

DERLEME

Vital ağartma tedavilerinde başarının ve renk stabilitesinin ölçülmesi

Measurement of succes and color stability of vital whitening treatments

Feyza Özdemir Kısacık¹, Ayşe Diljin Keçeci¹, Necdet Adanır²

¹Süleyman Demirel Üniversitesi Dişhekimliği Fakültesi Endodonti AD, Isparta, Türkiye

²Gaziantep Üniversitesi Dişhekimliği Fakültesi Endodonti AD, Gaziantep, Türkiye

Özet

Ağartma tedavileri, uzun yıllardan beri daha beyaz ve parlak dişler elde etmek için kullanılmaktadır. Vital dişleri ağartmak için birçok farklı yöntem tarif edilmiştir. Günümüzde birçok farklı ağartma ajanının, farklı konsantrasyonu, uygulama süresi, ürün formülü, uygulama modeli ve aktivasyon şeklinin kullanıldığı yöntemler mevcuttur. Ağartma tedavilerinin etkinliğinin belirlenmesinde elde edilen renk değişimini değerlendirmek için renk skalaları, spektrofotometreler, kolorimetreler ve dijital fotoğrafların bilgisayar ortamında incelenmesi gibi birçok yöntem geliştirilmiştir. Renk stabilizasyonunun renklenen tipine, uygulanan tedavi yöntemine ve kullanılan materyale göre farklılık gösterdiği düşünülmektedir. Bu derlemenin amacı farklı vital ağartma yöntemlerini, tedavi sonrası elde edilen renk değişimini ölçme metotlarını ve renk stabilizasyonunu yapılan araştırmalar ışığında incelemektir.

Anahtar kelimeler: Renk değişikliği, renk ölçüm cihazları, vital diş ağartma

Abstract

Bleaching treatments are being used for many years to make teeth whiter and brighter. There are various different methods described to bleach vital teeth. Today, many different bleaching agents, with different concentrations, application times, product formulations, application models and activation methods are used. To evaluate the effectiveness of treatments, to determine the color change from bleaching, many methods were developed, including color scales, spectrophotometers, colorimeters, and digital photos on computer analysis. It is thought that color stabilization differ with the type of coloration, the application method and the material used for the treatment. The purpose of this review was to evaluate the different methods of vital bleaching, the measurement methods of obtained the color change and color stability after bleaching treatments in the light of the related studies.

Key Words: Color change, color measurement devices, vital tooth bleaching

Giriş

Ekstresek ya da intrinsek kaynaklı oluşabilen diş renklenmeleri bireyler arasında estetik kaygıları ve dolayısıyla da tedavi ihtiyacını artırmaktadır. Ağartma tedavileri, uzun yıllardan beri daha beyaz ve parlak dişler elde etmek için kullanılmaktadır. Bu amaçla diş yapılarına direkt ya da indirekt olarak etki eden okside edici ajanlar (peroksit, klorin ve klorit vb) uygulanır (1). Vital dişleri ağartmada birçok farklı yöntem tarif edilmiştir (2). Ağartma yöntemlerinin temel prensibi renk veren makro moleküllü bileşiklerin okside edici ajanlar aracılığıyla daha küçük moleküllere parçalanması esasına dayanır (3). Etkilenmiş dişin başlangıç rengi, tekniğin başarısını ya da başarısızlığını değerlendirmek için önemlidir (4). Ağartma işlemi hedeflenen renge ulaşılan kadar ya da renk değişimin görülmediği doyma noktasına ulaşılan

kadar uygulanır (5). Ağartma tedavilerinden sonraki renk değişimlerini ölçmek amacıyla renk skalaları, spektrofotometreler, kolorimetreler ve dijital fotoğrafların bilgisayar ortamında incelenmesi gibi birçok yöntem geliştirilmiştir (6–9). Bunlardan en yaygın kullanılanı diş renginin renk skalası ile değerlendirildiği yöntemdir (10–12). Ancak subjektif olan bu yöntemde kişiden kişiye ya da ortamdaki ortama farklı değerlendirmeler yapılabileceği için tekrar edilebilirliği ve standardizasyonu oldukça zordur (11,13). Renk değerlendirilmesinin objektif yapılabilmesi için spektrofotometre, spektrometre, kolorimetre ve dijital görüntü analiz teknikleri geliştirilmiştir (14–17).

Ağartma tedavilerinden sonra renkte bir miktar geri dönüş söz konusudur. Renkte geriye dönüşün mekanizması tam olarak açıklanamamakla beraber ağartma prosedürünün

tam tersi olarak düşünülmektedir (18). Bu derlemenin amacı farklı vital ağartma yöntemlerini, tedavi sonrası elde edilen renk değişimini ölçme metotlarını ve renk stabilizasyonunu yapılan araştırmalar ışığında incelemektir.

Vital Diş Ağartma Yöntemleri

Dişhekimiğinde, lokalize diş renklenmelerini gidermek ve/veya dişin renk tonunu açmak için peroksit içerikli ağartma ajanları kullanılmaktadır (19–21).

Vital dişleri ağartmada üç temel ağartma yaklaşımı bulunmaktadır, bunlar;

- Hekim kontrolünde ‘ev tipi (homebleaching)’ ya da ‘gece koruyucu’ ağartma yöntemleri,
- Ofis tipi ağartma ya da ‘powerbleaching’ yöntemi,
- Hekim kontrolü olmadan uygulanan ‘over-the-counter’ (OTC) (reçetesiz satılan ağartma) ürünlerin kullanıldığı yöntemlerdir (22).

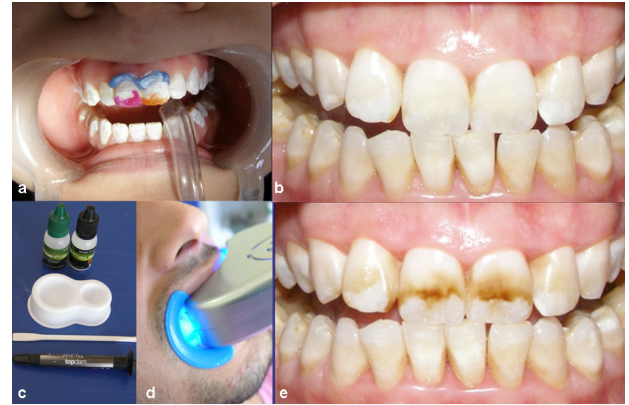
Ev tipi ağartma yönteminde düşük derecelerdeki ağartma ajanı özel yapılmış plaklar içinde dişlere uygulanarak en az 2 hafta kullanılır (1, 23–25). Ürünler, en az % 5, en fazla % 36 oranında karbamid peroksit ve % 6, % 7,5, % 9,5, % 14 ya da % 15 oranında hidrojen peroksit içerirler. Güçlü konsantrasyonda ağartma ajanı kullanmak dişleri bir miktar daha hızlı beyazlatır. Bu tekniğin avantajı düşük maliyet ve ofis uygulama süresinin kısa oluşudur. Ayrıca tekniğin birçok çalışmada araştırılmış olması ve etkinliğinin bilimsel delillerle desteklenmiş olması avantajları arasındadır. En büyük dezavantajı ideal sonuçları elde etmek için önemli derecede hasta uyumuna ihtiyaç duyulması ve hekim kontrolünün diğer tiplere göre daha az olmasıdır (2).

Ofis tipi ağartmada genellikle yüksek konsantrasyonlarda (% 25–35) ağartma ajanları kısa sürelerde uygulanır. Yumuşak dokular izole edildikten sonra ağartma ajanı diş uygulanır ve peroksit ısı ya da ışıkla aktive edilir (Resim 1) (1, 23). Ofis tipi ağartma yöntemi tek seanstan sonra kayda değer ağartma sağladığı halde (1, 23) optimum beyazlık için birden fazla sayıda seans gerekmektedir (26, 27). Ürünün ofiste uygulanması, hasta uyumunu gerektirmemesi ve hızlı sonuç vermesi eden avantajları arasındadır. Yüksek maliyet, uzun seans süresi ve birden fazla seans gibi faktörler de dezavantajları olarak sıralanabilir (28).

OTC ürünleri tek başına uygulanabilen dişlik, stripler ya da paint-on (firçayla sürülen) ürün formatında düşük konsantrasyonlarda (% 3–6 hidrojen peroksit) ağartma ajanı içerirler. OTC kitleri; macunlar, beyazlatma (whitening strips) bantları, uygulama fırçaları (paint-on) ve önceden hazırlanmış ya da yarı şekillendirilmiş

plaklardan oluşur (29). Beyazlatma bantları genellikle % 5.3–% 6.5 hidrojen peroksit bulundururken, “paint-on” fırça sistemleri % 18 karbamid peroksit içerirler (30). Hidrojen peroksit strip sistemi plaksız ağartma sistemidir ve prefabrikasyon ya da jel yüklemeyi gerektirmez. Adeziv bant % 5.3 hidrojen peroksitle önceden kaplanmış ince strip dağıtım sisteminden oluşur (30, 31). Strip, anterior 6 dişin fasiyal yüzeyine direkt olarak yerleştirilebilecek uzunluktadır. Günde 2 kere, 2 haftaya varan uygulamalar gerektirmektedirler (32–34). Üreticiler (Proctor&Gamble, Cincinnati, OH) striplerin jeli uniform ve kontrollü uygulama imkânı sağladığını ileri sürmüşlerdir. Materyalin ilk uygulamasının dişhekimi tarafından yapılması önerilmektedir.

Kombine yöntemler yüksek konsantrasyondaki ofis tipi ağartma tedavisini takiben ev tipi ağartmanın uygulanması ve sıklıkla ilave ofis uygulaması ile tedavinin bitirilmesi şeklinde uygulanan tedavilerdir (35). Tek başına ofis uygulamalarına kıyasla kombine tedaviler daha kısa zaman alırlar, ofis uygulama seansları azalır ve hastalara maliyeti daha düşük olur (36).



Resim 1: Ofis tipi ağartma ya da ‘powerbleaching’ yöntemi

Tüm bölgelerinde eşit oranda ağartma istenmeyen dişlerde tercih edilen tedavi yöntemi (Ofis tipi ağartma). Kliniğimizde ileri düzeyde renklenme gösteren florozisli dişlerde ofis tipi ağartma ajanlarının hastaya uygulanması (a), 5x2 dakika bölgesel uygulamalar sonrasında florozisli dişlerde elde edilen ağartma (b), konsantre H₂O₂ ve yoğunlaştırıcı formlarından oluşan ofis tipi ağartma ajanı (c), dişlerin 5–6 mm uzağına konumlandırılarak tek seferde ağartılacak dişlerin tümüne aynı anda ışık uygulanması sağlayan ışık cihazı (d), ofis tipi ağartma uygulanan florozisli dişlerin tedaviden önceki hali (e)

Ağartma Tedavileri Sonrasında Meydana Gelen Renk Değişiminin Belirlenmesi

Etkilenmiş dişin başlangıç rengi, tekniğin başarısını ya da başarısızlığını değerlendirmek için önemlidir (4). Renklenmenin tipi tedavi sonuçlarını büyük oranda

etkilemektedir (37). Açık lekeleri ağartmanın daha kolay olduğu bilinmektedir (38). Renk değerlendirmesini; renk alınan ortamın doğal ışık miktarı, hue (diş renginin sarı ya da mavi aralıkta oluşu), value (aydınlık ya da parlaklık), kroma (rengin güçlü ya da zayıf olması) gibi faktörler etkilemektedir (39).

Diş rengi değerlendirme yöntemleri renk skalaları yardımıyla hekim tarafından yapılan subjektif değerlendirmeler ya da kolorimetre, spektrometre, spektrofotometre ve dijital fotoğraf makineleri gibi cihazlarla yapılan objektif değerlendirmeler olarak iki grupta incelenebilir.

Renk Skalaları

Ağartma tedavilerinde hastanın diş rengini belirlemek ve renk değişimini değerlendirmek için en sık başvurulan yöntem renk skalalarıdır (10). Ancak piyasada bulunan skalalar sınırlı oranda renk kapasitesine sahiptir (40) ve görsel olarak yapılan bu değerlendirme oldukça subjektiftir (41,42). Subjektif değerlendirmeler, uygulama kolaylığı ve ucuz maliyeti sebebiyle en yaygın kullanılan yöntemlerdir. Ancak sonuçların tekrarlanabilir olması ve istatistiksel olarak değerlendirilebilmesi için objektif yöntemlere ihtiyaç duyulmaktadır.

Renk Ölçüm Cihazları (Kolorimetreler, Spektrofotometreler)

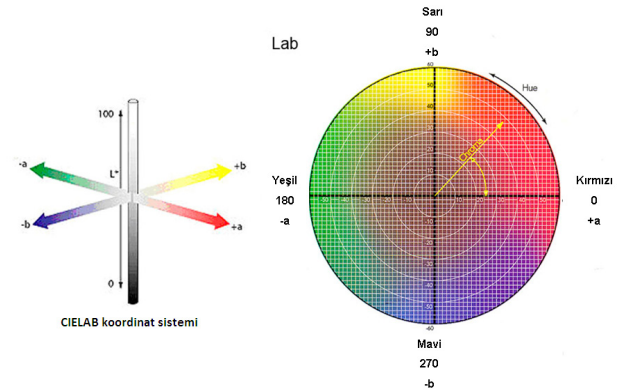
Kolorimetreler, gözü taklit ederek kırmızı, yeşil ve mavi ışık miktarını ölçerek ölçüm yapan, spektrofotometreler ise tüm renk evrenini kullanarak (380–720 nm arasında belirli dalga boyu aralıklarında yansıyan ışık enerjisinin tümü) ölçüm yapan renk ölçüm cihazlarıdır (Resim 2) (43). Objektif değerlendirme için geliştirilmiş cihazlar rengi üç boyutlu değerlendirmeyi sağlayan CIE (Commission Internationale'deL'Eclairage–Uluslararası Aydınlatma Komisyonu) $L^*a^*b^*$ renk aralık sistemine sahiptir (26). Eşit algılanan renk farklarıyla ilişkin eşit mesafeler ile uniform bir renk uzayını temsil eden CIE $L^*a^*b^*$ renk sistemi 1976 yılında geliştirilmiştir (44). Bu üç boyutlu renk uzayında L^* , a^* , b^* üç eksenini oluşturur. L^* değeri bir nesnenin aydınlığını belirtir ve 0–100 arasındaki skala ile ifade edilir. Siyah '0', beyaz '100' değerini alır. a^* değeri ise kırmızılığı (pozitif a^*) ya da yeşilliği (negatif a^*) ifade eder. b^* değeri sarılığı (pozitif b^*) ve maviliği (negatif b^*) tanımlamaya yardımcıdır (Resim 3). a^* ve b^* koordinatları (+127 –128) doğal renklerde (beyaz, gri) sifıra yaklaşır ve çok doymuş ve yoğun renklerde büyük miktarda artar (26, 45).

Geliştirilen bu cihazlar ile renk skalalarına göre daha net ve tekrar edilebilir sonuçlar elde edilir (43, 46) ancak in vitro koşullarda monokromatik örneklerin renk seçiminde klinik uygulamaya göre daha doğru ve güvenilir sonuçlar verdikleri bilinmektedir bu nedenle in vivo şartlarda

yaygın kullanımları engellenmektedir (47–49). Ayrıca düz yüzeyleri ölçmek için tasarlandıklarından florozis gibi pürüzlü yüzeylere sahip dişlerin renk değerlendirmelerini yapmak için uygun değildir (12, 16).



Resim 2: Renk ölçüm cihazı (spektrofotometre)



Resim 3: $L^*a^*b^*$ renk sisteminin şematik görünümü

Dijital Fotoğraf Makineleri

Dijital fotoğraf makineleri ile tüm diş yüzeyleri istenilen açıdan görüntülenebilmektedir (8). Alınan görüntüler bilgisayar ortamına aktararak çeşitli yazılım programlarında (ör: Adobe Photoshop) ayrıntılı bir şekilde incelenebilmektedir (6). Ayrıca milimetrik ölçüm yapabilme imkânı tekrar edilebilir ölçümler yapmayı sağlar (9). Fotoğraf görüntüsü hekime, diş morfolojisi, yüzey yapısı, renk dağılımı, parlaklık ve diğer özellikler hakkında bilgi vermektedir. Tekrar edilebilir sonuçlar için ortam, ekipman, magnifikasyon oranı (ör:1:1), çözünürlük, dosya tipi (ör: Tiff ya da Jpeg) sabit olmalı, manuelekspojurve flaş modu, düşük ISO değeri (ör: 100

ya da 125) ve standart kamera dış uzaklığı seçilmelidir (8). Standardizasyon için tüm şartlar elde edilse bile renk ve görüntüde farklılıklar tam olarak önlenemez. Bu nedenle farklılıkları elimine etmek için bir metot geliştirmek gereklidir. Bu amaçla fotoğraflara değerini bildiğimiz bir objenin koyulması kalibrasyon sağlayarak kıyaslamayı standart ve kolay hale getirecektir. Bu amaçla skala dışı, beyaz seramik referans ya da deliciyle kesilmiş gri bir karttan yararlanılabilmektedir (6, 8).

Dijital görüntülerde elde edilen L*, a*, b*, değerleri;

$\Delta E^* = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2}$ formülüne yerleştirilerek, ΔE^* değerleri hesaplanır. ΔE^* değeri toplam renk değişimini ifade etmektedir (48–52). Bu değer büyük olması elde edilen renk değişiminin fazla olduğu anlamına gelmektedir (53).

Ağartma Tedavisi Sonrası Renk Stabilizasyonu

Ağartma işlemi sonlandırıldıktan bir süre sonra diş renginde bir miktar geriye dönüş söz konusu olur. Ağartma tedavilerindeki oksidatif işlemler ile dişin oksijenle dolduğu ve optik özelliklerinin değişerek daha opak bir görüntü verdiği ileri sürülmüştür. Tedaviden yaklaşık 2 hafta sonra renkte görülen gerilemenin harcanan oksijene bağlı olduğu ve dişin gerçek rengini göstermeye başladığı bildirilmiştir. Hastalar dişin yeni renginin dengeye geldiği bu durum hakkında bilgilendirilmelidir aksi takdirde diş renginin geriye döndüğü düşünülebilir (54). Bazı araştırmacılar ise renkte meydana gelen geri dönüşün ağartma tedavisinden sonraki ilk ayda olduğunu bildirmişlerdir (55). Renkte geriye dönüşün mekanizması tam olarak açıklanamamakla beraber ağartma prosedürünün tam tersi olarak düşünülmektedir (18). Daha önce okside olan bazı substanslar kimyasal olarak azalarak diş eski rengini yansıtmaya başlamaktadır (56).

Renk geri dönüşü için yapılan çalışmalar sıklıkla ev tipi ağartma tedavilerini değerlendirmişler ve tedaviden 1 hafta sonraki rehidratasyonla başlayan renk gerilemesinin daha sonraki sürelerde de devam ettiğini ileri sürmüşlerdir. (55, 57, 58). Ev tipi ağartma tedavisinden 3 yıl sonra hastaların % 37'sinde, 7 yıl sonra ise % 58'inde renkte geriye dönüş olduğu rapor edilmiştir (59). Benzer şekilde ΔE değerindeki değişimin 6 hafta sonunda % 65 (60), 6 ay sonunda ise % 50'ye gerilediğini bildiren çalışmalar mevcuttur (55). Renk stabilitesinin mine ve dentin için değerlendirildiği bir *in vitro* çalışmada OTC, ev tipi, ofis tipi ve intrakoronal ağartma yöntemleri incelenmiş ve tüm örneklerde 12 ay sonra renk geri dönüşü olsa da ağartmanın hala hissedilir düzeyde kaldığı bildirilmiştir. Bu durum ağartma tedavisi ile organik içeriğin geri dönüşsüz yıkımı sonucu dişteki sararmış görünüşün azalması olarak açıklanmış ve kullanılan farklı ağartma yöntemlerinin renk geri dönüşünde etkisiz olduğu belirlenmiştir (61).

Işık aktivasyonlu ve aktivasyonsuz ofis tipi yöntemlerin kıyaslandığı Marson ve arkadaşlarının (62) yaptığı çalışmada, 6 ay sonunda istatistiksel olarak anlamlı olmayan bir renk geri dönüşü bildirilmiştir. İki ayrı klinik çalışmada ise renk geri dönüşünün tedavi bitiminden hemen sonra başladığı ve 5.–6. haftaya kadar devam ettiği rapor edilmiştir (26, 63). Rosenstiel ve arkadaşları (64) % 35 hidrojen peroksit içeren ağartma ajanını 30 dakika ışıkla aktive ederek tek seans uyguladıkları *in vitro* çalışmada 7 gün sonunda renk geri dönüşü olduğunu bildirmişlerdir. Bir başka çalışmada uygulama sayısının ve süresinin renk geri dönüşünde etkili olduğunu, uygulama sayısı fazla olursa kalıcılığında fazla olacağı ve tek seans uygulamadan 1 hafta sonra kaydedilen renk geri dönüşünün bunlara bağlı olabileceği ileri sürülmüştür (62). Renk stabilitesini değerlendiren klinik bir çalışmada, % 10 karbamid peroksit kullanılarak uzun uygulama süreleriyle tedavi edilmiş tetrasiklin lekeli dişlerde elde edilen rengin 54 ay sonunda sabit kalmasının mümkün olduğu gösterilmiştir. Renk stabilitesinin bu durumu 6 aya varan uzun süreli tedavi ile açıklanmıştır (65). Milnar (66) tarafından yapılan bir çalışmada 3 ay sonra ağartılan dişlerde meydana gelen renk geri dönüşünün hastalar tarafından önemsiz bulunduğunu rapor edilmiştir.

Yapılan bir *in vitro* çalışmada, ağartıldıktan sonra distile H₂O₂ içine konan dişlerde belirgin renk geri dönüşüne rastlanmış ancak *in vivo* ortamdaki tükürüğün mevcudiyetinin bu gerileme etkisini azaltabileceği düşünülmüştür (67).

Ofis tipi ağartma tedavisi ile % 38 hidrojen peroksitin kullanıldığı bir çalışmada toplam 90 dakikalık uygulama (30 dakikalık 3 uygulama) sonucunda renkte 9 ton açılma olduğu ve 7 gün sonrasında 2 ton geriye dönüş olduğu rapor edilmiştir (68). Bu düzeyde renk değişimi diğer çalışmalarda da tekrarlanmıştır ancak geri dönme derecesi farklı bulunmuştur (63). Farklılık orijinal renklenmenin sebebine bağlı olarak gelişebilmektedir. Ofis tipi ağartma uygulaması ev tipi ağartma ile desteklenirse renk değişiminin daha uzun sürede olduğu görülmektedir. Ofis tipi ağartma tedavisinden sonra renk stabilizasyonu genellikle 6 hafta olarak belirlenmiştir (26).

Bazı araştırmacılar, ağartma tedavilerinden sonra renk stabilizasyonu için ofis tipi uygulamaların ev tipi uygulamalar ile devam etmesi gerektiğini ya da amorf kalsiyum fosfat gibi remineralizasyon ve renk stabilizasyonu sağlayan ajanların ağartma uygulamalarıyla birlikte kullanılmasını önermişlerdir (60, 69, 70).

Sonuç

Tüm ağartma tedavilerinden sonra çeşitli düzeylerde renk geri dönüşü söz konusudur. Renkte meydana gelen gerilemenin başlama zamanı çalışmalarda farklılık

göstermekle birlikte yaklaşık 1–2 hafta sonra fark edilir düzeye ulaşmaktadır. Bu durum ağartma işlemleri sonucu diş yapılarında meydana gelen oksidatif olayların dengeye ulaşmasıyla açıklanabilir. Ağartma tedavileri sonrası renklendirici organik moleküllerin geri dönüşümsüz yıkımı sonucu renkte bir miktar geriye dönüş gözlenebileceği tamamen eski haline gelmesi söz konusu değildir. Ağartmanın uzun sürede gerçekleşmiş olması, ofis tipinin ev tipi ile desteklenmesi ve ağartma işlemleri sonrası remineralizasyon ve stabilizasyon sağlayıcı ajanların kullanımı elde edilen rengin daha uzun süre stabil kalacağını düşündürmektedir.

Kaynaklar

- Goldstein RE, Garber DA. Complete Dental Bleaching. Chicago: Quintessence Publishing; 1995: 73-74.
- Kihn PW. Vital tooth whitening. DentClin North Am 2007; 51: 319-331.
- Kawamoto K, Sujimoto Y. Effects of the hydroxyl radical and hydrogen peroxide on tooth bleaching. J Endod 2004; 30: 45-50.
- Arens D. The role of bleaching in esthetics. Dent Clin North Am 1989; 33: 319-336.
- Auschill TM, Hellwig E, Schmidale S, Sculean A, Arweiler NB. Efficacy, side-effects and patients' acceptance of different bleaching techniques (OTC, in-office, at-home). Oper Dent. 2005; 30:156-63.
- Bentley C, Leonard RH, Nelson CF, Bentley SA. Quantitation of vital bleaching by computer analysis of photographic images. J Am DentAssoc 1999; 130:809-816.
- Paul S, Peter A, Pietrobon N, Hämmerle CH. Visual and spectrophotometric shade analysis of human teeth. J DentRes. 2002; 81:578-82.
- Bengel WM. Digital photography and the assessment of therapeutic results after bleaching procedures. J EsthetRestorDent 2003; 15: 21-32.
- Guan YH, Lath DL, Lilley TH, Willmot DR, Marlow I, Brook AH. The Measurement of ToothWhiteness by Image Analysis and Spectrophotometry: A Comparison. J Oral Rehabil 2005; 32: 7- 15.
- Analoui M, Papkosta E, Cochran M, Matis B. Designing Visually Optimal Shade Guides. J ProsthetDent 2004; 92: 371- 376.
- Joiner A. The bleaching of teeth: a review of the literature. J Dent 2006; 34:412-419.
- Ontiveros JC, Paravina RD. Color change of vital teeth exposed to bleaching performed with and without supplementary light. J Dent 2009; 37: 840-847.
- Klemetti E, Matela A-M, Haag P, Kononen M. Shade selection performed by novice dental professionals and colorimeter. J Oral Rehabil 2006; 33: 31–35.
- Knispel G. Factors affecting the process of color matching restorative materials to natural teeth. QuintessenceInt 1991; 22: 525-531.
- Paravina RD. Evaluation of a Newly Developed Visual Shade-Matching Apparatus. Int J Prosthodont 2002; 15: 528-534.
- Joiner A. Toothcolour: a review of the literature. J Dent 2004; 32: 3-12.
- Cho BH, Lim YK, Lee YK. Comparison of the color of natural teeth measured by a colorimeter and Shade Vision System. Dent Mater 2007; 23: 1307-1312.
- Heymann HO, Swift EJ Jr, Bayne SC, May KN Jr, Wilder AD Jr, Mann GB, Peterson CA. Clinical evaluation of two carbamide peroxide tooth-whitening agents. Compend Contin Educ Dent, 1998; 19:359-376.
- Meireles SS, Santos IS, Bona AD, Demarco FF. A double-blind randomized clinical trial of two carbamide peroxide toothbleaching agents: 2-year follow-up. J Dent 2010; 38: 956-63.
- Joiner A. Whitening toothpastes: a review of the literature. J Dent 2010; 38:17-24.
- Suliman M, Addy M, MacDonald E, Rees JS. The effect of hydrogen peroxide concentration on the outcome of tooth whitening: an in vitro study. J Dent 2004; 32:295-9.
- Heymann HO. Tooth whitening: facts and fallacies. Br Dent J 2005; 198: 5-14.
- Kugel G, Ferreira S. The art and science of tooth whitening. J Mass Dent Soc. 2005 Winter; 53(4):34-7.
- Haywood VB, Heyman HO. Nightguard vital bleaching. Quintessence Int 1989; 20: 173-176.
- Joiner A. Review of the effects of peroxide on enamel and dentine properties. J Dent 2007; 35: 889-96.
- Zekonis R, Matis BA, Cochran MA, Al Shetri SE, Eckert GJ, Carlson TJ. Clinical evaluation of in Office and at home bleaching treatments. OperDent 2003; 28: 114-121.
- Suliman M. An overview of bleaching techniques. 3. Insurgeryorpowerbleaching. Dent Update 2005; 32: 101-108.

28. Freedman G. In-office whitening systems. *DentToday*. 2005; 24:110-115.
29. Donly KJ, Donly AS, Baharloo L, Rojas-Candelas E, Garcia-Godoy F, Zhou X, Gerlach RW. Tooth whitening in children. *Compend Contin Educ Dent*. 2002; 23: 22-28.
30. Sagel PA, Odioso LL, McMillan DA, Gerlach RW. Vital tooth whitening with a novel hydrogen peroxide strip system: design, kinetics, and clinical response. *Compend Contin Educ Dent* 2000; 29: 10-15.
31. Haywood VB. Current status of nightguard vital bleaching. *Compend Contin Educ Dent*, 2000; 28: 10-17.
32. Gerlach RW. Whitening paradigms 1 year later: introduction of a novel Professional tooth bleaching system. *Compend Contin Educ Dent* 2002; 23:4-8.
33. Slezak B, Santarpia P, Xu T, Monsul-Barnes V, Heu RT, Stranick M, Sullivan R, Petrou I, Bagley D, Li Y. Safety profile of a new liquid whitening gel. *Compend Contin Educ Dent*. 2002; 23: 4-11.
34. Collins LZ, Maggio B, Liebman J, Blanck M, Lefort S, Waterfield P, Littlewood D, Naeni M, Schäfer F. Clinical evaluation of a novel whitening gel, containing %6 hydrogen peroxide and a Standard flouride tooth paste. *J Dent* 2004; 32: 13-17.
35. Kugel G, Perry RD, Hoang E, Scherer W. Effective tooth bleaching in 5 days: using a combined in-office and at-home bleaching system. *Compend Contin Educ Dent* 1997; 18: 378-383.
36. Garber DA. Dentist-monitored bleaching: a discussion of combination and laser bleaching. *J Am Dent Assoc*, 1997; 128:26-30.
37. Lorenzo JA, Navarro LF, Caballero AB. At home vital bleaching: a comparison of hydrogen peroxide and carbamide peroxide treatments. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal*. 2006; 11: 94-99.
38. Swift EJ Jr. A method for bleaching discolored vital teeth. *Quintessence Int* 1988; 19: 607-612.
39. Brewer JD, Wee A, Seghi R. Advances in color matching. *Dent Clin North Am*. 2004; 48:341-58
40. Schwabacher WB, Goodkind RJ. Three dimensional shade guides. *J Prosthet Dent* 1990; 64:425-31.
41. Fondriest J. Shade: Matching in Restorative Dentistry. The Science and Strategies. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2003; 23:467-479.
42. Carsten DL. Successful shade matching –what does it take? *Compend Contin Educ Dent* 2003; 24: 175-8, 180.
43. Berns RS. Billmeyer and Saltzman's Principles of color technology. 3rd Ed. New York: Wiley; 2000: 75-104.
44. Bayındır F, Wee AG. Diş Rengi Seçiminde Bilgisayar Destekli Sistemlerin Kullanımı. *Hacettepe Dişhekimliği Fakültesi Dergisi* 2006; 30: 40-46.
45. King KA, de Rijk WG. Variations of L* a* b* values among Vitapan classical shade guides. *J Prosthodont* 2007; 16:352-6.
46. Amato M, Scaravilli MS, Farella M, Riccitiello F. Bleaching teeth treated endodontically: long-term evaluation of a case series. *J Endod* 2006; 32: 376-8.
47. Dozic A, Kleverlaan CJ, El-Zohairy A, Feilzer AJ, Khashayar G. Performance of five commercially available tooth color-measuring devices. *J Prosthodont* 2007; 16: 93-100.
48. Kim-Pusateri S, Brewer JD, Davis EL, Wee AG. Reliability and accuracy of four dental shade-matching devices. *J Prosthet Dent* 2009; 101:193-9.
49. Tung FF, Goldstein GR, Jang S, Hittelman E. The repeatability of an intraoral dental colorimeter. *J Prosthet Dent* 2002; 88: 585-90.
50. Yui KCK, Rodrigues JR, Mancini MNG, Balducci I, Gonçalves SE. In-vivo evaluation of the effectiveness of bleaching agents on the shade alteration of blood-stained teeth. *Int Endod J* 2008; 41: 485-92.
51. Rattacaso RM, da Fonseca Roberti Garcia L, Aguilar FG, Consani S, de Carvalho Panzeri Pires-de-Souza F. Bleaching agent action on color stability, surface roughness and microhardness of composites submitted to accelerated artificial aging. *Eur J Dent* 2011; 5: 143-9.
52. Yuan JC, Brewer JD, Monaco EA Jr, Davis EL. Defining a natural tooth color space based on a 3-dimensional shade system. *J Prosthet Dent* 2007; 98:110-9.
53. Özcan A. Kâğıt yüzey pürüzlülüğünün L*a*b* değerleri üzerine etkisinin belirlenmesi. *İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi* 2008; 14: 53-61.
54. Haywood VB. Current status and recommendations for dentist-prescribed, at-home tooth whitening. *Contemp Esthet Restor Pract*, 1999; 3:2-9.
55. Matis BA, Cochran MA, Eckert G, Carlson TJ. The efficacy and safety of a 10% carbamide peroxide bleaching gel. *Quintessence Int*, 1998; 29: 555-563.
56. Lyons K, Ng B. Nightguard vital bleaching: a review and clinical study. *N Z Dent J*, 1998; 94: 100-103.

57. Matis BA, Mousa HN, Cochran MA, Eckert GJ. Clinical evaluation of bleaching agents of different concentrations. *Quintessence Int* 2000; 31: 303–310.
58. Zantner C, Derdilopolou F, Martus P, Kielbassa AM. Randomized clinical trial on the efficacy of a new bleaching lacquer for self-application. *Oper Dent* 2006; 31: 308-316.
59. Leonard RH Jr. Nighguard vital bleaching: dark stains and long-term results. *Compend Contin Educ Dent*, 2000; 28: 18–27.
60. Matis BA, Cochran MA, Franco M, Al-Amman W, Eckert GJ, Stropes M. Eight in-office tooth whitening systems evaluated in vivo: a pilot study. *Oper Dent* 2007; 32: 322-327.
61. Wiegand A, Drebenstedt S, Roos M, Magalhães AC, Attin T. 12-month color stability of enamel, dentine, and enamel-dentine samples after bleaching. *Clin Oral Investig* 2008; 12: 303-310.
62. Marson FC, Sensi LG, Vieira LC, Araújo E. Clinical evaluation of in-office dental bleaching treatments with and without the use of light-activation sources. *Oper Dent* 2008; 33: 15-22.
63. Al Shethri S, Matis BA, Cochran MA, Zekonis R, Stropes M. A clinical evaluation of two in-office bleaching products. *Oper Dent* 2003; 28: 488-495.
64. Rosenstiel SF, Gegauff AG, McCafferty RJ, Johnston WM. In vitro tooth color change with repeated bleaching. *Quintessence Int* 1991; 22: 7-12.
65. Leonard RH Jr, Haywood VB, Eagle JC, Garland GE, Caplan DJ, Matthews KP, Tart ND. Night guard vital bleaching of tetracycline-stained teeth: 54 months post treatment. *J Esthet Dent* 1999; 11:265-277.
66. Milnar FJ. Considering biomodification and remineralization techniques as adjuncts to vital tooth-bleaching regimens. *Compend Contin Educ Dent* 2007; 28: 234-240.
67. Barlett DW, Walmsley AD, Rippin JW, Wilson SJ. Analysis of two home bleaching products. *J Dent Res* 70:726. [Absrtrac no.452]. In: *Bleaching Techniques in Restorative Dentistry- An Illustrated Guide*. Greenwall L. London, Martin DunitzLtd, 2001: 39.
68. Deliperi S, Bardwell DN, Papathanasiou A. Clinical evaluation of combined in- Office and take home bleaching system. *J Am Dent Assoc* 2004; 135:628-634.
69. Giniger M, Spaid M, MacDonald J, Felix H. A 180-day clinical investigation of the tooth whitening efficacy of a bleaching gel with added amorphous calcium phosphate. *J Clin Dent*, 2005; 16: 11-16.
70. Singh RD, Ram SM, Shetty O, Chand P, Yadav R. Efficacy of casein phosphopeptide-amorphous calcium phosphate to prevent stain absorption on freshly bleached enamel: an in vitro study. *J Conserv Dent* 2010; 13:76-9.