

Bölüm 25

RESTORATİF DİŞ HEKİMLİĞİNDE RENK SEÇİMİ VE TEK RENK KOMPOZİTLER

Fulya AYDIN¹

GİRİŞ

Rezin bazlı kompozitler restoratif diş hekimliğinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Kompozit restorasyonun diş yapısı içinde ve komşu dişlerle yapısal ve optik uyumluluğu, dişin estetik tedavisinde hastanın memnuniyeti için kritik bir faktördür (1,2). Biyolojik, morfolojik ve optik olarak kabul gören estetik bir gülüş için doğru renk seçimi yapabilmek önemlidir. Diş rengi görünür ışık aralığında dar bir renk skalası içerir. Bu nedenle renk seçimi yapmak diş hekimi için oldukça zordur. Estetik restorasyonlarda başarılı bir sonuç elde edebilmek için ışığın yapısı, gözün ışığı nasıl algıladığı ve beynin bunu yorumlama şekli anlaşılmalıdır.(3) Rezin bazlı kompozit restorasyonların estetik başarısı, büyük ölçüde doğal dişleri taklit etmesi gereken optik özelliklerine bağlıdır. Bu nedenle, rezin bazlı kompozitlerin renk davranışını tartışmak için ışık yansımaları, absorpsiyon ve yarı saydamlık (transludensi) gibi çeşitli optik özelliklerin dikkate alınması gerekir (1,2).

1. RENK VE IŞIK TERİMLERİ

Işık nanometre ile ifade edilen dalga boylarından oluşan görülebilir elektromanyetik enerji olarak tanımlanır (4). İnsan gözü 360-780 nm boyutuna sahip renklere karşı hassas olup (5) görünür ışığın farklı dalga boylarının emilmesi veya yansımaları algılanmaktadır.(6)

Sigfried Forsius 1611 yılında rengi 3 boyutlu olarak tanımladıktan sonra günümüzde rengin bu özelliğini açıklamak için geliştirilen birçok sistem ve yaklaşım geliştirilmiştir (7) Bir cisim gelen ışığı seçici olarak belli dalga boylarını absorbe edip belli dalga boylarını yansıtacak şekilde tepki gösterir. Nesnelere ışık dalgası gözün retina tabakası üzerine odaklanıp sinir iletileri halinde beyne iletilir. Rengin algılanmasında sinir uyarıları önemli rol oynamaktadır. Tek bir renk tarafından sürekli uyarılan gözde yorulma ve gözün tepkisinde azalma meydana gelir. Bu yüzden her kişinin renk ayırımı birbirinden farklıdır (8).

¹ Dr. Öğr. Üyesi, Restoratif Diş Tedavisi Anabilim Dalı, Ankara Medipol Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, fulya.aydin@ankaramedipol.edu.tr

Diş rengi esas olarak dentin tarafından belirlense de mine ve dentin tarafından yansıyan ve dağılan ışığın birleşimi ile oluşur. Işık dişe geldiği zaman; dişin içinden geçer, yüzeyinde yansır, emilir ve dağılır (9). Diş rengini belirleyen bazı ışık ve renk kavramları mevcuttur.

1.1. Kırılma, Yansıma ve Emilim (Absorbsiyon)

Işık ışınları ayırıcı bir yüzeye çarptıktan sonra bir bölümü yansıyarak geldiği ortama geri döner, bir bölümü ise doğrultusu ve hızı değişerek diğer ortama geçer ve bu durum ışığın kırılması olarak tanımlanır (10). Dişe gelen ışığın bir kısmı mineden yansırken bir kısmı absorbe olup dentine doğru geçer. Dentinin olmadığı insizal kenarlardan gelen ışık ağız içinde absorbe olur.¹¹

1.2. Opasite

Materyalin opasitesi, ışığın geçmesini engelleme özelliği olarak tanımlanır (10,12). Tam opak bir cismin translüsensi değeri sıfırdır. Gün ışığından gelen ışığı yansıtan nesnelere beyaz renkte görünürken, gelen ışığın tamamen absorbe olması ile cisimler siyah renkte görünür (13). Yeterli estetik için klinikte restoratif materyal seçimi yaparken materyalin translüsensi ve opasitesi dikkate alınmalıdır (14).

1.3. Translüsensi

Opasite ile saydamlık arasında belirtilen translüsensi; materyalin ışığın bir kısmını kırması, bir kısmını yansıtması durumu olarak tanımlanır (2). Translüsensi, estetiği kontrol etmede birincil faktörlerden biridir ve materyal seçimi için kritik öneme sahiptir. Translüsensi, materyalin parlaklık (value) değerini doğrudan etkiler (15). İnsan gözü renk (chroma) ve ton (hue) değişikliklerinden ziyade value değişimlerine daha duyarlıdır (16). Translüsensinin belirlenmesinde materyalin gölgesine (17), kalınlığına (18); matriks kompozisyonuna (19); inorganik dolurucu partikül boyutu ve içeriğine (16,20) ve kullanılan opaklaştırıcıların türü ve miktarına (21) bağlı olarak farklı kompozit rezinlerde değişiklikler gösterilmiştir.

1.4. Saydamlık

Işığın bir maddenin içinden tamamen geçmesi saydamlık olarak tanımlanır (10). Saydam materyalin arkasındaki nesne net olarak görülebilir (22).

1.5. Işıma (Floresans)

Materyalin absorbe ettiği ışığı uzun bir dalga boyunda yayması ve materyalin sahip olabileceği ışık enerjisinden daha fazlasına sahip olması sonucunda floresans etki oluşur (13,23). Floresans özellik organik içeriği daha fazla olduğu için temel olarak dentin dokusunda oluşur (24). Bu özellik, dişlere parlaklık verir ve daha canlı bir görüntü kazandırır (11).

1.6. Metamerizm

Metamerizm, ışık kaynağına bağlı olarak rengin farklı görülmesi olarak tanımlanır (25). Metamerizm özelliği gösteren cisimler renk analizi yapılan ortamın aydınlığı değişince, birbirinden farklı renkte görülürler (11). Işığın tipi ve yoğunluğu dental restorasyonlardaki renk seçiminde dikkat edilmesi gereken faktörlerdendir. Işık kaynakları ve gün ışığının spektrumu birbirinden farklı olduğu için, restoratif bir materyal ile diş arasında bir renk algısı diğeri ile eşleşmeyebilir (13). Metamerizmin negatif etkilerini engellemek için renk ölçümü yapılırken ortamın aydınlatma koşulları standardize edilmelidir (11).

1.7. Opalesanslık

Opalesanslık, bir materyale ışık yansıtıldığında bir renk, ışık içinden geçtiğinde farklı bir renk gibi görünmesine denir (24). Bir ışık hüzmelerinden gelen her bir dalga boyu bandının nispi miktarlarındaki küçük değişiklikler, renk ve görünüm üzerinde önemli bir etkiye sahiptir (11,12). Örneğin, görünür spektrumun daha kısa dalga boylarındaki ışık saçılması, yansıyan ışık altında mavimsi bir görünüm ve iletilen ışık altında turuncu/kahverengi bir görünüm üretir (12). Opalesans olarak bilinen bu optik fenomen, rezin bazlı kompozitlerin markasına ve rengine göre değişir (17). Opalesans etkisi dişleri aydınlatıp optik derinlik ve canlılık kazandıran bir özelliktir (24).

1.8. Parlaklık

Parlaklık, yüzeyler tarafından ayrılan ışığın geometrik dağılımından kaynaklanan görsel görünümün bir özelliğidir (26). Yüzeyin parlak olması objede cilalı bir görünüme yol açan optik bir özelliktir (27). Pürüzsüz yüzeylerin parlaklığı daha yüksektir. Pürüzlü yüzeylere gelen ışık yüzey tarafından dağılır ve parlaklığında bir azalma olurken, düzgün ve polisaj yapılmış yüzeylere gelen ışığın açısı yansıyan ışığın açısına eşit olur. Pürüzsüz olan yüzeylerde daha iyi parlaklık elde edilebilir (28).

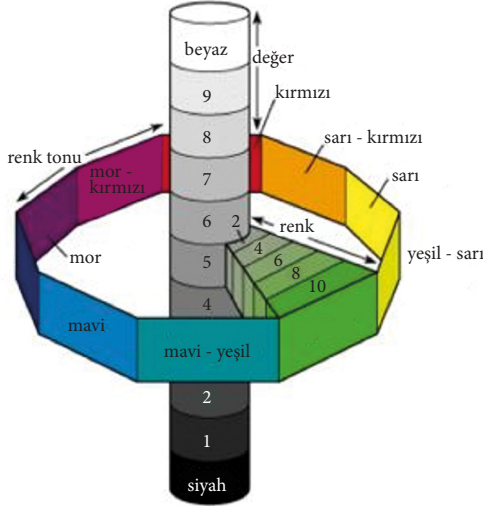
2. RENK ÖLÇÜM SİSTEMLERİ

Diş hekimliğinde renk analizinde yaygın olarak Munsell ve Aydınlatma Uluslararası Komisyonu (Commission Internationale de l'Eclairage) (CIE) olmak üzere iki renk ölçüm sistemi kullanılmaktadır (29).

2.1. Munsell renk sistemi

Albert H. Munsell tarafından 1905 yılında geliştirilmiş en eski renk sistemi Munsell renk sistemidir (29). Bu renk ölçüm sisteminde renkler, silindirik koordinatlar üzerinde gösterilmektedir (Şekil 1). Diş hekimliğinde en çok kullanılan renk

sistemi olan Munsell renk sistemi, ana renk (hue), açıklık-koyuluk (value), yoğunluk (chroma) olmak üzere üç değişken üzerine kuruludur (10, 30, 31). Value dikey ekseninde silindirin beyazdan siyaha kadar grinin tonlarını gösterir. Hue beş ana, beş ara renge ayrılmış ve silindirin çevresindeki halka üzerinde yer almaktadır. Chroma ise merkezden dışarı doğru artmakta ve yatay yönde gösterilmektedir (32,33).



Şekil 1. Munsell renk sistemi

Hue: Hue, ana renk olarak tanımlanır (34). Diş hekimliğinde ana renk yaygın olarak Vita klasik renk skalasında A, B, C, D harfleriyle ifade edilmektedir (35,36).

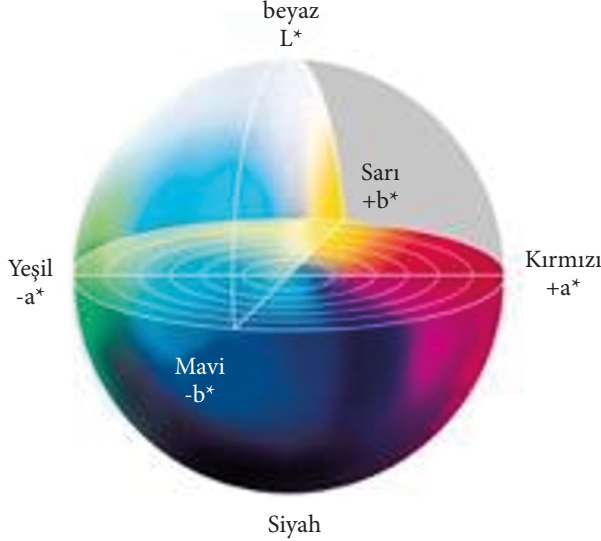
Value: Value, parlaklık olarak tanımlanır. Parlaklık Munsell tarafından siyah-beyaz bir skala olarak tanımlanmıştır. Parlak olan cisimler daha düşük oranda gri renge sahipken, az parlaklığı olan cisimler ise fazla miktarda griye sahiptir ve daha koyu renkli bir görünüme sahiptir (37).

Chroma: Ana rengin pigment yoğunluğu veya gücü olarak tanımlanır. Chroma ve parlaklık ters orantılıdır. Chroma Vita renk skalasında numaralarla gösterilmektedir (36, 37).

2.2. CIELAB renk sistemi

Dental araştırmalarda kullanımı gittikçe artan bu sistem 1976 yılında geliştirilmiştir (36, 37). Renk CIELAB renk sisteminde Munsell renk sisteminde olduğu gibi 3 koordinatla gösterilmektedir: L^* , a^* ve b^* (Şekil 2). Bu sistemde L^* renkteki açıklık, koyuluk, parlaklık veya siyah/beyazlık derecesini belirtmektedir (5,38). a^* ve

b^* değerleri ise rengin kromatik özelliğini gösterirken, a^* rengin kırmızılık-yeşillik, b^* değeri ise sarılık-mavilik oranını göstermektedir (4,5). Renk farklılıklarının saptanabilmesi ve klinik açıdan yorumlanabilmesi bu sistemin avantajlarıdır (39).



Şekil 2. CIELAB renk sistemi

CIE tarafından günümüze kadar olan süreç içerisinde renk sistemleri geliştirilerek CIE $L^*a^*b^*$ renk sisteminden sonra birçok sistem belirtilmiştir. CIE $L^*a^*b^*$ renk sistemine daha iyi bir alternatif olarak CIEDE 2000 renk formülü geliştirilmiş ve araştırmalar yapılmıştır (40, 41). Araştırmacılar tarafından CIE $L^*a^*b^*$ renk sistemindeki değişken faktörlerin eşit olarak değerlendirilmediği bildirilmiş ve gözün algılayabileceği değer aralığına yakın algılanabilirliği ve kabul edilebilirliğini daha uygun ve doğru bir şekilde saptayan CIEDE 2000 renk formülünün uyumlu olduğu belirtilmiştir (41,42).

3. DIŞ HEKİMLİĞİNDE KULLANILAN RENK TESPİT YÖNTEMLERİ

Diş rengini tespit etmek için günümüzde pek çok yöntem kullanılmaktadır. Bu yöntemler arasında diş rengi skalaları ile karşılaştırılmalı olarak diş rengini belirleyen subjektif yöntemler ve RGB cihazlar, kolorimetreler, spektrofotometreler, spektroradyometreler ve dijital fotoğraf makinelerinin kullanıldığı objektif yöntemler yer almaktadır (43,44,45). Cihazlar yardımıyla yapılan renk ölçümünün, görsel renk ölçümüne göre avantajı; objektif ve hızlı bir şekilde rakamlar ile ifade edilmesidir (46).

3.1. Diş Renginin Görsel Seçimi

Renk seçiminde diş hekimliğinde en fazla standart renk skalaları kullanılarak yapılan görsel renk seçimi tercih edilir (47,12). Görsel renk seçimi, ortam şartları, yaş, tecrübe, cinsiyet, göz yorgunluğu ve renk körlüğü gibi olaylardan etkilenen subjektif bir yöntemdir (47,48). Bu sınırlamalara rağmen, insan gözü iki nesne arasındaki küçük renk farklılıklarını bile tespit etmede çok etkilidir. Renk skalalarında bulunan ton aralığının yetersiz olması sebebiyle doğal diş renginin tüm tonlarını yansıtamazlar (47). Doğal dişlerin yüzey yapılarındaki pürüzler ışığın farklı açılarla yansımaya sebep olarak renk seçimini etkilemektedir. Renk skalaları ile doğal diş yüzeylerinin yüzey yapıları aynı olmadığı için renk seçiminde başarısızlıklar ortaya çıkabilmektedir (11). Piyasada bulunan renk skalaları birbirinden farklıdır ve sonuçları tam olarak CIE Lab renk sistemine dönüştürülemez (47,48). Bu sınırlamalara rağmen, renk skalalarının kullanılması, diş renginin seçilmesi için hızlı ve düşük maliyetli bir yöntemdir (47).

3.2. Diş Renginin Cihazlarla Ölçülmesi

3.2.1. Spektrofotometre

Spektrofotometreler materyallerin yüzey renklerini belirlenmek için kullanılır. Cihazın içerisinde bir monokromatör, dedektör ve ışık kaynağına sahiptir (46,49). Spektrofotometreler ölçüm esnasında insan gözü tarafından algılanabilen tüm dalga boyu aralıklarında (380-720 nm) yansıyan ışığın enerjisinin hepsini toplayarak net bir sonuç verir (50). Rengi tarif etmede ve daha çok bilimsel çalışmalarda kullanılan spektrofotometreler; diş hekimliğinde iki obje arasındaki renk farklılığını hesaplamak ve dişlerin, protetik ve restoratif materyallerin rengini belirlemede kullanılırlar (11,51).

3.2.2. Spektroradyometreler

Spektroradyometreler, monokromatör, dedektör, toplayıcı optikler ve okuyucu olmak üzere dört ana bölümden oluşurlar (11). Işık kaynaklarının spektral güç dağılımlarını ölçerek renk konusunda bilgi verirler (11,52). Spektrofotometreler ve spektroradyometreler arasındaki en önemli fark, spektrofotometrelerin kararlı bir ışık kaynağı içermesidir (39).

3.2.3. Kolorimetre

İnsan gözündeki retina tabakasına benzer bir biçimde tasarlanmıştır. İçinde mavi, kırmızı ve yeşil olmak üzere üç filtreye sahiptir. Yansıyan ışık bu filtrelerden geçirilerek cihazda ölçüm yapılır. Rengin fiziksel özellikleri analiz edilir (10). Spektrofotometre ile karşılaştırıldığında daha ucuzdur. Fakat görsel renk seçim yöntemlerine göre ise daha pahalı bir yöntemdir. Kullanımı kolay olsa da cihaz eğimli

yüzeylerde yanlış renk ölçümüne neden olabilir (53). Ayrıca dişteki renklenme, çürük, dehidratasyon, cihazın pozisyonu ve aydınlatma koşulları, kolorimetre ile renk ölçümünü etkileyebilir (9).

3.2.4. RGB Cihazlar

Bu grupta dijital kameralar ve görüntüleme sistemleri yer almaktadır (11). Aslında bir renk ölçme yöntemi olmasa da teknisyenler ve hekimler arası iletişimde oldukça etkilidir (11,52). Dijital kameraların renk ölçümünde kullanımı son zamanlarda oldukça popülerliği artmaktadır (54). Sistemin en önemli avantajı tek bir noktanın değil bütün objenin renk görünümünün elde edilebilmesidir (54). Yöntem; klinikte çekilen fotoğrafın, kameranın bağlı olduğu bilgisayar ile analiz edilmesine bağlıdır (4). İstenilen objenin görüntüsü dijital bir kamera ile kaydedildikten sonra, bilgisayar bu değerleri sıklıkla kullanılan bir diğer renk tanımlama sistemi olan CIE Lab renk sistemi türünden ifade etmektedir. Renk ölçümünde dijital kameraların kullanımı oldukça kullanışlı olsa da çevre ışıklandırması, fotoğrafın açısı gibi faktörler renk algısını etkileyebilmektedir (52).

4. KOMPOZİT REZİNLERDE RENK SEÇİMİ VE TEK RENK KOMPOZİTLER

Doğal dişlerde renk seçimini etkileyen birçok faktör vardır. Dişin morfolojik yapısı, yüzey özellikleri ve translusent özellikleri dişin rengini etkiler. Renk seçimini etkileyen diğer bir faktör ise dişlerin renk seçimi esnasında kuru olmasıdır (47,55). Görsel renk seçimi oldukça subjektif yöntemdir. Tat alma, duyma, koklama gibi, rengin algılanması da kişiden kişiye değişkenlik gösterir (56). Gözün ışığı nasıl algıladığı, beynin bunu yorumlama şekli, hekimin deneyimi, yaşı, cinsiyeti, psikolojik etkenler, ortamdaki ışık ve göz yorgunluğu da renk seçiminde değişikliğe neden olmaktadır (57). Seçim yapılan odanın rengi, hastanın makyajı da yanıltıcı sonuçlara neden olabilir (58). Renk ölçümü yapılan ortamdaki ışık değişince, metamer özellik gösteren cisimler birbiriyle aynı renkte görülmez. Bu nedenle metamerizmi engellemek veya en aza indirgeyebilmek için renk tespiti yapılan ortamdaki aydınlatma koşulları olabildiğince standardize edilmelidir (57).

Skalaların doğal diş rengini tam olarak yansıtmaması, piyasadaki skalaların ve renk aralığının farklı olması görsel renk seçiminin dezavantajlarıdır (59). Sonuçların istatistiksel olarak değerlendirilmesi ve daha objektif, hızlı, tekrarlanabilir ölçüm yapılması için aletli renk seçim yöntemlerine ihtiyaç duyulmuştur (57,60,61). Buna rağmen, seçilen kompozit rezinlerin markasına ve/veya partisine bağlı olarak orijinal gölge ve chroma yine de değişebilir, bu nedenle, gölge seçiminin kendisi doğru yapıldığında bile potansiyel renk uyumsuzlukları meydana gelebilir (62, 62).

Nano teknolojinin diş hekimliği alanında kullanılması ile basitleştirilmiş tabakalama tekniği ve kolaylaştırılmış diş rengi seçimine sahip kompozit rezinler diş hekimlerinin kullanımına sunulmuştur (64,65). Doğal dişlerin kendi yapısındaki renk değişkenliği, üreticileri genellikle referans olarak Vita renk kılavuzunu kullanan çeşitli kompozit sistemleri üretmeye yöneltmiştir (66). Buna ek olarak dentin, opak (body) ve mine (transludent) olarak adlandırılan farklı opasitelerde kompozit rezinler üretilmiştir; bu, dentin ve minenin optik özelliklerini taklit etmeyi amaçlamıştır. Resin kompozit restorasyonlar için tabakalama tekniği 1980'den beri önerilmiştir (67). Doğal bir dişin optik özelliklerini simule etmek için bu teknik, her tabaka için farklı renk ve opasitelere sahip kompozitlerin kullanımını içerir. Katmanlama tekniğinin renk eşleştirme için yeterli sonuçlar gösterdiği kanıtlanmış olsada, bu prosedür çok daha karmaşıktır, daha yüksek teknik beceriler ve koltukta daha fazla klinik süre gerektirir (68).

Nano teknolojinin diş hekimliğinde kullanılmasıyla birlikte üreticiler, daha karmaşık renk sistemleri yerine tek renkli sistemlere sahip kompozit rezinleri tanıtmışlardır. Nano dolgu maddeleri (nanomer) ve nanomer gruplarından oluşan bu kompozit rezinlerin "bukalemun etkisi" özelliklerinden dolayı diş dokuları ile daha etkin renk uyumu sağladığı belirtilmektedir (69). Restoratif diş hekimliğinde 'bukalemun etkisi' (harmanlama etkisi) terimi, bir materyalin çevredeki diş yapısına benzer bir renk elde etme yeteneğini tanımlar (1,70). Harmanlama etkisi yoluyla maksimum renk uyarlaması elde etmek için birkaç temel faktörün dikkate alınması gerekir. Özellikle, restorasyon boyutundaki bir artış, sonuçta ortaya çıkan harmanlama etkisindeki bir azalma ile bağlantılıdır (71). Göz önünde bulundurulması gereken başka bir husus, resin kompozitler gibi farklı bileşenler içeren materyaller söz konusu olduğunda, yüksek oranda transludent hale gelmesi için inorganik dolgu maddeleri ve resin matrisi gibi farklı bileşenlerin benzer kırılma indekslerine sahip olması gerektiridir (73).

Hatalı renk seçimi sorununu ortadan kaldırmak ve bu harmanlama etkisinin faydalarını en üst düzeye çıkarmak için tek renk resin kompozitler piyasaya sunulmuştur. Tek renk kompozit rezinlerin, tek bir varyantın çevredeki diş yapısıyla karışarak hemen hemen her rengi eşleştirebileceği varsayıldığından, renk seçimi sürecini tamamen ortadan kaldırır (73,74). Üreticiye (Tokuyama Dental)(73) göre, Omnichroma (tek tonlu evrensel reçine bazlı bir kompozit) pigment içermez ve optik özellikleri yapısal renge dayanır, resin bazlı kompozitin kullanıldığı bir "akıllı kromatik teknoloji" olarak tanıtılmıştır. Diş renk alanı içinde belirli bir dalga boyunu mükemmel bir şekilde yansıtarak belirli bir frekansta ışık dalgalarına yanıt verir (73). Ayrıca, son çalışmalar (75,76) Venus Pearl One ve Venus Diamond One'i (Kulzer) geliştirmek için kullanılan başka bir teknoloji, restorasyon gölgesinin çevredeki diş gölgesinden yansıyan dalga boylarını absorbe ederek elde edildiği "uyarlanabilir ışık eşleştirme" konseptine dayanmaktadır (77).

SONUÇ

Bir restorasyon iyi bir fonksiyon ve fonasyona sahip olsa bile ancak doğru renkte restore edildiğinde hastadaki estetik beklentiyi de karşılar. Kullanılan her renk seçim yönteminin de kendi içinde kısıtlamaları vardır. Tek renkli kompozitlerin avantajı, gölge eşleştirmeyi zahmetsiz hale getiren hepsi bir arada olan bir sistem sunmalarıdır. Renk eşleştirme adımını ortadan kaldırması, hasta ve tedarikçiye fayda sağlar ve muayene süresini kısaltır. Ek olarak, bu yeni materyaller çok çeşitli restoratif vakalar için endike olduğundan ve estetik bir bitiş sağladığından, tek renkli kompozitlerin kullanımı artış göstermektedir. Ancak belirli durumlarda, tek renkli kompozitler restoratif diş hekimi için klinik zorluklar yaratabilir. Işık iletimini sağlayan özellikler ve bu malzemelerin bukalemun benzeri yeteneği, altta yatan veya çevreleyen koyu bir rengin maskelenmesi gerektiğinde potansiyel sorunlara yol açabilir.

KAYNAKLAR

- 1 Paravina RD, Westland S, Johnston WM, Powers JM. Color adjustment potential of resin composites. *J Dent Res* 2008;87:499-503
- 2 Della Bona A. Color and appearance in dentistry. 1st ed. Switzerland: Springer; 2020.
- 3 Bayindir F, Kuo S, Johnston WM, Wee AG. Coverage error of three conceptually different shade guidesystems to vital unrestored dentition. *J Prosthet Dent* 2007;98(3) :175-85.
- 4 Wee AG. Description of Color, Color Replication Process, and Esthetics. In: Rosenstiel SF, Land MF, FujimotoJ, eds. *Contemporary Fixed Prosthodontics*. 4th ed. St. Louis: Mosby; 2006. p.709-39.
- 5 Paravina RD, Powers JM. *Esthetic Color Training in Dentistry*, First Ed., Elsevier-Mosby, China;2004
- 6 Keyf F, Uzun G, Altunsoy S. [Choice of colorin dentistry]. *Hacettepe Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*2009;33(4):52-8.
- 7 Sproull RC. Color matching in dentistry. Part I. The three-dimensional nature of color. 1973. *J Prosthet Dent* 2001;86(5):453-7.
- 8 Zaimoglu A, Can G. *Dis Hekimliğinde Maddeler Bilgisi*, Ankara.1993
- 9 Ma JF, Du RX, Wang SQ, Li YM. Effects of 19. background, direction and intensity of ambient light, measuring position, and adjacent teeth,on anterior tooth colour measurement in vitro. *Chin J Dent Res* 2010;13(2):147-52.
- 10 Kahramanoğlu E, Özkan YK. Diş hekimliğinde estetik ve renk. *Cumhuriyet Dent J* 2013; 16(4):339-47.
- 11 Önal B, Recen D, Türkün LŞ. Restoratif diş hekimliğinde renk seçimi. *Türkiye Klinikleri. Special Topics*.2015; 1(3): 21-7.
- 12 Trakyalı G. Diş Rengi Belirlenmesinde Kullanılan Yöntemler. *EÜ Dişhek Fak Derg* 2013; 34(1):1-10.
- 13 Pfeifer CS, Sakaguchi RL. *Fundamental of Materials Science*. In: Craig's Restorative Dental Materials. Eds:Sakaguchi RL, Ferracane JM, Powers JM. Mosby, 2018(publicated), 14th Edition, p. 29-68.
- 14 Gül P, Akgül N. Farklı Kompozit Rezinlerin Translüsensi ve Maskeleye Özelliklerinin Karşılaştırılması. *JDent Fac Atatürk Uni* 2013;21 (1): 30-6.
- 15 Khashayar G, Dozic A, Kleverlaan CJ, Feilzer AJ, Roeters J. The influence of varying layer thicknesses on the color predictability of two different composite layering concepts. *Dent Mater* 2014;30:493-8,

- 16 Yu B, Lee YK. Differences in color, translucency and fluorescence between flowable and universal resin composites. *J Dent* 2008;36:840-6.
- 17 Yu B, Lee YK. Translucency of varied brand and shade of resin composites. *Am J Dent* 2008;21:229-32.
- 18 Arimoto A, Nakajima M, Hosaka K, Nishimura K, Ikeda M, Foxton RM, et al. Translucency, opalescence and light transmission characteristics of light-cured resin composites. *Dent Mater* 2010;26:1090-7.
- 19 Azzopardi N, Moharamzadeh K, Wood DJ, Martin N, van Noort R. Effect of resin matrix composition on the translucency of experimental dental composite resins. *Dent Mater* 2009;25:1564-8.
- 20 Lee YK. Influence of filler on the difference between the transmitted and reflected colors of experimental resin composites. *Dent Mater* 2008;24:1243-7.
- 21 Haas K, Azhar G, Wood DJ, Moharamzadeh K, Van Noort R. The effects of different opacifiers on the translucency of experimental dental composite resins. *Dent Mater* 2017;33:e310-6
- 22 Karakaya İ. Renklendirilmiş Cad/Cam bloklar, kompozit rezinler ve daimi dişlere uygulanan farklı ofis tipi beyazlatma ajanlarının etkilerinin karşılaştırılması. Yakın Doğu Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Restoratif Diş Tedavisi Programı, Doktora Tezi, Lefkoşa, 2017
- 23 Sengez G, Dörter C. Estetik diş hekimliğinde renk seçimi. *Selcuk Dent J.* 2019; 6(2): 213-20.
- 24 Vadher R, Parmar G, Kanodia S, Chaudhary A, Kaur M, Savadhariya T. Basics of color in dentistry: A review. In *IOSR-JDMS, J Dent Med Sci.* 2014; 13(9): 78-85.
- 25 Yılmaz B. Diş hekimliğinde mesleki deneyimin dişlerde renk seçimine etkisinin değerlendirilmesi. Osmangazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Restoratif Diş Tedavisi AD., Uzmanlık Tezi, Eskişehir, 2018
- 26 Ontiveros JC., Paravina RD. Color and shade matching in operative dentistry. In: *Sturdevant's Art and Science of Operative Dentistry.* Eds: Ritter, A.V., Boushell, L.W., Ricardo Walter. Mosby, 2018, 7th Edition, USA, p.200-18.
- 27 Lee YK, Bum Soon L, Cheol We K. Effect of surface conditions on the color of dental resin composites. *J Biomed Mater Res* 2002; 63.5: 657-63.
- 28 Obregon A, Goodkind RJ, Schwabacher WB. Effects of opaque and porcelain surface texture on the color of ceramometal restorations. *J Prosthet Dent* 1981; 46.3: 330- 40.
- 29 Wee AG. Description of Color, Color- Replication Process, and Esthetics. Rosenstiel SF, Land M, Fujimoto J. *Contemporary Fixed Prosthodontic.* 5th ed. CV Mosby Co. 2001. p.624-45.
- 30 Fondriest J. Shade matching in restorative dentistry: the science and strategies. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2003;23(5):467-79.
- 31 Anusavice KJ, Shen C, Rawls HR. *Phillips' science of dental materials.* 12th ed. United States: Elsevier Health Sciences; 2013.
- 32 Horn DJ, Bulan-Brady J, Hicks ML. Sphere spectrophotometer versus human evaluation of tooth shade. *J Endod* 1998; 24.12: 786-90.
- 33 Phillips RW. *Skinner's Science of Dental Materials.* 9th ed. Philadelphia: WB Saunders Comp; 1991. p. 47- 527.
- 34 Fondriest J. Shade Matching in Restorative Dentistry: The Science and Strategies. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2003; 23: 467-79.
- 35 Rosenstiel SF, Land M, Fujimoto J. *Contemporary Fixed Prosthodontic.* C.V. Mosby, 2001.
- 36 Turgut S, Bagis B. Diş hekimliğinde renk ve renk ölçüm yöntemleri. *Atatürk Üniv. Diş Hek. Fak. Derg* 2012;(Suppl 5): 65-75.
- 37 Seghi RR, Johnston WM, O'brien WJ. Spectrophotometric analysis of color differences between porcelain systems. *J Prosthet Dent* 1986; 56.1: 35-40.
- 38 O'Brien WJ. *Color and Appearance, Dental Materials and Their Selection.* 3rd ed. Illinois: Quintessence Publishing; 2002.
- 39 Brewer JD, Wee A, Seghi R. Advances in color matching. *Dent Clin North Am* 2004;48(2):341-58.
- 40 Sharma G, Wu W, Dalal EN. The CIEDE2000 color-difference formula: Implementation notes, supplementary test data, and mathematical observations. *Color Res Appl.* 2005; 30(1): 21-30.

- 41 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.
- 42 Pecho OE, Ghinea R, Alessandretti R, Pérez MM, Della Bona A. Visual and instrumental shade matching using CIELAB and CIEDE2000 color difference formulas. Dent Mater. 2016a; 32(1): 82-92.
- 43 Watts A, Addy M. Tooth discolouration and staining: a review of the literature. Br Dent J 2001;190(6):309-16.
- 44 Best R, Bridgeman I, Hill A, McLaren K, Patterson D, Rigg B. Color physics for industry. In: McDonald R, eds. Society of Dyers and Colourists. Bradford, İngiltere: 1987.
- 45 Van der Burgt TP, Ten Bosch JJ, Borsboom PC, Kortsmid WJ. A comparison of new and conventional methods for quantification of tooth color. J Prosthet Dent 1990;63(2):155-62.
- 46 Okubo SR, Kanawati A, Richards MW, Childress S. Evaluation of visual and instrument shade matching. J Prosthet Dent 1998;80(6): 642-8.
- 47 Joiner A. Tooth colour: a review of the literature. J Dent 2004;32(1):3-12.
- 48 Recen D, Önal B, Türkün LŞ. Deneyimin kompozit rezinlerin renk seçimi üzerine etkisinin bir spektrofotometre kullanılarak değerlendirilmesi. Acta Odontologica Turcica 2016;33(1):12-7.
- 49 Craig RG, Powers JM, Wataha JC. Dental Materials; Properties and Manipulation, Eighth Ed., Mosby. China;2004.
- 50 Berns RS. Billmeyer and Saltzman's Principles of Color Technology, Third Ed. Wiley, New York.2000
- 51 Müdüroğlu R, Çongara TK, Nalçacı A. Renk belirlenmesinde kullanılan yöntem ve cihazlar. Cumhuriyet Dental Journal. 2018; 21(1): 61-9.
- 52 Doğan DA, Yüzüğüllü B. Renk seçiminde güncel teknolojik gelişmeler. Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi 2011;2011(4):65-72.
- 53 Sarıkaya I, Güler AU. Diş Hekimliği Uygula- 31. malarında Renk Kavramı. Türkiye Klinikleri J Dental Sci 2009;15(2):118-29.
- 54 Lath D, Wildgoose D, Guan Y, Lilley T, Smith R, Brook A. A digital image analysis system for the assessment of tooth whiteness compared to visual shade matching. The Journal of clinical dentistry 2006;18(1):17-20.
- 55 Haddad HJ, Jakstat HA, Arnetzl G, Borbely J, Vichi A, Dumfahrt H, *et al.* Does gender and experience influence shade matching quality? J Dent 2009;37:40-4.
- 56 Chu JS, Devigus A, Paravina RD, Mielezsko AJ. Fundamentals of color shade matching and communication in esthetic dentistry, 2nd edn. Hanover Park, IL: Quintessence Publishing; 2010.
- 57 Bayındır F, Wee AG. Diş rengi seçiminde bilgisayar destekli sistem- lerin kullanımı. Hacettepe Diş Hek Fak Derg 2006;30:40-6.
- 58 Polat S, Tunçdemir AR, Öztürk C, Tunçdemir MT. Renk körü ve renk körü olmayan diş hekimlerinin renk seçimindeki başarı oranlarının de- ğerlendirilmesi. Cumhuriyet Üniv Diş Hek Fak Derg 2012;15:320-6.
- 59 Yılmaz SK, Şeker E, Ozan O, Meriç G, Yılmaz B. Hekimlerin ve dental teknisyenlerin vita tooth guide 3D master skalası ile renk seçimi başarıları- nın değerlendirilmesi. Cumhuriyet Üniv Diş Hek Fak Derg 2011;14:92- 100.
- 60 Öngül D, Çelik D, İlbey D, Şermet B. Türk toplumundaki genç birey- lerde diş renk dağılımının incelenmesi. İstanbul Üniv Diş Hek Fak Derg 2013;47:30-40.
- 61 Kısacık FÖ, Keçeci AD, Adanır N. Vital ağartma tedavilerinde ba- şarının ve renk stabilitesinin ölçülmesi. S.D.Ü Sağlık Bilimleri Enstitüsü Dergisi 2012;3:89-95.
- 62 B.-J. Kim, Y.-K. Lee, Influence of the shade designation on the color difference between the same shade-designated resin composites by the brand, Dent. Mater. 25(9) (2009) 1148-1154.
- 63 R.S.Iyer,V.R.Babani,P.Yaman,J.Dennison,Colormatchingusinginstrumentalandvisual methods for single, group, and multi-shade composite resins, J. Esthet.Restor. Dent. 33 (2) (2021) 394-400.
- 64 Luo MR, Cui G, Rigg B. The development of CIE 2000 colour-difference formula CIEDE 2000. Color Res App 2001; 26:340-50.

- 65 Magne P, So WS. Optical integration of incisoproximal restorations using the natural layering concept. *Quintessence Int* 2008; 39:633- 43.
- 66 da Costa J, Fox P, Ferracane J. Comparison of various resin composite shades and layering technique with a shade guide. *J Esthet Restor Dent*. 2010;22(2):114-124.
- 67 Dietschi D, Fahl N Jr. Shading concepts and layering techniques to master direct anterior composite restorations: anupdate. *Br Dent J*. 2016;221(12):765-771.
- 68 Fahl N Jr. Single-shaded direct anterior composite restorations: a simplified technique for enhanced results. *Compend Contin Educ Dent*. 2012;33(2):150-154.
- 69 Trifkovic B, Powers JM, Paravina RD. Color adjustment potential of resin composites. *Clin Oral Invest* 2018; 22:1601-7.
- 70 Hall NR, Kafalias MC. Composite colour matching: the development and evaluation of a restorative colour matching system. *Aust Prosthodont J* 1991;5:47-52.
- 71 R.D. Paravina, S. Westland, F.H. Imai, M. Kimura, J.M. Powers, Evaluation of blending effect of composites related to restoration size, *Dent. Mater.* 22 (4) (2006)299-307.
- 72 Ota M, Ando S, Endo H, et al. Influence of refractive index on optical parameters of experimental resin composites. *Acta Odontol Scand*. 2012;70(5): 362-367.
- 73 Tokuyama Dental America. Omnichroma technical report,2019 <https://www.tokuyama-us.com/omnichroma-dental-composite>.
- 74 A.U.J. Schweppe, C. Meier, M. Eck, K. Reischl, Comparison of strength andesthetics of novel single shade composites, in: IADR, Online-Conference, 2020.
- 75 Pereira Sanchez N, Powers JM, Paravina RD. Instrumental and visual evaluation of the color adjustment potential of resin composites. *J Esthet Restor Dent* 2019;31:465-70,
- 76 de Abreu JLB, Sampaio CS, Jalkh EBB, Hirata R. Analysis of the color matching of universal resin composites in anterior restorations. *J Esthet Restor Dent* 2020:1-8,
- 77 Kulzer GmbH. Venus pearl/diamond one shade technical report, <https://www.kulzer.es/es/es/clinica/1/product/osdelaalaz/venus/9/venus-diamond-one.aspx>.