



METHODS AND DEVICES USED IN COLOR DETERMINATION

Renk Belirlenmesinde Kullanılan Yöntem ve Cihazlar

Ruhsan MÜDÜROĞLU¹, Tuğba ÇONGARA KIVRAK², Adil NALÇACI²

Makale Kodu/Article Code : 309148

Makale Gönderilme Tarihi : 26.04.2017

Kabul Tarihi : 06.06.2017

ABSTRACT

Nowadays with the advanced technological developments, patients come to dentist to get healthy and esthetic smile. Most noticeable factor in a beautiful smile is shade. Accurate shade selection is seen to be important criteria for esthetic assessments. Describing and transferring the color, perceiving available systems and making accurate measurements are under the responsibility of dentists. A lot of factors must be considered when selecting shade. In the last years, it's observed that there is an increase of scientific researches about color and new advances about measurements and their assessments. Re-evaluation of new advances with the current knowledge is important for dentist. The aim of this review is to give information, regarding methods used in selecting shade and factors which affect these methods.

Key words: Color, color selection systems, esthetic

ÖZ

Günümüzde ilerleyen teknolojik gelişmelerle birlikte hastalar sağlıklı ve estetik bir gülüş için diş hekimine gelmektedir. Güzel bir gülüşte dikkat çeken en önemli faktör ise renktir. Estetik değerlendirmelerde doğru renk seçimi de başarının önemli bir kriteri olarak karşımıza çıkar. Renk kavramını tanımlamada ve aktarmada mevcut sistemleri bilmek ve doğru ölçümler yapmak diş hekiminin sorumluluğu altındadır. Renk seçiminde dikkat edilmesi gereken birçok faktör vardır. Son yıllarda renk konusunda bilimsel çalışmalarda bir artış yaşanırken ölçüm ve değerlendirmelerde de yeni gelişmeler olduğu gözlemlenmektedir. Yeni gelişmeleri mevcut bilgiler rehberliğinde yeniden değerlendirmek diş hekimleri için önem taşımaktadır. Bu derlemenin amacı renk seçiminde kullanılan yöntemler ve bu yöntemleri etkileyen faktörler hakkında bilgi vermektir.

Anahtar Kelimeler: Renk, renk sistemleri, estetik

¹ Uzm. Dt. Restoratif Diş Tedavisi, Serbest Çalışan, Ankara.

² Dt. Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği, Diş Hastalıkları ve Tedavisi Anabilim Dalı.

GİRİŞ

Estetik bir restorasyonun amacı; morfolojik, optik ve biyolojik uyumun sağlanmasıdır. Estetik diş hekimliği, esas olarak diş hekimi ve teknisyenin sanatsal kabiliyetine bağlı olmasına rağmen konuyla ilgili bilimsel prensiplerin bilinmesi de son derece önemlidir. Günümüz diş hekimliğinde kaybolan dokuların rehabilitasyonu için yapılan restorasyonlar, doğal dişlerin rengi ve formuyla uyum içinde olmalıdır. Estetik bir restorasyonun yapımında, renk seçimi kritik bir basamaktır. Rengin en mükemmel şekilde seçilmesi hastanın estetik beklentileri açısından çok önemlidir.¹

Bu derlemenin amacı renk seçimi için dikkat edilmesi gereken noktaların güncel literatür desteği altında vurgulanması ve geliştirilen cihazların incelenmesidir.

Diş renginin belirlenmesi için kullanılan yöntemin basit, çabuk ve tekrarlanabilir olması gerekir. Doğal diş ve renk skalalarındaki renklerin analiz edilmesi için çoğunlukla iki yöntem kullanılır:

- Konvansiyonel Yöntem: Diş renginin gözle belirlenmesi
- Dijital Renk Ölçümü²

Diş Renginin Gözle Belirlenmesi (Konvansiyonel Yöntem) (Görsel Ölçüm)

Diş hekimliğinde renk belirlenmesinde en sık kullanılan yöntem, diş renginin, sabit diş rengi skalaları ile karşılaştırılması yöntemidir.³ Bu yöntemde diş ve skala aynı ışık kaynağı altında subjektif olarak karşılaştırılır. Işık kaynağı, tecrübe, yaş, insan gözünün yanılabilirliği ve fizyolojik etkenler (renk körlüğü gibi) genel değişkenler tutarsızlığa neden olabilir.²

Renk seçimi yaparken ışık kaynağı, cisim ve gözlemci etkileşimi önemlidir. Bunlardan en önemli faktör ışık kaynağıdır. Bir eşyanın algılanan rengi, eşyanın maruz kaldığı ışığın türü, diğer renkli objelerle olan ilişkisi ve gözlemcinin değerlendirme yeteneğinden

etkilenir. Metamerizm bir cismin renginin ışık kaynağına bağlı olarak farklı görünmesi olgusudur. Dolayısıyla bir diş farklı ortamlarda farklı renklerde görülebilir.^{4,5}

Bir cisim ısıtıldığı zaman renk değişimine uğrar. Renkler arası geçişlerde sıcaklık değişimleri olur ve buna bağlı olarak her renge ait karakteristik bir renk sıcaklığı bulunabilir. Renk sıcaklığı Kelvin (K) olarak ifade edilir. Gün ışığının renk sıcaklığı 5500 K'dir. Bu renk sıcaklığı kırmızı, mavi ve yeşili eşit oranda içerir ve beyaz rengi oluşturur. Güneş ışığı zamana, havanın durumuna veya kirliliğine bağlı olarak farklı dalga boylarında yayılır ve gün boyunca önemli derecede değişebilir.⁶

Diş skalalarındaki renkler doğal diş renklerinin hepsini kapsamamaktadır, dolayısıyla hastayı veya hekimi memnun edecek bir renk seçilmesi son derece zordur.⁷ Ayrıca bu yöntemin birçok başka dezavantajı vardır. Bunlar diş hekimi ile diş teknisyeni arasındaki iletişimde kullanılabilecek standardize çeşitliliğin limitli olması, renklerin karşılaştırılmasında diş hekimleri arasında ve diş hekiminin yapmış olduğu kendi seçimleri arasında farklılıkların olabilmesi ve elde edilen sonuçların CIE Lab renk skalasına dönüştürülebilmesi olarak sayılabilir.^{2,3,8}

Renk seçerken gün ışığını taklit eden floresan lambaların kullanılması alternatif yöntem olarak kabul edilmektedir. Ayrıca ortam ışığının yetersiz olduğu durumlarda yabancı ışık kaynaklarını kullanmak da daha güvenilir sonuçlar almak için önerilebilir. Bu amaçla bazı firmaların ürettiği pil ile çalışabilen ve taşınabilmesi kolay olan gün ışığını taklit eden aletler mevcuttur.⁴

Görsel Renk Tespitinin Avantajları: Renk tespit süresi çok kısadır ve maliyeti düşüktür.

Görsel Renk Tespitinin Dezavantajları: Renk skalalarındaki mevcut renkler yetersizdir. Diş hekimleri arasında ve aynı bireyde günün farklı saatlerinde seçilen renkte tutarsızlıklar olmakta, standardizasyon sağlanamamaktadır.

Elde edilen sonuçları CIE L*a*b* renk sisteminde göstermek olanaksızdır.^{3,9} Aynı üretici tarafından oluşturulmuş renk skalalarında birebir aynı olmayan sonuçlar bildirilmiştir.¹⁰ Renk seçiminde cinsiyetin de etkisi olduğu gözlenmiş ve erkek diş hekimlerinin %9.3ünün renk algılama defektine (renk körlüğü) sahip olduğu ortaya konmuştur.¹¹

Dijital Renk Ölçümü (Renk Ölçüm Cihazları ile Ölçüm)

Renk ölçüm cihazlarının kullanımı ile daha objektif, tekrarlanabilir ve hızlı ölçümler yapılabilmektedir. Böylece görsel yolla yapılan renk seçimine nazaran potansiyel bir avantaj sağlanmaktadır.² Renk ölçüm cihazları günümüzde kolorimetre, spektrodymetre, spektrofotometre ve dijital kameralar olmak üzere 4 kategoride incelenir.¹²

Bu cihazlar yüzeyde yaptıkları ölçüm alanına göre ikiye ayrılmaktadır: Spot ölçüm cihazları (SM-Spot measurement) ve tam yüzey ölçümü yapan cihazlar (CTM-Complete tooth measurement). Dişin renk haritası çıkarılmak istendiğinde SM cihazları ile birçok bölgeden ölçüm yapma zorunluluğu doğar. CTM cihazları tek bir görüntüde bütün renk haritasını vermeleri bakımından daha avantajlıdır.¹³ Günümüzde kullanılan renk ölçüm cihazları Tablo 1’de gösterilmiştir.

Tablo 1: Günümüzde kullanılan renk ölçüm cihazları

Sistem	Üretici Firma	Tipi
Minolta CR-321	Minolta C., Japan	Kolorimetre
Shade Eye NCC	Shofu Dental, California	Kolorimetre
Shade Eye Ex	Shofu Dental, Japan	Kolorimetre
EasyShade	Vident, California	Spektrofotometre
ShadeScan	Cynovad, Canada	Dijital renk analizörü/ Kolorimetre
ShadeVision	X-Rite, Inc., Michian	Dijital renk analizörü/ Kolorimetre
SpectroShade MHT	Niederhasli, Switzerland	Dijital renk analizörü/ Spektrofotometre
Clearwatch	Smart Technology, Oregon	Dijital kamera/ software

Kolorimetreler

Standart bir renk kalibrasyonuna dayanarak rengi tespit edilecek objedeki renk verilerini analiz eden cihazlardır. Bu cihazlar üç uyaranlı x, y, z değerlerini veya CIE L*a*b* değerlerini

verirler. CIE L*a*b* sistemini kullanan cihazların çalışma prensibi belirli açıda ışın gönderip, sabit bir açıyla geri dönen ışınların yansıma değerlerini ölçme esasına dayanmaktadır. Yüzey renklerinin ölçülmesi için kolorimetre içerisinde insan gözündeki kon tipi hücrelere benzer olarak üç farklı sensor bulunmaktadır. Dedektör içinde yer alan bu sensörler, CIE x y z sistemine yakın sonuç vermek için yerleştirilmiştir.^{12,14}

Kolorimetre tristimulus değerlerini ölçer; bu, insan gözünün renkleri algılama işlemini matematiksel olarak stimule edebilmek gayesiyle yapılan birtakım hesaplar sonucunda elde edilen X, Y, Z renk koordinat bilgisidir, ayrıca ışığı görünür spektrumda kırmızı, yeşil ve mavi alanlar olarak filtreler.¹⁵

Renk değerlendirilmesi için tasarlanmış ilk cihaz 1980’li yılların başlarında tanıtılmış olan ‘Chromascan’ (Sterngold, Stamford, CT, USA) dir. Ancak bu cihazın sınırlı hassasiyeti ve kullanım zorluğu nedeniyle çok başarılı olunamamıştır.⁸

ShadeEye NCC Chromametre (Shofu, Japan) ise, ikinci jenerasyon modern dental üç uyaranlı kolorimetrelere aittir. Kolorimetrelerdeki ışığın yansıma ve dağılma sorunlarına ilişkin problemleri elimine etmek amacı ile ShadeEye NCC sisteminde rengi ölçülecek olan materyalin cinsinin seçilebileceği seçenekler olmalıdır. Kalibrasyon öncesinde hangi materyalin rengi ölçülecekse cihaz ona göre ayarlandığında, matematiksel algoritmalar o cisme göre ölçüm yapmaktadır.¹²

ShadeVision (X-Rite, Grandville, MI) ise bir görüntüleme kolorimetresidir. 3 ayrı veritabanı kullanılarak tüm diş görüntüsü elde edilir, bunlar: gingival, orta ve insizal üçlüdür. Sanal deneme özelliği, yapım aşamasında rengin tekrarlanabilirliğini sanal olarak test etmeye olanak sağlar.¹²

ShadeRite Dental Vision System (ShadeRite Inc. Michigan, USA) Dijital

görüntüleme ve kolorimetreyi birleştiren diğer bir sistemdir.¹⁶

Kolorimetrelerin avantajları: Kolorimetre, spektrometre ve spektrofotometrelerden daha kolay kullanılır ve daha küçük aletlerdir. Diş hekimliğinde kullanılan kolorimetreler, *in vivo* ve *in vitro* çalışmalarda oldukça başarılı bulunmuştur. Fiyatları daha uygundur.^{8,16}

Kolorimetrelerin Dezavantajları: Bu cihazlar düz yüzeylerde ölçüm yapmak için tasarlanmıştır. Ancak dişler çoğunlukla düz yüzeye sahip değildirler. Dar açıklığa sahip olan cihazlarda 'edge-loss' diye tabir edilen renk ölçüm yapılan nesneden yansıyan ışığın cihaza tam olarak dönmemesi gibi problemler yaşanmaktadır.¹⁷ Kolorimetrede filtrelerin kısa sürede eskimesi, cihazın sürekli kullanılabilirliğini etkilemektedir. Trikromatik kolorimetrelerin uzun dönemde tekrarlanabilirlik özelliği daha düşüktür bu yüzden farklı dönemlerde yapılan ölçümler birbirini tutmayabilir. Metamerizmi değerlendirmek için kullanılmamaktadırlar. Transludent materyallerin renklerinin belirlenmesinde ise ışığın kırılarak dağılmasından dolayı sonuçlarda problem yaşanabilir.¹⁸ Kolorimetreler spektral yansımayı kaydetmemektedirler ve filtrelerin eskimesinden dolayı hassasiyeti etkilendiğinden, spektrofotometrelerden daha az güvenilirlerdir.¹⁵

Spektrometreler

Radyometrik ölçümlerde parlaklığı belirlemek üzere tasarlanmış cihazlardır. Bu birimler parlaklık spektrumunu lux gibi aydınlatma miktarını gösteren birimlerle açıklar. Renkleri, transparanlığı yansıtarak veya yayılan ışığı projektör yardımıyla beyaz ekrana ileterek ölçer.¹⁹

Spektrometreler, radyometrik değerlerin ölçümü için tasarlanmış ve renk üretimi uygulamalarında sık kullanılan cihazlardır. Spektrometrik yöntemlerde temel dayanak ise objelerin elektromagnetik

bölgelerde kendine özgü bir yansıma (reflectance/ radiance) değerinin bulunmasıdır. Bu yansıma değerleri objeye renk, doku, parlaklık ve görünüş gibi özellikleri veren kimyasal yapısından kaynaklanmaktadır. Radyometrik enerji, görünür ışık spektrumunun üzerinde 5, 10, 20 nm aralıklarda ölçülmektedir.²⁰

Spektrometrenin avantajları: Görsel yolla renk belirlenirken oluşturulan aynı gözlem koşullarında, materyale değmeden, hem kendisi hem de yüzeyi parlak olan cisimlerin renk ölçümlerinin yapılabilmesidir.²⁰ Spektrometreler ile 'edge loss' etkisi ortadan kaldırılmaya çalışılmıştır; çünkü bu sistemde ışık kaynağı, spektrometre ve obje arasında açıklık bulunmamaktadır.²¹ Dental araştırmalarda spektrometreler diş renginin veya seramik kor yapıların translusensliğinin belirlenmesinde kullanılmaktadır.^{9,22} Rengin (yüzey ve yarı aydınlık) tüm formlarını ölçer. Bu da monitörize edilen görüntünün, baskıyla yapılacak olan eşleştirilmesi için önemlidir.¹²

Spektrometrenin dezavantajları: Ölçüm pozisyonunda meydana gelebilecek ufak bir değişiklik sonuçlarda farklılık yaratabileceğinden, ölçümler büyük bir dikkat ile yapılmalıdır.

Spektrofotometreler

Spektrofotometrelerin en yaygın kullanım alanı, yüzey renklerinin ölçülmesidir. İçerisinde bir monokromatör, dedektör ve ışık kaynağı bulunur. Spektrofotometreler, birçok dalga boyunda ölçüm yapabilen sensörlerle donatılmışlardır. İnsan gözünün tespit edemeyeceği renkleri bu sensörler sayesinde algılayabilirler. Çalışma prensipleri; örnekten yansıyan ışığın, beyaz bir yüzeyden yansıyan ışığa oranının ölçülmesi işlemine dayanmaktadır. Cihazın içinde beyaz ışığı 10-20nm dalga boyları arasında bir spektruma ayıran prizma bulunmaktadır.²³ Görünür

spektrumda 1-25nm aralıklarında bir cisimden yansıyan ışık enerjisi miktarını ölçer.²⁴

Spektrofotometreler daha profesyonel alanlarda, bilimsel çalışmalarda, kalite kontrolünde ve rengin tarif edilmesinde kullanılmaktadırlar.²⁵ Diş hekimliğinde ise; restoratif rezinlerin, tam protez dişlerin, porselen restorasyonların, renk anahtarlarının, dental materyallerin renklerinin sayısal ifadelerini bulmak ve renkli iki cismin arasındaki renk farkını değerlendirmek amacıyla kullanılmaktadır.²⁶

Birçok spektrofotometre nokta ölçümü yapmaktadır. Ancak son dönemde tüm diş yüzeyinden tek bir ölçüm yapan laminar tip spektrofotometreler geliştirilmiştir. Schmitter ve ark. (2008) laminar bir spektrofotometrenin (Shade Pilot, DeguDent, Hanau- Wolfgang, Germany) gözlemciler arası fark bakımından klinik değerlendirmelerini yapmışlar ve son derece güvenilir olduğu sonucuna varmışlardır. Özellikle L* değerleri açısından SM tiplere göre belirgin başarı elde edildiğini bildirmişlerdir.¹⁹

İnsan dişlerinin renk analizinde, görsel ölçüm ve spektrofotometrik renk analizi kullanılarak yapılan bir çalışmada, cihaz kullanımının daha doğru ve uygulanabilir bir renk analizi yöntemi olduğu belirtilmiştir.²⁷

Crystal Eye (Olympus, Tokyo, Japan) geleneksel spektrofotometrelerin faydalarını dijital fotoğrafçılıkla birleştirmiştir. Optik ve resim işleme sürecinin gelişiminde bu ürün rengi ve renk tonunu eşleştirmede geleneksel spektrofotometreyle kıyaslandığında daha doğru ve basittir. Crystal Eye'in klinik etkinliği değerlendirilmiş ve konvansiyonel renk seçim sistemine göre çok daha iyi renk uyumu yakaladığı, ΔE değerlerinin daha düşük olduğu bulunmuştur.²⁸ Crystal Eye spektrofotometrenin, farklı gözlemci ve ışık kaynakları kullanıldığı durumlarda bile tutarlı sonuçlar verdiği bulunmuştur.²⁹

SpekroShade Micro (MHT, Niederhasli, Switzerland) görüntüleme spektrofotometresidir. Bir dijital kamera ve LED spektrofotometre kombinasyonudur. LCD dokunmatik ekranında gösterilen diş pozisyonlandırma rehberlik sistemi renk ölçümü sırasında kullanılır. Görüntüler ve sanal veriler hafızaya kaydedilebilir ve başka bir bilgisayara aktarılabilir.³⁰

Vita Easyshade Compact (Vita Zahnfabrik, Bad Sackingen, Germany); kablolu, küçük, taşınabilir, uygun fiyatlı, pilli ve temaslı tipte spektrofotometredir. Bu spektrofotometre renk analiz sürecine yardım etmek için yeterli renk tonu bilgisini sağlar. Vita Easy Shade Compact'ta farklı ölçüm modları mümkündür: Tek diş modu, diş alanı modu (servikal, orta ve insizal tonlar), restorasyon renk doğrulaması (aydınlık, chroma ve hue kıyaslamalarını içerir) ve renk tonu ucu (deneme modu). Vita Classic veya Vita 3D Master renk skalalarıyla uyumlu sonuçlar elde edilir. Vita Easyshade Compact birçok fotometre arasında en fazla tekrarlanan renk belirlemesi ile güvenilir bir aygıttır.^{22,31,32}

Araştırmacılar Vita Easy Shade Compact ve Spectro Shade Micro ile yapılan renk ölçümlerinin son derece güvenilir ve tekrarlanabilir olduğunu, bu cihazların diş rengi belirlemek ve tedavi sonrası meydana gelen renk değişimlerini incelemek amacıyla klinik olarak kullanılabileceğini belirtmişlerdir.^{31,32,33}

Spektrofotometrelerin Avantajları: Farklı renk ölçüm cihazlarını güvenilirlik ve tekrarlanabilirlik olarak karşılaştırdıkları çalışmanın sonucunda spektrofotometrelerin (Shade Vision ve Vita Easy Shade), kolorimetreler ile karşılaştırıldıklarında daha güvenilir ve kesin sonuç verdiğini belirtmişlerdir.¹⁵ Metamerizmi ayırt edebilmek amacı ile de kullanılabilirler.²⁵

Spektrofotometrelerin Dezavantajları: Spektrofotometreler kolorimetrelerden daha

kapsamlıdır, ancak klinik olarak uygulamaları kısıtlı olduğundan kolorimetrelerin diş hekimliğinde kullanımı daha kapsamlıdır ve *in vivo* kullanımı zordur.¹⁷ Pahalı ve komplikedirler.²⁵

Dijital Kameralar

Dijital kameraların kullanımı renk ölçümünde ve hekim ile laboratuvar iletişimde son yıllarda oldukça popüler hale gelmiştir. RGB cihazları diye de adlandırılan bu cihazlar teknolojik sistemler içinde en basit olanlardır. Standart ışıklandırma koşulları altında güvenilir renk ölçümüne olanak tanırırlar.³⁴

Yöntem; klinikte çekilen fotoğraf görüntüsünün, kameranın bağlı olduğu bilgisayarda analiz edilmesine bağlıdır. Film üzerinde ışık odaklanması ve kimyasal reaksiyon yerine, dijital fotoğraf makineleri görüntüyü algılayıcı (CCD) ile yakalarlar. CCD'ler milyonlarca sayıdaki küçük ışığa hassas elemanlar (fotosit) içerirler. Her bir fotosit üzerine gelen toplam ışığa cevap verebilir. Tüm renklere sahip bir görüntü elde etmek için alıcılar (sensör) ışığın temeli olan üç renkte bakabilmek için filtreler kullanılır. Bu cihazlarda üç ayrı renk her bir piksele kaydedilebilir.³⁵

İstenilen objenin görüntüsü dijital bir kamera ile alındıktan sonra, kameranın bağlı olduğu bilgisayar bu değerleri CIE L*a*b* cinsinden ifade etmektedir. Sistem; dijital kameranın dışında, bağlı olduğu bilgisayar, görüntüyü yakalayan bir sürücü, bilgisayar programı ve renk sensöründen meydana gelmektedir.³⁶

Birçok alıcı video veya dijital tipte kamera kırmızı, yeşil ve mavi görüntü bilgilerini elde eder, renk görüntüsü elde etmek için bunlardan yararlanır. Bu RGB renk modeli kırmızı, yeşil ve mavi ışığın çeşitli yollarla birbirine eklenerek geniş bir renk sırası oluşturulmasına katkı sağlar. Dijital kameralar elektronik renk seçiminde en temel yaklaşımdır.³⁷

ClearMatch (Smart Technology, Hood River, OR) yüksek çözünürlükte dijital görüntüler kullanan bir yazılım sistemidir ve renk tonlarını dişle bilinen referans tonlarla kıyaslar, ayrıca endüstriyel standartlarda renk tonu rehberliği içerir.³⁰

Dijital görüntüleme sistemleri diş rengi belirlemede giderek popüler olmaktadır. Bu sistemlerin hassasiyet ve doğruluğu, kameranın kalitesinden ve görüntü oluşturma metodundan etkilenir. Birçok çalışma dijital kameraların uygun kalibrasyon protokolleriyle, diş ve dişeti rengi belirlemede güvenilir cihazlar olduğunu rapor etmiştir.^{36,38,39}

Dijital fotoğrafların son dönemlerde popülaritesi artmasına rağmen, görüntü kalitesi oldukça önemlidir. Görüntü kalitesi ise; kameranın tipi, kameranın ayarları, ortamın aydınlanma koşulları, görüntünün boyutu, ilgili dişin pozisyonu ve renk anahtarına bağlı olarak değişebilmektedir. Dijital fotoğraflar ancak uygun koşullarda ve uygun cihazlarla ölçüm yapıldığında yararlı olabilecek renk değerlendirme yöntemleri olduğu düşünülmektedir. Ayrıca fotoğraftan elde edilen değerlendirmelerin tamamen subjektif olduğu ve yeterli olmayabileceği de görüşler arasındadır.⁴⁰

Dijital Kameraların Avantajları: Sistemin en önemli avantajı tek bir noktanın değil tüm objenin renk görünümünün elde edilebilmesidir.³⁵ Hekim ve teknisyenin ayrı bina, şehir veya ülkelerde olduğu durumlarda dijital fotoğrafların kullanımı, hekim ve teknisyen iletişimini kolaylaştıran etkili bir yöntemdir.⁵

Dijital Kameraların Dezavantajları: Tek başına kullanıldığında renk analizi için güvenilir bir yöntem değildir. Aydınlatma ve fotoğraf alınırken kullanılan açının kamera tarafından algılanmasını etkileyebilir.²⁵ Fotoğraftan elde edilen değerlendirmelerin tamamen subjektif olduğu ve yeterli olmayabileceği de görüşler arasındadır.⁴¹

Renk Analiz Verilerinin Uygulanması ve Yorumlanması

Diş yüzeyini ölçen cihazlar gingival, gövde ve insizal tonların direk ve indirek üretim için renk haritasını verir. Çekilmiş dişleri incelerken spektrofotometre ve spektrodymetredeki pencere büyüklüğünü azaltmak daha düşük CIE L*a*b* değerleriyle sonuçlanır. Küçük pencereci diş rengi ölçümü dişin translusensine doğru olan ışığın kenar kaybına neden olabilir.⁴²

Referans fotoğraflar diş rengindeki iletişimde yüksek oranda önerilir. Dijital fotoğraflar, renk tonu ve renk haritalarıyla birlikte laboratuvar teknisyenine önemli eklerdir ve kabul edilebilir bir restorasyon oluşturulmasında yeterli bağlantı olmalıdır. Dijital kameralar, görüntülerin klinisyenden teknisyene transferine izin verir.

Renk tonu bilgisini referans almanın en iyi yolu rengi iletmekte renk tonu şeritlerini kullanmaktır.⁶ İstikrarlı bir renk tonu iletişimi için kamera, ışık ayarları ve görüntü formatı her zaman sabit tutulmalıdır.⁴³

SONUÇ

Birçok faktör rengin algılanmasını etkileyebilir. Günümüz teknolojisiyle rengin değerlendirilmesindeki subjektiflik azaltılabilmiş ve restorasyon renginde doğru teşhis kolaylaşmıştır. Mümkün olduğunda hem instrumental hem de görsel renk eşleştirilmesi metodu kullanılmalıdır; çünkü bunlar birbirini tamamlamakta ve daha estetik sonuçlara ulaşılabilir.

KAYNAKLAR

1. Saraç D, Saraç YŞ, Yüzbaşıoğlu E. Farklı kompozitlerle bir renk skalası arasındaki renk farklılıkları. GÜ Diş Hek Fak Derg 2005; 22: 77-82.
2. Okubo SR, Kanawati A, Richards MW, Childress S. Evaluation of visual and

instrumental shade matching. J Prosthet Dent 1998; 80: 642-8.

3. Van Der Burgt TTP, Ten Borsch JJ, Borsboom PC, Kortsmit WJ. A comparison of new and conventional methods for quantification of tooth color. J Prosthet Dent 1990; 63:155-62.

4. Rosenstiel SF, Land MF, Fujimoto J. Contemporary fixed prosthodontics, 4 ed. St. Louis; The CF Mosby Company: 2001. p.709-39.

5. Pascal M, Besler U. Bonded porcelain restorations in the anterior dentition: a biomimetic approach. Chicago; Quintessence Publishing Co: 2002. p.179-238.

6. Fondreiest J. Shade matching in restorative dentistry: the science and strategies. Int J Periodontol Restor Dent 2003; 23: 467-79.

7. Sproull RC. Color matching in dentistry. Part II: Practical applications of the organization of color. J Prosthet Dent 1973; 29: 556-66.

8. Seghi RR, Hawlett ER, Kim J. Visual and instrumental colorimetric assessments of small color differences on translucent dental porcelain. J Dent Res 1989; 68: 1760-4.

9. Swepston JH, Miller AW. Esthetic matching. J Prosthet Dent 1994; 54: 623-4.

10. Tashkandi E. Consistency in color parameters of a commonly used shade guide. Saudi Dent J 2010; 22: 7-11.

11. Wasson W, Schuman N. Color vision and dentistry. Quintessence of Dental Technology 1992. p: 1-10

12. Paravina RD, Powers JM. Esthetic Color Training in Dentistry., 1th ed., St. Louis; Elsevier Mosby 2004. Ch:1-4, p.3-61.

13. Doğan A, Yüzgüllü B. Renk seçiminde güncel teknolojik gelişmeler. Atatürk Üniv Diş Hek Fak Derg 2011; 4: 65-72.

14. Lee YK, Lim BS, Kim CW, Powers JM. Comparison of color of resin composites of white and translucent shades with two shade guides. *J Esthet Restor Dent* 2001; 13: 179-86.
15. Kim-Pusateri S, Brewer JD, Davis EL, Wee AG. Reliability and accuracy of four dental shade- matching devices. *J Prosthet Dent* 2009; 101: 93-199.
16. Bayındır F, Wee A. Diş rengi seçimine bilgisayar destekli sistemlerin kullanımı: derleme. *HÜ Diş Hek Fak Derg* 2006; 30: 40-6.
17. Tung FF, Goldstein GR, Jang S, Hittelman E. The repeatability of an intraoral dental colorimeter. *J Prosthet Dent* 2002; 88: 585-90.
18. Touati B, Miara P, Nathason D. *Esthetic Dentistry and Ceramic Restorations*. London: Martin Dunitz Ltd. 1st Ed. 1999. Ch.3-5 p.25-61.
19. Schmitter M, Musotter K, Hassel A. Interexaminer reliability in the clinical measurement of L*c*h* values using a laminar spectrophotometer. *Int J Prosthodont* 2008; 21: 422-24.
20. Park J, Lee YK, Lim BS. Influence of illuminants on the color distribution of shade guides. *J Prosthet Dent* 2006; 96: 402-11.
21. Keyf F, Uzun G, Altunsoy S. Diş hekimliğinde renk seçimi. *HÜ Diş Hek Fak Derg* 2009; 33: 52-8.
22. Brewer JD, Wee A, Seghi RR. Advances in color matching. *Dent Clin North Am* 2004; 48: 341-58.
23. Wee AG, Kang EY, Johnston WM, Seghi RR. Evaluating porcelain shade matching systems. *J Esthet Restor Dent* 2000; 12: 271-80.
24. Khurana R, Tredwin CJ, Weisbloom M, Moles DR. A Clinical evaluation of the individual repeatability of three commercially available color measuring devices. *Br Dent J* 2007; 203: 675-80.
25. Chu SJ, Devigus A, Mieleszko A. *Fundamentals of Color*. 1th ed., Quintessence Publishing 2004. Ch:1-4 p: 1-100.
26. Aladağ A, Çömlekçioğlu E, Yılmaz G. Farklı renk anahtarlarının metal kronların renk uyumlarına etkisi. *Süleyman Demirel Üniv Diş Hek Fak* 2009; 1: 8-17.
27. Paul S, Peter A, Pietrobon N, Hammerle CH. Visual and spectrophotometric shade analysis of human teeth. *J Dent Res* 2002; 81: 578-82.
28. Da Silva JD, Park SE, Weber HP, Ishikawa-Nagai S. Clinical performance of a newly developed spectrophotometer system on tooth color reproduction. *J Prosthet Dent* 2008; 99: 361-8.
29. Witkowski S, Yajima ND, Wolkowitz M, Strub JR. Reliability of shade selection using an intraoral spectrophotometer. *Clin Oral Invest* 2012; 16: 945-9.
30. Ristic I, Paravina RD. Color measuring instruments. *Acta Stomatologica Naissi*. 2009; 25: 925-32.
31. Dozic A, Kleverlaan CJ, El-Zohainy A, Feilzer AJ, Khashayar G. Performance of five commercially available tooth color measuring devices. *J Prosthodont* 2007; 16: 93-100.
32. Yuan K, Sun X, Wang F, Wang H, Chen JH. In vitro and in vivo evaluations of three computer-aided shade matching instruments. *Oper Dent* 2012; 37: 219-27.
33. Lasserre JF, Pop-Ciutrla IS, Colosi HA. A comparison between a new visual method of colour matching by intraoral camera and conventional visual and spectrometric methods. *J Dent* 2011; 39: 29-36.
34. Jarad FD, Russel MD, Moss BW. The use of digital imaging for colour matching and communication in restorative dentistry. *Br Dent J* 2005; 199: 43-49.

35. Lath DL, Wildgoose DG, Guan YH, Lilley TH, Smith RN, Brook AH. A digital image analysis system for the assessment of tooth whiteness compared to visual shade matching. *J Clin Dent* 2007; 18: 17-20.

36. Wee AG, Lindsey DT, Kuo S, Johnston WM. Color accuracy of commercial digital cameras for use in dentistry. *Dent Mater* 2006; 22: 553-9.

37. Blaes J. Today's technology improves the shade-matching problems of yesterday. *J Indian Dent Assoc* 2003; 81:17-9.

38. Sagel PA, Gerlach RW. Application of digital imaging in tooth whitening randomized controlled trials. *Am J Dent* 2007; 20: 7A-14A.

39. Bayindir F, Bayindir YZ, Gozalo-Diaz DJ, Wee AG. (2009). Coverage error of gingival shade guide systems in measuring color of attached anterior gingiva. *J Prosthet Dent* 2009; 101: 46-53.

40. Karamouzos A, Papadopoulos MA, Kolokithas G, Athanasıou AE. Precision of in vivo spectrophotometric color evaluation of natural teeth. *J Oral Rehabil* 2007; 34: 613-21.

41. Silva J, Park S, Weber HB, Shigemi IN. Clinical performance of a newly developed spectrophotometric system on tooth color reproduction. *J Prosthet Dent* 2008; 99: 361-8.

42. Bolt RA, Ten Bosch JJ, Coops JC. (1994). Influence of window size in small-window measurements, particularly of teeth. *Phys Med Biol* 1994; 39: 1133-42.

43. Ishikawa-Nagai S, Yoshida A, Da Silva JD, Miller L. Spectrophotometric analysis of tooth color reproduction on anterior all-ceramic crowns. Part 1. Analysis and interpretation of tooth color. *J Esthet Rest Dent* 2010; 22: 42-52.

Yazışma Adresi

Tuğba ÇONGARA KIVRAK

Ankara Üniversitesi

Diş Hekimliği Fakültesi

Diş Hastalıkları ve Tedavisi Anabilim Dalı

Ankara, Türkiye.

Tel: 05056469652

Fax:0312 212 39 54

E-posta: tugbacongara@hotmail.com