz, Dişhek. Simge Taşar, Dişhek. Serhat Ramoğlu ve Yakın Doğu Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Klinik Laboratuvarı Teknisyenleri' ne teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

1. Sproull RC. Color matching in dentistry. Part II: practical applications for the organization of color. 1973. *J Prosthet Dent* 2001;86:458-464.
2. Paravina RD, Powers JM. Esthetic color training in dentistry. St. Louis: Elsevier Mosby, 2004:26,139,142.
3. Wyszecki G, Stiles WS. Color science concepts and methods, quantitative data and formulae. 2nd ed. New York: Wiley, 1982:83-116.
4. Berns RF. Billmeyer and Saltzman's principles of color technology. 3rd ed. New York: Wiley, 2000:75-104.
5. Paul S, Peter A, Pietrobon N, Hämmerle CH. Visual and spectrophotometric shade analysis of human teeth. *J Dent Res* 2002;81:578-582.
6. Goodkind RJ, Schwabacher WB. Use of a fiberoptic colorimeter for an in vivo color measurement of 2830 anterior teeth. *J Prosthet Dent* 1987;58:535-542.
7. Schwabacher WB, Goodkind RJ. Three-dimensional color coordinates of natural teeth compared with three shade guides. *J Prosthet Dent* 1990;64:425-431.
8. Paravina RD. Performance assessment of dental shade guides. *J Dent* 2009;37 Suppl 1:15-20.
9. Paravina RD, Powers JM, Fay RM. Dental color standards: shade tab arrangement. *J Esthet Restor Dent* 2001;13:254-263.
10. Hassel AJ, Koke U, Schmitter M, Beck J, Rammelsberg P. Clinical effect of different shade guide systems on the tooth shades of ceramic-veneered restorations. *Int J Prosthodont* 2005;18:422-426.
11. Goodkind RJ, Loupe MJ. Teaching of color in predoctoral and postdoctoral dental education in 1988. *J Prosthet Dent* 1992;67:713-717.
12. Paravina RD, Powers JM, Fay RM. Color comparison of two shade guides. *Int J Prosthodont* 2002;15:73-78.
13. Paravina RD, Majkic G, Imai FH, Powers JM. Optimization of tooth color and shade guide design. *J Prosthodont* 2007;16:269-276.
14. Analoui M, Papkosta E, Cochran M, Matis B. Designing visually optimal shade guides. *J Prosthet Dent* 2004;92:371-376.
15. Li Q, Yu H, Wang YN. In vivo spectroradiometric evaluation of color matching errors among five shade guides. *J Oral Rehabil* 2008;36:65-70.
16. 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;25:276-281.
17. Ruyter IE, Nilner K, Moller B. Color stability of dental composite resin materials for crown and bridge veneers. *Dent Mater* 1987;3:246-251.
18. Johnston WM, Kao EC. Assessment of appearance match by visual observation and clinical colorimetry. *J Dent Res* 1989;68:819-822.

19. O'Brien WJ. Dental materials and their selection. 4th ed. Chicago: Quintessence, 2002:25-38.
20. Ragain JC Jr, Johnston WM. Minimum color differences for discriminating mismatch between composite and tooth color. *J Esthet Restor Dent* 2001;131:41-48.
21. Kuehni RG, Marcus RT. An experiment in visual scaling of small color differences. *Col Res Appl* 1979;4:83-91.
22. Judeh A, Al-Wahadni A. A comparison between conventional visual and spectrophotometric methods for shade selection. *Quintessence Int* 2009;40:69-79.
23. Brewer JD, Wee A, Seghi R. Advances in color matching. *Dent Clin North Am* 2004;48:341-358.
24. Chu SJ, Trushkowsky RD, Paravina RD. Dental color matching instruments and systems. Review of clinical and research aspects. *J Dent* 2010;38 Suppl 2:2-16.
25. Oh WS, Koh IW, O'Brien WJ. Estimation of visual shade matching errors with 2 shade guides. *Quintessence Int* 2009;40:833-836.
26. Hammad IA. Intrarater repeatability of shade selections with two shade guides. *J Prosthet Dent* 2003;89:50-53.
27. Barret AA, Grimaudo NJ, Anusavice KJ, Yang MC. Influence of tab and disk design on shade matching of dental porcelain. *J Prosthet Dent* 2002;88:591-597.
28. Bolt RA, Bosch JJ, Coops JC. Influence of window size in small-window color measurement, particularly of teeth. *Phys Med Biol* 1994;39:1133-1142.
29. Dagg H, O'Connell B, Claffey N, Byrne D, Gorman C. The influence of some different factors on the accuracy of shade selection. *J Oral Rehabil* 2004;31:900-904.
30. Curd FM, Jasinevicius TR, Graves A, Cox V, Sadan A. Comparison of the shade matching ability of dental students using two light sources. *J Prosthet Dent* 2006;96:391-396.
31. Okubo SR, Kanawati A, Richards MW, Childress S. Evaluation of visual and instrument shade matching. *J Prosthet Dent* 1998;80:642-648.
32. Yap AU. Color attributes and accuracy of Vita-based manufacturers' shade guides. *Oper Dent* 1998;23:266-271.
33. Yilmaz B, Karaagaclioğlu L. In vitro evaluation of color replication of metal ceramic specimens using visual and instrumental color determinations. *J Prosthet Dent* 2010;105:21-27.
34. Paul SJ, Peter A, Rodoni L, Pietrobon N. Conventional visual vs spectrophotometric shade taking for porcelain-fused-to-metal crowns: a clinical comparison. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2004;24:222-231.
35. Lagouvardos PE, Fougia AG, Diamantopoulou SA, Polyzois GL. Repeatability and interdevice reliability of two portable color selection devices in matching and measuring tooth color. *J Prosthet Dent* 2009;101:40-45.