



COLOUR AND BLEACHING IN AESTHETIC DENTISTRY

ESTETİK DİŞ HEKİMLİĞİNDE RENK VE BEYAZLATMA

Oya ŞEKER¹, Hazal SARI²

¹Asst. Prof. Dr., Department of Restorative Dentistry, Faculty of Dentistry, Mustafa Kemal University, Hatay / Turkey

ORCID ID: 0000-0001-9621-1811

²Res. Asst., Department of Restorative Dentistry, Faculty of Dentistry, Mustafa Kemal University, Hatay / Turkey

ORCID ID: 0000-0003-1046-1065

Corresponding Author:

Asst. Prof. Dr., Oya Şeker,

Department of Restorative Dentistry, Faculty of Dentistry, Mustafa Kemal University, Hatay/TURKEY

oyvaseker@yahoo.com, 05052670233

Abstract

The appearance and color of the teeth is a common concern for patients in many populations. For this reason, tooth bleaching is one of the most important treatments in dentistry and every dentist becomes a duty to have the knowledge and the skill to manage tooth stains according to the patient's wishes. The purpose of this review article will help clinicians improve their understanding of kinds of bleaching, mechanism, methods, side effects of bleaching and also types of discoloration, color systems, measurement of tooth's color. In addition to the roughness, microhardness, marginal leakage and bond strength on the composite restorations, the morphology, roughness, hardness, elastic modulus and chemical composition on enamel and dentin surface are discussed.

Keywords: Tooth colour, tooth whitening, colour measurement.

Özet

Birçok popülasyonda dişlerin görünümü ve rengi hastalar için ortak bir endişedir. Bu nedenle, diş beyazlatma diş hekimliğinde en önemli tedavilerden biridir. Her diş hekimi hastanın isteklerine göre diş lekelerini yönetebilecek bilgi ve beceriye sahip olmalıdır. Bu makale, beyazlatma çeşitleri, mekanizmaları, yöntemleri, beyazlatmanın yan etkileri ve aynı zamanda dişlerdeki renk değişiklikleri, renk sistemleri, diş rengi ölçüm yöntemleri konularında güncel bilgiler içermeyi amaçlamaktadır. Diş yapısındaki pürüzlülüğün, mikro sertliğin, marjinal sızıntı ve bağlanma kuvvetinin yanı sıra kompozit restorasyonlarda pürüzlülük, sertlik, elastik modül ve mine-dentin yüzeyindeki değişiklikler tartışılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Diş rengi, diş beyazlatma, renk ölçümü.

Article Info / Makale Bilgisi

Received / Teslim: 22 February 2018

Accepted / Kabul: 26 May 2018

Online Published / Yayınlanma: 03 February 2019

DOI:

INTRODUCTION / GİRİŞ

Son yıllarda, estetik diş hekimliğindeki gelişmeler ile birlikte diş beyazlatmaya ilgi giderek artmıştır. Klinik çalışmalara ve in-vitro araştırmalara göre diş beyazlatma güvenli ve etkili bir yöntem olmakla birlikte renkleşmiş diş görünümünü düzeltmede en konservatif yöntemdir. Hidrojen peroksit ve karbamid peroksit uygulamalarının ve çeşitli konsantrasyonlarının vital diş beyazlatmadaki etkinlikleri in vivo ve in vitro yöntemlerle karşılaştırılmış ve görsel, spektrofotometrik, kolorimetrik ve dijital yöntemlerle değerlendirilmiştir. Beyazlatma sırasında dişlerde ortaya çıkan bu renk değişiminin mekanizması tam olarak anlaşılamamıştır. Bu makale, klinisyenlerin beyazlatma çeşitleri, mekanizmaları, yöntemleri, beyazlatmanın yan etkileri ve aynı zamanda dişlerdeki renk değişikliği, renk sistemleri, diş renginin ölçülmesi konularında bilgilerini geliştirmelerine yardımcı olmayı amaçlamıştır.

İçindekiler

1. Renkleşmeler ve çeşitleri
 - 1.1. Dışsal renkleşmeler
 - 1.2. İçsel renkleşmeler
 - 1.2.1. Sürme öncesi meydana gelen içsel renkleşmeler
 - 1.2.2. Sürme sonrası meydana gelen içsel renkleşmeler
2. Renk sistemleri
 - 2.1. Munsell renk sistemi
 - 2.2. CIE Lab renk sistemi
3. Dişlerin renklerinin ölçülmesi
 - 3.1. Renk skalaları
 - 3.2. Spektrofotometre
 - 3.3. Kolorimetre
 - 3.4. Spektroradyometre
 - 3.5. Dijital kameralar ve görüntüleme cihazları
4. Beyazlatmanın tanımı ve beyazlatma ürünleri
5. Beyazlatma ürünlerinin içeriği
6. Diş beyazlatma teknikleri
 - 6.1. Vital diş beyazlatma teknikleri
 - 6.1.1. Ofis tipi beyazlatma tedavisi
 - 6.1.1.1. Power beyazlatma
 - 6.1.1.2. Işık aktivasyonu ile beyazlatma tekniği
 - 6.1.2. Ev tipi beyazlatma tedavisi (hekim kontrolünde)
 - 6.1.3. Tezgah üstü ürünler
 - 6.2. Devital diş beyazlatma teknikleri
7. Beyazlatma derecesini etkileyen faktörler
 - 7.1. Isı ve ışık kaynakları
 - 7.2. Konsantrasyon ve uygulama süresi
 - 7.3. pH
8. Beyazlatma tedavisinin istenmeyen etkileri
 - 8.1. Hassasiyet

- 8.2. Oral dokularda iritasyon
- 8.3. Temporomandibular eklem problemleri
- 8.4. Servikal eksternal kök rezorpsiyonu
- 8.5. Restoratif materyallerde meydana gelen değişimler
 - 8.5.1. Yüzey özellikleri ve mikrosertlik üzerine etkisi
 - 8.5.2. Renk değişiklikleri üzerine etkisi
 - 8.5.3. Kenar sızıntısı üzerine etkisi
 - 8.5.4. Bağlanma gücü üzerine etkisi
- 8.6. Beyazlatma ajanlarının dişlerde meydana getirdiği değişiklikler
 - 8.6.1. Mineye etkisi

OVERVIEW / GENEL BAKIŞ

1. Renkleşmeler ve Çeşitleri

Dişlerin renkleri; dişlerin içsel ve yüzeydeki dışsal renkleşmelere bağlı olarak değişir. Dişin iç rengi, mine ve dentinin ışık dağılımı ve adsorpsiyon özellikleri ile ilişkilidir (1). Mine translusent ve ışığı dağıtan bir maddedir. Işık, mine yüzeyinde ortaya çıkmadan önce düzensiz ışık yollarından geçerek dişe ulaşır. Mine tek başına altındaki dentin tabakasının rengini gizleyemez. Bu nedenden dolayı ek olarak dentinde genel diş renginin belirlenmesinde önemli bir rol oynamaktadır (1, 2).

Dişlerdeki renkleşmeler iç ve dış kaynaklı olmak üzere iki sınıfa ayrılmıştır.

1.1. Dışsal lekeler ve renkleşmeler

Mine yüzeyinde, kısa sürede kazanılmış pelikülün içinde renkli bölgelerin oluşmasıyla belirlenir. Zayıf diş fırçalama tekniği, tütün ürünleri, renkli gıdaların diyetle alınması, yaş ve demir tuzlarına ve klorheksidin maruziyetine bağlı olarak renkleşme meydana gelmektedir (2). Genellikle dişlerin gingival marjinlerinde ve interproksimal alanlarında görülür (3). Bu renkleşmeler dişin dış yüzeyinde olmasına rağmen, mine defektleriyle ve dentin tübülleriyle dentinin derinliklerine işleyebilir.

Dışsal renkleşmelerin oluşmasına neden olan maddelere kromatojenik maddeler de denir. Şekerlerle amino asitler arasında kimyasal reaksiyon meydana gelir ve bu reaksiyona "Millard reaksiyonu" veya "enzimatik olmayan esmerleşme reaksiyonu" denilir. Bu tepkimelerin ürünleri kromatojenik maddeler içinde muhafaza edilir ve renkleşme meydana getirirler (4). Bu tarz renk değişimleri dental abrazyon ve polisajlarla giderilebilir.

Dişin dış lekelenmeleri kaynağına göre sınıflandırılabilir:

1) Metalik olmayan lekeler: Metalik olmayan dış lekeler plak veya kazınmış pelikül gibi diş yüzeyinde birikir. Etiyolojik sebepler arasında,

a. Diyet: çay, kahve, kahverengiden siyaha boyanmaya neden olan diğer içecekler.

b. Alışkanlık: kırmızı- kahverengiye boyanmaya neden olan tütün gibi ürünler.

c. Zayıf oral hijyeni: plak ve taş, sarı ile kahverengi lekeye neden olur ve kromojenik bakteriler, suşlara bağlı olarak çeşitli renklerde meydana gelebilir (5, 6).

2) Metalik lekeler: Çoğunlukla sanayi işçileriyle veya metal tuzlarına dayalı uyuşturucu kullananlarla ilişkilidir. Bakır, demir, florür, manganez, silikon, gümüş ve kalay gibi bazı metaller, sülfürleri kahverengi veya siyah olduğu için karakteristik boyama meydana getirir (7).

1.2. İçsel lekeler ve renkleşmeler

İçsel renkleşmeler; mine defektleri, derin iç renkleşmeler, travma, minedeki mikro çatlaklar, tetrasiklin renkleşmeleri, aşırı flor alımı, infant sarılığı, porfiriya, diş çürükleri, diş restorasyonları, dişte vitalite kaybı, başarısız endodontik tedaviler ve incelenmiş mine tabakası gibi nedenlerle meydana gelebilir (4, 8). İçsel renkleşmeler; sürme öncesi ve sürme sonrası olarak sınıflandırılabilir.

1.2.1. Sürme öncesi meydana gelen içsel renkleşmeler

Diş germine zarar veren oluşumlar, genetik bozukluklar, metabolik bozukluklar, ilaç kullanımı ve florozis, dişlerin odontogenezisi sırasında mine ve dentinde meydana gelen renk değişimlerine neden olurlar.

Germe zarar veren oluşumlar; turner dişi, molar insizal hipoplazisi, sitomegalovirus, morbilli virus (kızamık), varicella zoster (su çiçeği), streptokoksik enfeksiyonlar gibi enfeksiyonlar, sağlıklı diş oluşumu için gerekli C ve D vitamini eksikliği, kalsiyum ve fosfat yetersizlikleridir (9).

Genetik bozukluklar ise amelogenezis imperfekta, dentinogenezis imperfekta, dentin displazisi gibi bozukluklardır.

Metabolik bozukluklar; neonatal sarılık, alkaptanüri, fenilketonüri ve konjenital eritropoetik porfiria gibi bozukluklar bu sınıftadırlar. Eritropoetik porfiria; diş gelişimi sırasında kalsiyum-fosfata afinitesi yüksek, kırmızı kahverengi porfirin pigmentlerinin sayıca yüksek olmasıyla karakterize bir hastalıktır.

Tetrasiklin renklemeleri, ilaç kullanımına bağlı meydana gelen sürme öncesi içsel renklemelerdendir (7). Tetrasiklin renklemeleri, bireyin intrauterin hayatının 4. ayından itibaren ve doğum sonrası 9. yaşa kadar tetrasikline maruz kalmasıyla meydana gelir (10). Tetrasiklin-kalsiyumfosfat bileşimi tetrasiklinin dişteki kalsiyuma bağlanmasıyla oluşur. Dişin iç yüzeyine yerleşmiş olan tetrasiklinin oksidasyonu ile renklemeye başlar. Klinik olarak bu renklemeye açık sarı veya koyu gri bantlar şeklinde oluşur. Sarımsı ve kahverengi renklemeler gri tonlu renklemelere kıyasla beyazlatma tedavisine daha iyi cevap verir (3). Minosiklin ise, tetrasiklinin yarı sentetik türevidir ve yeşilimsi gri veya mavimsi gri içsel renklemeye meydana getirir. Siprofloksasin, infantlarda Antibakteriyel tedavide kullanılır ve dişlerde yeşilimsi renk değişimi oluşturur.

Florozis, minenin erken maturasyon zamanında yüksek konsantrasyona ve zamana bağlı florür alımıyla meydana gelir. Minede mineral içeriğinin azalması ve porozite artışıyla karakterizedir. Florozis sınıflamasında TFI (Thylstrup ve Fejerskov İndeksi) kullanılır. Bu sınıflamaya göre hafif grup; seviye 1-3 skor arası, orta grup; 4-5 skor arasıyken şiddetli florozis grupları 6. skor ve daha üst seviyedeki florozislerden oluşturulmuştur (11). Tebeşirimsi görüntü de verebilen hafif floroziste beyazlatma önerilebilirken, orta ve şiddetli sınıfta restoratif tedaviler önerilir. Florozis ülkemizde de özellikle Isparta, Ağrı, Van, Kırşehir' de görülmektedir (3).

1.2.2. Sürme sonrası meydana gelen içsel renklemeler

Dişe, pulpaya, dental materyallere bağlı durumlar, sürme sonrası meydana gelen içsel renklemeler olarak kabul edilir. Diş çürükleri, abrazyonlar, atrizyonlar ve erozyonlara bağlı meydana gelen; ayrıca bakteriyel, mekaniksel veya kimyasal iritanların pulpayı etkilemesiyle oluşan renklemelerdir. Amalgamlar, endodontik tedavi sırasında kullanılan malzemelerde materyallere bağlı renklemelerdir (7). Renklemelerin tipleri ve meydana gelen renk değişiklikleri Tablo 1'de gösterilmiştir.

Renklemelerin tipleri	Meydana gelen renkler	Renklemelerin tipleri	Meydana gelen renkler
İçsel metabolik		Dışsal renklemeler	
Konjenital eritropoetik porfiria	Kırmızımsı kahverengi/ morumsu kahverengi	Metalik olmayan renklemeler	
Alkaptanüri	Kahverengi	Çay, kahve	Kahverengi-siyah
Genetik nedenler:		Sigara	Sarı
Amelogenezis imperfekta	Sarımsı kahverengi veya koyu sarı	Plak, zayıf oral hijyen, kromojenik bakteri	Sarı, kahverengi, yeşil
Dentinogenezis imperfekta	Opak mavi- kahverengi	Metalik renklemeler	
Dentin displazisi	Kahverengi	Demir	siyah
İlaça bağlı nedenler:		Bakır	yeşil
Tetrasiklin renklemesi	Sarı, kahverengi, mavi, siyah veya gri	Gümüş nitrat	gri
Minosiklin renklemesi	Kahverengi	Potasyum permanganat	Mor-siyah
Siprofloksasin	Yeşil	Kalay	Siyah
Florozis	Beyaz, sarı, gri veya siyah	Nikel	Yeşil
Germe bağlı nedenler		Kadmiyum	Sarı-kahverengi
Mine hipoplazisi	Sarımsı kahverengi, yüzey altında beyazlık	İyot	Siyah
Molar-insizal hipoplazisi	Beyaz-sarı, kahverengi	Teneke	Altın kahverengi
Sürme sonrası nedenler		Cıva	Yeşil-mavi
Pulpal hemoraji	Gri-kahverengi, pembe- siyah		
İnternal rezorpsiyon	Pembe		

Tablo 1: Diş renklemelerinin tipleri ve meydana gelen renk değişimleri (7, 12)

2. Renk sistemleri

Dental restorasyonların renklerinin kontrolü tamamen gözleme dayandığı için zordur. Dişlerin rengi çeşitli faktörlerden etkilenebilir. Bu faktörlerden bazıları ışık ve renkle ilgiliyken bazıları da rengi algılayan kişinin özellikleriyle ilgilidir. Renklerin algılanması kişilerin beyin fonksiyonlarına göre değişir. Bu da kişiler arasında rengin farklı algılanmasına sebep olur. Bu karışıklığı ortadan kaldırmak ve renklerin doğru tanımlanabilmesi amacıyla renk sistemleri tanımlanmıştır. Diş hekimliğinde genellikle Munsell ve CIE Lab sistemleri kullanılmaktadır (13).

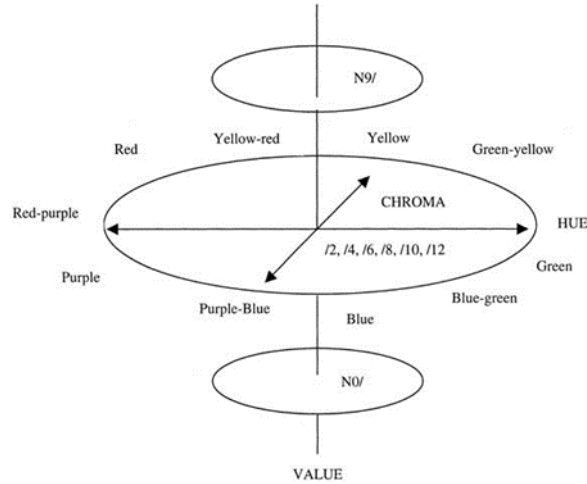
Işık ve renkle alakalı olan faktörler; opasite, yarı saydamlık, saydamlık, ışıma, kırılma, yansıtma ve metamerizmle alakalıdır (2, 13, 14, 15). Rengi algılayan kişinin tecrübesi ve rengi algılama yeteneğinin öneminin vurgulandığı çalışmalar da vardır (13, 16).

Metamerizm; ışığın kaynağına göre rengin farklı algılanması terimidir. Dijital kamera ve görüntüleme sistemlerinde sık karşılaşılan problemlerinden biridir (2).

2.1. Munsell sistemi

Renkleri 3 boyutlu sistemde hue, value, chroma olarak tanımlar (13, 14, 15). Hue; 10 farklı renkle temsil edilmektedir. Her renk, eksenin dairesel yatay düzlemi etrafında düzenlenmiştir. Hue bir renk tonunu diğer renk tonundan ayıran Munsell bileşimidir. Value; parlaklığı ve cisimden dönen ışığı tanımlayan renk bileşenidir. 10 adet value seviyesi vertikal akstaki 9 adet çarkla temsil edilmektedir. Renk seçiminde value, en önemli bileşen olarak kabul edilir. Chroma ise renklerin yoğunluğunu veya doygunluğunu tanımlar, value ekseninden dik açıyla uzanır. Parlaklıkla yani value ile ters orantılı olarak değişir (17). Munsell sisteminde renk değişikliği; $\Delta E_m = \Delta H/5 + 7\Delta V + 4\Delta C$ 'dir (15).

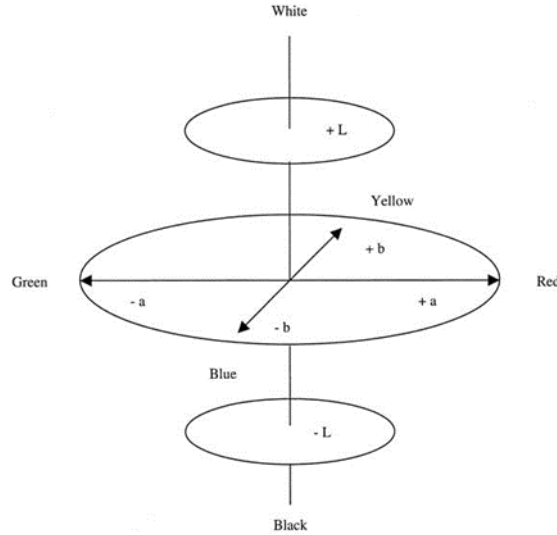
Munsell renk sistemi Şekil 1' de gösterilmiştir.



Şekil 1: Munsell renk sistemi (15)

2.2. CIE Lab Renk sistemi

Commission Internationale de l'Eclairage bu sistemi tanımlamış olup renk ölçümünde kullanılan uluslararası bir sistemdir. CIE L* değeri, nesnelere parlaklığını ölçer ve dikey ekseninde gösterilir. L değerinin 0 olması siyaha yaklaşıırken, 100 olması beyaza yaklaşıtır. CIE a* değeri, kırmızı veya yeşil derecesinin ölçümüdür. Kırmızı, pozitif uçta bulunurken; yeşil, negatif uç tarafındadır. CIE b* değeri ise sarılık veya mavilik derecesini ölçer. Sarılık; pozitif bölümü işaret ederken, mavilik; negatif koordinatları işaret eder (14, 15). Şekil 2'de CIE Lab renk alanı gösterilmiştir.



Şekil 2: CIE Lab renk alanı (15)

CIE Lab renk sisteminde renk değişimini ölçmek için;

$$\Delta E = \sqrt{[(L1-L2^*)^2 + (a1- a2^*)^2 + (b1-b2^*)^2]} \quad \text{formülasyonu kullanılır (15).}$$

3. Dişlerin renklerinin ölçülmesi

Renk ölçüm araçları ve sistemleri diş hekimliğinde, renklerin eşiklerinin değerlendirilmesi, görsel değerlendirmeler arasındaki farklılıkların ve benzerliklerinin karşılaştırılması, renklerin uyumluluğu ve stabilliği, diş beyazlatma çalışmaları ve gerçek dişler ile yapay diş malzemelerinin renk etkileşimlerinin değerlendirilmesi gibi farklı çalışmalarda artarak daha fazla kullanılmaktadır¹⁸. Dişlerin rengini ölçmek için pek çok yöntem vardır. Renk skalalarını kullanarak görsel karşılaştırmalardan, spektrofotometrelere, kolorimetrelere, spektroradiometrelere ve dijital görüntü analiz tekniklerine kadar renk ölçümünde kullanılan araçlar mevcuttur (2).

3.1. Renk skalaları

Diş renginin klinik olarak değerlendirilmesinde en yaygın kullanılan yöntemlerden biri olup, ticari bir renk kılavuzu ile görsel rengi eşleştirme yöntemidir. Farklı klinik ortamlarda eşleştirmenin ayrıntılı prosedürü üzerinde durulmasına rağmen, sonuçlar halen güvenilir ve tutarsızdır (19). Aynı üreticinin yaptığı renk skalaları bile biraz farklı olabilmektedir (15). Işık, yaş, cinsiyet, göz yorgunluğu ve renk görme eksiklikleri gibi faktörler görsel renk seçimini etkileyebileceğinden genellikle tutarsız ve öznel bir yöntem olarak kabul edilir (2).

3.2. Spektrofotometre

Spektrumun görünür bölümündeki her bir dalga boyunda absorbe edilen veya yansıtılan ışık miktarı, genellikle ışığı kendi oluşturduğu dalga boylarına bölen bir kırınım bandını ihtiva eden yansıtma spektrumları gibi cihazlar kullanılarak ölçülebilir. Spektrofotometre olarak adlandırılan bu aletler görünür bölgeyi 10 nm bantlara bölerler ve görünür bölgeye toplam 31 dalga boyu okuması verirler. Spektrofotometreler görünür ışık için ölçüm cihazı olmasının yanında, insan görsel sistemine de yardımcı olan bir cihazdır (20). Ancak spektrofotometrelerin, kompleks ve pahalı olması, ağız içinde kullanım zorluğu nedeniyle yaygın kullanımı kısıtlanmıştır. CrystalEye (Olympus America, Center Valley, ABD), Vita Easyshade Compact (Vident, Brea, CA, ABD),

Shade-X (X-Rite Grandville, MI, ABD), SpectroShade Micro (MHT, Niederhasli, İsviçre) gibi cihazlar spektrofotometrelere örnek olarak verilebilir (13). Bu makinaların doğruluğu ve tekrarlanabilirliği hakkında birçok çalışma yapılmıştır (21, 22, 23, 24, 25, 26).

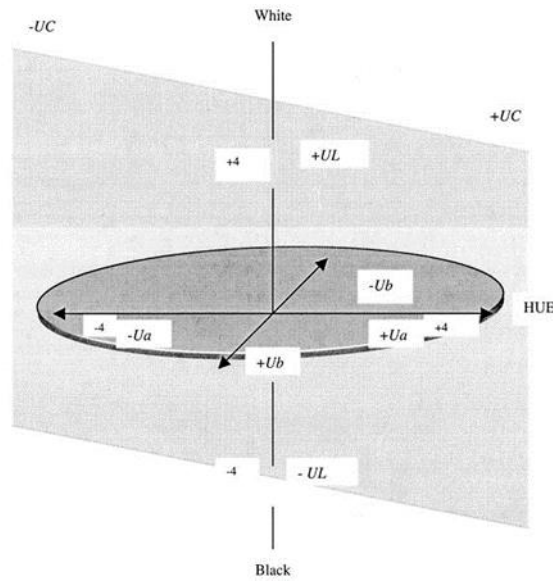
SpectroShade (MHT Optic Research AG, İsviçre) ve VITA Easyshade (VITA Zahnfabrik, Bad Sackingen, Germany) doğruluk ve güvenilirlik açısından değerlendirilmiş olup; %96.9 ve %96.4 güvenilir, %80.2 ve %92.6 doğru bulunmuştur (22). Klinik bir çalışmada, Spectroshade, %82.7 oranında VITA Easyshade'e ve kolorimetreye kıyasla en tekrarlanabilir cihazdır (23). Vita Easy Shade Compact cihazı Vita Classic ve Vita 3D

Master skalaları ile birlikte kullanılabilir. Ucu 5 mm olan kontakt tipte çalışılan bu cihaz posteriorda rahatlıkla kullanılabilir. SpectroShade Micro ise değişik skalalarla karşılaştırma yapabilme imkanı verir (13).

3.3. Kolorimetre

Kolorimetreler, bir nesneden yansıtılan ışığı görünür spektrumun kırmızı, yeşil ve mavi filtrelerinden geçirerek tristimulus değerlerini (CIE XYZ) ölçer. Kolorimetrenin parçaları; ışık kaynağı ve CIE renk karşılıklarına yaklaşık veya bunların lineer bir kombinasyonuna sahip olmak için tasarlanmış üç filtreden oluşan dedektör içerir. Kolorimetrelerin güvenilir olduğu, tekrarlanabilir verilerinin olduğu ve renk farkı ölçümlerini doğru olarak tespit ettiği gösterilmiştir (2).

Kolorimetrede; Munsell renk sistemindeki 3 niteliğe karşılık shade, value ve hue terimleri kullanılır ve Şekil 3'te bu terimlerin aksisteki yerleri gösterilmiştir. Renk çarkında shade; x aksisinde, value; y aksisinde, hue ise z aksisinde bulunur.



Şekil 3: Kolorimetre renk alanı (15)

Dişlerin, restorasyon materyallerinin ve yumuşak dokuların rengini ölçmek için diş hekimliği araştırmalarında yaygın olarak kullanılmaktadır.

Kolorimetrenin avantajları arasında, kullanım kolaylığı ve benzer renkler arasındaki küçük renk farklılıklarını saptamada ve ölçmede duyarlılığın olmasıdır.

Kolorimetreler, düz yüzeyleri ölçer. Ancak dişler genellikle düz değildir ve yüzey anormalliklerine sahip olabilir. Ayrıca dişler yarı saydamdır ve bu nedenle hatalı ölçülen renk değerleri verebilir (2). Bir diğer dezavantaj da cihazlar arası anlaşma nispeten zayıftır. Dişlerin renklemeleri ve çürükleri, cihazın pozisyonu, aydınlatmanın özellikleri kolorimetrenin ölçümünü etkilemektedir (13).

Spektrofotometre ile kolorimetre ölçümleri karşılaştırılmış ve renk farkı ölçümleri için güvenilir ve doğru olarak kabul edilmiştir (15). Ayrıca spektrofotometreye oranla ucuz, renk skalalarına göre pahalı bir araçtır.

Cynovad Shade Scan (Cynovad, Montreal, Kanada), Shade Vision (X-Rite Grandville, MI, ABD), Shade Eye (Shofu, Dental GmbH, Ratingen, Almanya), Identa Color II (Identa, Holback, Danimarka), Minolta CR-321 (Konica Minolta, Tokyo, Japonya) kolorimetre cihazlarıdır. Cynovad Shade Scan; ilk kez dijital analizle kolorimetrik analizi birleştiren kolorimetre cihazıdır. Ölçümler laboratuvara bilgisayar üzerinden iletilebilir (13). Minolta CR-321 cihazında komşu dişlerin ya da ortamda ki ışığın rengin değerlendirilmesinde etkisi olmadığı in-vitro yapılan bir çalışmada gösterilmiştir (27).

3.4. Spektrometre

Spektrometre; okuyucu, dedektör, monokromatör ve toplayıcı optikler olmak üzere 4 parçadan oluşur. Işık kaynaklarının spektral güç dağılımlarını ölçer (13).

Görünür spektrum boyunca nesnelere yayılan veya yansıyan radyometrik nicelikleri yani ışımaya şiddeti ve parlaklık gibi değerleri ölçer (2). Yansıma değerlerinin bu farklılığı nesnenin renk, parlaklık, görünüş ve doku gibi birçok özelliklerinden kaynaklanmaktadır (28).

Kolorimetrik değerleri parlaklık ve aydınlatma birimi için renk koordinatlarına dönüştürülebilir (CIEXYZ, CIELAB ve CIECLH).

Spektrofotometreler ve spektrometreler arasındaki en büyük fark ise spektrometrelerin sabit ışık kaynakları yoktur ve bunlar temassız ölçüm cihazlarıdır. Diş yüzeylerinin düz olmaması ve dişlerin translusent yapıları nedeniyle renk ölçümünde spektrometreler diğer cihazlara göre tercih nedenidir. Ancak nispeten yüksek maliyetli oluşu ve ölçüm için dikkatli aydınlatma veya izleme koşulları gerektirme ihtiyaçları dezavantajlarındandır.

Adli tıpta; yaş tespit edilmesinde diş renginden yararlanılarak kullanılmaktadır (13).

3.5. Dijital kameralar ve görüntüleme cihazları

Temassız renk ölçüm yöntemlerinden biridir. Renk ölçümü için tipik bir diş görüntüleme sistemi bir dijital kamera ve bir ışık kaynağından oluşur. Dijital kameralar, sahneyi ışık algılayıcı bir materyal üzerine kaydeder ve her piksel için kırmızı, yeşil ve mavi (RGB) değerlerle temsil edilir. Aslında renk ölçüm sistemlerinden değildir. Ancak teknisyenle olan renk ile ilgili iletişimde kullanılabilir (13).

Avantajları arasında temassız ölçüm, tüm diş yüzeyini değerlendirme yeteneği, saydamlık ve yüzey eğriliğinden kaynaklanan sistematik hatayı en aza indirme gösterilebilir. Ayrıca daha sonraki bir tarihte analiz edilebilecek ve yeniden sorgulanabilecek kalıcı bir görüntü veri tabanı sağlar. Hızlı ve basit bir eğitimle de klinisyene ihtiyaç duyulmadan yeniden incelenebilir. Dijital görüntüleme ve kontak ölçüm yöntemleri arasındaki performansı karşılaştıran çalışmalardan, doğru nesne-kamera mesafesi, kamera ayarları ve uygun aydınlatma kullanıldığında, dişhekimliği kolorimetrelerine alternatif olarak önerilir.

Spektrofotometrik ve dijital görüntü ölçüm yöntemleri ile yapılan bir çalışmada, her iki yöntemin de beyazlatmanın verimi üzerinde, karşılaştırılabilir ve nesnel bir değerlendirmesi olduğu bulundu. Bir başka çalışmada, dijital kamera ile görüntülemenin diş rengi incelenmesinde güvenilir olduğu, buna karşılık spektrofotometrenin (renk ölçüm) diş renkleri için mutlak doğru olmayan değerler verdiğini, ancak dijital görüntüleme yöntemi ile aynı sıralamayı verdiğini bulunmuştur (2).

Ikam (DCM, West Yorkshire, İngiltere), ClearMatch System (Smart Teachnology, Hood River, Oregon, ABD) bu sisteme örnek olarak verilebilen cihazlardandır (13).

4. Beyazlatmanın tanımı ve beyazlatma ürünleri

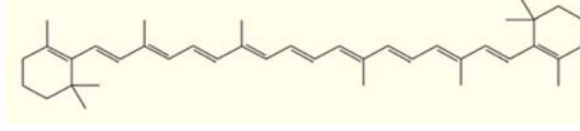
Beyazlatma, kromojenlerin bozunması olarak tanımlanmaktadır (29). Beyazlatma, sarı-kahverengi renklemeler, hafif sarı ve gri tetrasiklin lekeleri, mine kaybı olmayan florozisli dişler, pembe kahverengi porfiria lekeleri gibi renklemelerde uygulanabilir (30). Çocuklarda renklemiş olan dişlerin beyazlatma tedavisi 4 yaş itibarıyla uygulanmaya başlansa da 6 yaş sonrasında uygulanması önerilmektedir. Süren dişlerdeki deformite ve bozukluklar çocukların psikolojilerini olumsuz yönde etkileyebilir. Eğer dişe beyazlatma tedavisi uygulanması kararı alınmışsa, yeni sürmüş sürekli dişin kök oluşumunun tamamlanmış olması gerekmektedir. Çocukların dişlerinin yetişkinlerden daha hızlı beyazlayabileceği unutulmamalıdır. Çünkü mine geçirgenliği yaşla birlikte azalır.

Çoğu beyazlatma ürünlerindeki hidrojen peroksit veya karbamid peroksitin aktif bileşeni, hidrojen peroksittir (H₂O₂). Karbamit peroksit stabil bir bileşiktir. Ancak, su ile temas ettiğinde hidrojen peroksit açığa çıkarır (29). Ev veya ofis beyazlatma ajanlarında hidrojen peroksit veya onun prekürsörü karbamit peroksit kullanılmaktadır (4). Karbamit peroksit genel olarak %3 ile %20 konsantrasyonlarında bulunur. %10 karbamid peroksit %3.6 hidrojen peroksit haline ayrışır. Karbamit peroksitli beyazlatma ajanları; karbapol ve gliserin bazlıdır. Karbapol, hidrojen peroksitin salınma süresini azaltırken, tedavinin etkinliğini değiştirmez (31). Karbamid peroksitle hidrojen peroksitin karşılaştırılması Tablo 2' de gösterilmiştir.

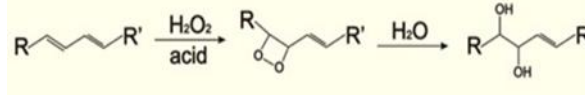
	Karbamid peroksit	Hidrojen peroksit
Aktivasyon zamanı	6-10sa üzeri	30dk-1sa içerisinde
Kullanım süresi	Gece/ gündüz (en az 2-4sa/gün)	Günde 30dk - 1sa
İçeriği	Hidrojen peroksit + üre	Hidrojen peroksit
pH	>8 pH	5.0 pH

Tablo 2: Karbamid peroksit ve hidrojen peroksitin aktivasyon zamanı, kullanım süresi, içeriği ve pH açısından karşılaştırılması (32).

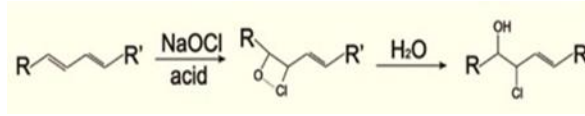
Kimyasal yapıda konjuge çift bağlara sahip olan büyük organik bileşikler ve metal ihtiva eden bileşikler olmak üzere kromojenler iki kategoriye ayrılır. Hidrojen peroksit ile organik bileşiklerin ağartılması, oksitlenme için çifte bağlarla reaksiyona girmeyi içerir. Bu sayede kromojen daha açık renkli hale gelir. Metalik içeriklileri beyazlatmak çok daha zordur (29, 33). Şekil 4, 5 ve 6'da dişe renk veren beta karoten yapısının hidrojen peroksit ve sodyum hipokloritle oksidasyonu gösterilmiştir.



Şekil 4: Dişte turuncu renklenmeye neden olan beta karotenin organik yapısı (34)



Şekil 5: Hidrojen peroksitin çifte bağlarla oksidasyonu (34)



Şekil 6: Sodyum hipokloritin çifte bağlarla oksidasyonu (34)

Sıcaklık, pH, ışık gibi reaksiyon koşullarına bağlı olarak bir dizi farklı aktif oksijen türü oluşturabilir. Alkali koşullar altında hidrojen peroksit içeren beyazlatıcılardan perhidroksil anyonları meydana gelir. Diğer koşullar altında serbest radikaller meydana gelir. Işık veya lazerler kullanılarak fotokimyasal olarak başlatılan reaksiyonlar altında, hidrojen peroksitten hidroksil radikallerinin oluşumu arttığı gösterilmiştir (4). Hidrojen peroksit tamamen sulu durumdayken, hafif asidiktir. En güçlü serbest radikal olan perhidroksil (HO₂)'dir. İyon perhidroksil oluşumunu teşvik edebilmek için, hidrojen peroksit alkaline ihtiyaç duyar; bunun oluşması için optimum pH değeri 9.5 ila 10 arasındadır (7, 9). Bu pH ile tamponlanmış hidrojen peroksitin iyonizasyonunda, aynı miktarda daha yüksek bir ağartma etkisi ile sonuçlanan, büyük miktarda perhidroksil serbest radikalleri bulunur. Hidrojen peroksitin en yaygın konsantrasyonu %35'tir (31).

Hidrojen peroksit, diş içine dağılırken hidroksil kökleri (HO), perhidroksil kökleri (HOO), perhidroksil anyonlar (HOO⁻) ve süperoksit anyonlar (OO⁻) olan kararsız serbest kökleri üretmek için ayrışan bir oksitleyici maddedir. Diş minesindeki inorganik tuzlar arasındaki boşluklardaki organik pigmentli moleküllere, diş dokularındaki kromofor moleküllerinin çift bağlarıyla tepkimeye girer. Peroksit diş içine difüze olurken, diş yapılarında bulunan organik olan kromofor denilen renkli maddelerle reaksiyona girdikten sonra renkte açılma meydana gelir (4).

Peroksit mineden, mine dentin bileşimine ve oradan da dentine difüze olur. Yapılan in vitro çalışmalarda peroksit düşük miktarda pulpa boşluğuna difüze olur. Bu deneylerde ölçülen peroksit seviyeleri, pulpal enzim inaktivasyonunu neden olan peroksit seviyesinden oldukça düşüktür¹. Peroksitlerin pulpa boyunca dağılabileceğine dair kanıt vardır. Substratlar ile temas süresine ve konsantrasyonuna bağlı olarak meydana gelir. Mine yüzeyindeki anormallikler bu yayılımı etkiler. Çoğu çalışma, peroksitin pulpada hasara yol açabileceğini bildirmiştir, ancak bu hasarlar kontrollü bir şekilde yapılan beyazlatmalarda geri dönebilir niteliktedir (35, 36).

Tetrasiklin lekeli dişler için renk diş yapıları içinde bulunan tetrasiklin moleküllerinin foto-oksidasyonundan türemiştir. Bazı tetrasiklin renklemeleri beyazlatma tedavisine cevap verir. Peroksitin tetrasiklin lekelerini etkilediği mekanizma, tetrasiklin içerisinde bulunan, daha az renkli moleküllere yol açan doymamış kinon tipi yapıların kimyasal degradasyonu ile değerlendirilir (1). Uzun süreli ev tipi beyazlatma kullanımıyla tetrasiklin renklemeleri tedavi edilebilmektedir (4).

Kısa süre önce, beyazlatma işlemlerinden sonra hassasiyeti azaltmak, mine demineralizasyonunu bir yeniden mineralleştirme süreci ile azaltmak ve dişlere parlaklık katmak için bazı diş beyazlatıcı ürünlere amorf kalsiyum fosfat (ACP) eklenmiştir. Ancak yapılan bir çalışmada; beyazlatma işlemlerinin minedeki demineralizasyonu arttırdığını kanıtlarken; buna karşılık Ca iyonları veya ACP ilavesinin, minede her iki koşulda da beyazlatma işleminin neden olduğu etkileri önlemediği ve geri döndüremediği tespit edilmiştir. Ayrıca bu

çalışmada pH siklusu ile yaratılan yapay başlangıç çürüğünün, beyazlatma ajanına bakılmaksızın etkilenmediği görülmüştür (37).

5. Beyazlatma ürünlerinin içerikleri

Güncel beyazlatıcı ajanlar aktif ve inaktif içerikler barındırır. Aktif kısım hidrojen peroksit veya karbomit peroksit bileşiklerini içerir. İnaktif kısım ise başlıca; yoğunlaştırıcı madde, taşıyıcı, yüzey aktif madde, renk seyrelticiler, koruyucu ve tatlandırıcı maddeler içermektedir.

Yoğunlaştırıcı madde: %0.5-1.5 konsantrasyondaki karbapol bu açıdan en çok kullanılan maddedir. Moleküler ağırlığı yüksek olan bu poliakrilik asit polimerinin 2 ana avantajı bulunmaktadır. Öncelikle beyazlatma ajanının viskozitesini arttırarak, yüzeye tutuculuğunu arttırır. Diğer bir avantaj ise aktif oksijen salınımını 4 kata kadar arttırmayı sağlamasıdır.

Taşıyıcı olarak yaygın beyazlatma ajanlarında genellikle gliserin ve propilen glikol kullanılır. Taşıyıcılar, beyazlatma ajanlarında nemi korumayı ve diğer maddelerin çözünmesini sağlarlar.

Yüzey aktif madde ve renk seyrelticiler, beyazlatıcı ajanlarının etkinliklerini arttırırlar. Yüzey aktif madde, beyazlatma ajanının yüzeye yayılmasını sağlar. Renk seyrelticiler, pigmentlerin süspansiyon halinde durmasını sağlar.

Koruyucu olarak genellikle metil propilparaben ve sodyum benzoat kullanılır. Kullanım amaçları, beyazlatma ajanlarında bakterilerin gelişmesini engellemektir. Ayrıca, demir, bakır ve magnezyum gibi geçiş metallerini salarak, hidrojen peroksitin parçalanmasını hızlandırır.

Tatlandırıcılar, beyazlatıcı ajanın tadının tüketici tarafından kabullenilmesi ve tadının geliştirilmesi amacıyla kullanılır.

Yeşil nane, keklik üzümü, taflan, anason ve sakkarin gibi tatlı tadı veren maddeler içerebilir (4).

6. Diş beyazlatma teknikleri

6.1.Vital diş beyazlatma

Bu tedavinin çeşitli endikasyonları ve kontraendikasyonları bulunmaktadır. Gıda alımına, yaşlılığa, florozise, tetrasikline bağlı olarak benzer nedenlerle meydana gelmiş renklemeler endikasyon olarak kabul edilmektedir. Ancak hamilelerde, lezyonlu dişlerde, restorasyonları büyük olan ön dişlerde, estetik beklentisi yüksek olan hastalarda beyazlatma tedavisi önerilmemektedir. Eğer hastanın beyazlatma yapılması düşünülen dişinde çürük varsa, dişin çürüğü temizlenip, dolgu yapıldıktan sonra beyazlatma tedavisi uygulanıp, yaklaşık 2 hafta sonra renk oturduğunda ise hastanın restorasyonun tekrar edilmesi önerilmektedir.

Hassasiyeti olan hastalarda beyazlatma öncesi hassasiyet giderici ajanlar uygulanıp, dişler beyazlatmaya hazır hale getirilmelidir (3).

6.1.1.Ofis tipi beyazlatma

Ofis tipi beyazlatma tekniğinde yaklaşık olarak %25-40 gibi yüksek oranda hidrojen peroksit kullanılmaktadır. Tedaviye başlamadan önce renk kaydedilmelidir. Yüksek konsantrasyonlu beyazlatma ajanını uygulamadan önce yumuşak dokuların korunması gerekmektedir. Işıkla polimerize olan diş eti koruyucuları veya kalın rubberdamler bu amaçla kullanılabilir. Peroksit aktivasyonu ısı veya ışık ile meydana gelir (3). Klinikte beyazlatmada dört seansa izin verilir. Hastanın peroksit uygulanmasına maruz kalma süresi, renkte olumlu bir değişim sağlamak için seans başına 15 ila 20 dakika sürer ve bu sürenin aşılması önerilmez. Perokside daha az maruz kalma süresi ile pulpanın daha az toksik etki ve nihai renk sonuçlarının tatmin edici olduğunu ortaya koymaktadır (31, 35, 38).

6.1.1.1. Power bleaching

Termofotokatalitik yöntem de denir. Yüksek konsantrasyonlu hidrojen peroksit kullanılır. Üreticinin talimatlarına uygun şekilde hekim ışık ve ısı uygulamasıyla birlikte beyazlatıcı ajan kullanılarak tedaviyi gerçekleştirir. Uygulama bitince diş üzerindeki ajan dikkatli bir şekilde dişten uzaklaştırılır.

6.1.1.2. Işık aktivasyonlu beyazlatma ajanları

Ağartıcı jelin etkinleştirilmesi veya beyazlatıcı jelin hızlandırılması için kullanılan ışık kaynaklarının diyet lazerler (830 ve 980 nm dalga boyu), metal halid ışığı (Philips Zoom, ...), halojen lambalar, plazma ark lambası, Xe-halojen ışığı (luma kemeri) gibi farklı türleri vardır.

Işıktaki enerji hidrojen peroksidi aktive ederek dekompanzasyona uğratar. Bu tepkimeyle hidroksil iyonu, peroksidil iyonu, oksijen iyonu, hidrojen iyonu ve su meydana gelir. Peroksidil iyonu ise, bu tepkimedeki en güçlü serbest radikaldir. Işık kullanımı ise bu tepkimede ekspoz zamanını etkilemeden peroksidil konsantrasyonunu arttırmaktadır.

Ancak birçok araştırmada; yüksek konsantrasyonlu hidrojen peroksidin kullanımının ışık aktivasyonu ile etkinliğinin değişmediği ortaya çıkmış, ayrıca pulpa iritasyonu ve dişte hassasiyeti arttırdığı gözlenmiştir (3, 4, 39, 40, 41).

6.1.2 Ev tipi beyazlatma (Hekim kontrolünde)

Bu teknikte %10-22 arasında karbamid peroksit kullanılır. Karbamit peroksit; evde hasta tarafından genellikle bir gecede 4 ila 8 saatlik bir süre boyunca ve olumlu bir renk değişikliği gözlenene kadar 3 haftadan daha uzun süre olmamak şartıyla kullanılır. Her bir üreticinin peroksitlerin dişler için zararlı olabileceği doyunluğun önüne geçmek için önerilen süreyi aşmamak önemlidir (31, 42).

Ev tekniğinin, hastanın kendi kendine uygulaması, hekim ünitesinde geçirilen sürenin azalması, daha güvenli olması, daha az olumsuz etki ve düşük maliyet gibi birçok avantajı vardır (43). Bir avantajı da çocuklarda %10'luk karbamid peroksidin güvenli bir şekilde kullanılabilmesidir (32). Ancak tedavinin dezavantajları arasında, hastaların uyumsuz olması ve beyazlatma tedavisinden vazgeçilmesi ya da hastaların bir an önce dişlerini beyazlatmak istemeleri ve bunun için ajanın aşırı kullanımı sonucu termal duyarlılığın meydana gelmesi sayılabilir.

Ayrıca %35 konsantrasyonda hidrojen peroksit, bazı klinisyenler tarafından ofis tipi beyazlatma için uygulandıktan sonra %10, %15 veya %20 karbamid peroksit içeren jellerle evde ağartma yapılır (4, 43).

Ev tipi beyazlatmada hastalar gündüz veya gece kullanımını tercih edebilir. Hastadan klinikte ölçü alınır ve alınan ölçüye alçı dökülür. Elde edilen modelin üzerinde beyazlatma ajanı için küçük alanlar oluşturulur. Daha sonra vakumlu cihazla bu modelin üstünde beyazlatma plağı hazırlanır. Plak, beyazlatma sırasında ajanın yumuşak dokuya taşmamasını sağlayacak şekilde trimlenmelidir. Kullanılan ajanın talimatlarına uyularak tedavi yapılmalıdır.

Hastada eklem problemlerden şüpheleniliyorsa maksilla ve mandibulaya ayrı ayrı beyazlatma uygulanmalıdır (3, 44).

6.1.3 Tezgah üstü ürünler

Hekim gözetimi olmadan hastaların kullanımına sunulan düşük bütçeli beyazlatma ürünleridir. Bunlar, diş fırça ve macunları, gargaralar, diş ipleri ve beyazlatma bantlarıdır (3).

Macunların etkileri abrazyiv ve deterjan içeriğinden kaynaklanmaktadır (45). Bazı macunlar karbamid peroksit ve hidrojen peroksit içerebilir. Ancak bu macunlara sık rastlanılmaz. Macunlardaki abrazyivler; alümina, enzim, dikalsiyumfosfatdihidrat ve silikadır. Bu maddeler sayesinde ekstrinsik renklemeleri uzaklaştırırlar (3). Macunlarda sodyum hipoklorit gibi ağartıcı maddeler bulunmaktadır (29).

Beyazlatıcı etkili gargaralarda genellikle %1.5 hidrojen peroksit vardır ve yeni lekelenmeleri engellemek amacıyla sodyumheksametafosfat bulunmaktadır (3). Üreticinin talimatları her biri 60 saniye boyunca günde iki kez kullanım içindir. Diş renginde 1 veya 2 ton açılması görülür ve 3 aya kadar etkisi sürer (29).

Diş iplerinin etkisi subgingival ve interproksimal alanlarda görülür ve silika içeriklidirler (3). Silika içeriği, ipin interdental bölgede uygulanması sırasında yüzeysel aşınmaya neden olur.

Jel ve cilaların fırça ile uygulanan türleri; karbamid peroksit ve hidrojen peroksidin yumuşak doku bariyeri olmaksızın kullanımınıdır (3).

Beyazlatma bantları beyazlatmada kullanılan plağın elimine edilmesi amacıyla anterior dişlerde uygulanır. Bantlar 14-28 gün olmak üzere, günde 1 veya 2 kez, 5-60 dakika arasında kullanılır. İçeriğinde yaklaşık olarak %5-14'lük hidrojen peroksit kullanılır (46). Fiyatları uygun olan bu ürünlerde elde edilen renk değişimi, ofis tipi beyazlatmalarla elde edilen değişimler kadar büyük değildir. Ancak beyazlatma etkisi birkaç günde görülebilir ve bu yöntem diş renginde 1-2 ton açılmayı sağlayabilir.

Tezgah üstü ürünler arasında en fazla hassasiyet diş macunlarında görülmüştür (3).

6.2.Devital diş beyazlatma teknikleri

Pulpal dokunun yaralanması ve endodontik tedavi sonrası renklemeler meydana gelebilir. Kök kanal dolgu materyali, kök kanal medikasyon ajanı ve pulpal doku artıkları bu tip renklemelerin nedenlerindedir

(3). Tetrasiklinin medikasyon amacıyla kullanıldığı vakalarda, sodyum hipokloritle MTAD'ın etkileşmesi sonucu kırmızı-kahverengi renklemeler meydana gelir (4). Kanal içinde bu ürünün kalma süresine bağlı olarak renklemeler artar. Metalik iyonlarla yapılan lekeler ağartma işlemi ile çıkarılması güçtür. Bu nedenle, ağartma işlemlerine başlamadan önce oda duvarlarını temizleme amacıyla frez kullanılarak renklemiş dentin uzaklaştırılabilir (47).

Bu beyazlatma türünde walking beyazlatma, modifiye walking beyazlatma, devital power beyazlatma ve içsel/dışsal beyazlatma tipleri vardır (4).

Walking beyazlatmada; istenen ağartma sonucu elde edilinceye kadar aralıklarla tekrarlanan bir prosedür olan sodyum perboratın su ile karışımı etkilenen dişin pulpa odasına sızdirmasını içerir. Bu tekniğin %30 hidrojen peroksit ve sodyum perboratın kombinasyonuyla bir hafta boyunca pulpa odasına yerleştirilmesiyle modifiye teknik elde edilmiş olur (4). Walking ve modifiye walking teknikleri elde edilen sonuçlar arasında bir fark görülmemiştir (3). Devital power beyazlatmada ise; hidrojen peroksit jel (%30-35) pulpa odasına yerleştirilir ışık ya da ısı ile aktive edilir ve sıcaklık genellikle beş dakika boyunca 50 ila 60°C arasında muhafaza edildikten sonra dış 5 dakika daha soğumaya bırakılır. Daha sonra jel çıkarılır, diş kurutulur ve daha sonraki tedaviye ihtiyaç olup olmadığını değerlendirmek için dış 2 hafta sonra gözden geçirilene kadar ziyaretler arasında walking beyazlatma tekniği kullanılır (4).

İç / dış beyazlatma tekniği, hayati olmayan dişlerin iç ağartma yöntemini ev beyazlatma tekniğiyle kombine etmektir (4).

Devital beyazlatma tekniklerinde giriş kavitesindeki restorasyonlar gingival marjinin biraz daha apikaline yaklaşık olarak 1-2 mm kadar kaldırılmalıdır. Metal renklemesi olan veya inatçı renklemeleri olan dişlerde ajanın dentin tübüllerine etkisini arttırmak için renklenmiş kısım hafif uzaklaştırılmalıdır. Yapılan kanal tedavisinin üzerine gingival marjinin üstüne taşmayacak şekilde ve 2 mm kalınlığında bariyer olması amacıyla siman konulmalıdır. Bu sayede beyazlatıcı ajanın periodontal aralığı ve kök kanalına sızması engellenmiş olur. Düşük konsantrasyonlu ajanlarda kavitenin içi %37'lik ortofosforik asitle asitlenebilir. Kaviteye yerleştirilen ajanın üstüne 3 mm kalınlığında geçici dolgu maddesiyle kapatılması gerekmektedir. Hasta tekrar çağırıldığında beyazlatma yeterliyse daimi dolgu yapılabilir. Ancak beyazlatma yeterli değilse, beyazlatma ajanı tekrar kavite içine konulup geçici restorasyon tekrarlanır (3).

Devital bleachingte kullanılan maddeler: hidrojen peroksit, karbamid peroksit ve sodyum perborat'tır.

Sodyum perborat (NaBO₃) toz halindeki beyaz, kokusuz, suda çözünür bir kimyasal bileşiktir. Kurduğunda stabil olmasına rağmen, sıcak hava veya su varlığında, sodyum metaborat, hidrojen peroksit ve oksijen oluşturacak şekilde parçalanır. Sodyum perborat oksijen içeriği bakımından monohidrat, trihidrat ve tetrahidrat gibi çeşitli şekillerde farklılık gösterir. Beyazlatma etkinliği sodyum perborat ve damıtılmış su (2 g / 1 mL) karışımı; %16.3 hidrojen peroksit ile eşdeğer bir etkiye sahiptir (48, 49).

7. Beyazlatma derecesini etkileyen faktörler

7.1. Isı ve ışık kaynakları

Çoğunlukla %35 hidrojen peroksidin etkisini arttırmak için ısı veya ışık kaynağı kullanılır. 10°C'lik bir ısı yükselmesi reaksiyonun hızını iki katına çıkartabilir. Ancak aşırı derecede ısıtma diş pulpasında geri dönüşümlü hasarlara neden olabilir. Yaygın olarak kullanılan ışık kaynakları veya lazer bazlı foto-aktivasyon, CO₂ argon lazeri ve diyet lazeridir. Argon lazer, yayan dalga boyunun uzunluğuna ve termal özelliklere göre çok özen gerektirir (31, 50).

Ledlerde, termal yan etkiye sebep olmadan, hidrojen peroksidi uyaran yüksek enerjili fotonlar bulunur. Ledlerin dezavantajı fiyatlarının yüksek olmasıdır. Ancak ledlerin pulpa ısısını arttırdığı da bazı araştırmalar tarafından ortaya konulmuştur (51, 52, 53).

Bazı peroksitler kimyasal olarak aktive edildiğinde daha hızlı difüze olurlar. Ferrarazi ve arkadaşlarının yaptığı araştırmada led ışıkları daha etkili, güvenilir ve ucuz bulunmuştur (50).

Diyod lazerlerde elektrik enerjisi lazer enerjisine dönüştürülür ve dalga boyu pigmentli doku tarafından iyi emilir. Çünkü sert dokular tarafından emilirler. Isı üretmezler ve aynı zamanda lamba boyutu ayarlanabilir. Ayrıca düşük maliyetlidirler.

Hidrojen peroksitlerin ışık kaynaklarına ihtiyaç duymadan beyazlatma etkisinin yeterli olduğu son dönemde yapılan çalışmalarla ortaya konmuştur (52, 53). Hidrojen peroksitin ışıkla veya ışiksiz uygulamasında

renk değişimi ve beyazlatmadan sonraki 3 ay içerisinde oluşan renk stabilitesi açısından farklılık bulunamayan çalışma vardır (54).

7.2. Konsantrasyon ve uygulama süresi

Peroksit içeren ürünlerin diş beyazlatma etkisinin belirlenmesindeki iki önemli faktör; peroksidin konsantrasyonu ve uygulama süresidir.

%20'lik, %15'lik ve %10'luk karbamid peroksitlerin karşılaştırıldığı bir çalışmada, en hızlı beyazlatma çalışmanın başlangıcında %20'lik karbamid peroksitte meydana gelmiştir. Ayrıca, hidrojen peroksitli yapışan bant tarzı (strip bant) ürünlerle yapılan klinik çalışmalar, diğer çalışmalarla kıyaslandığında diş beyazlatma etkisi açısından benzer etkiler göstermiştir1.

Tetrasiklin renkleşmesi olan bireylerde 6 aylık klinik takip çalışmasında, karbamid peroksitin yüksek konsantrasyonları başlangıçta daha hızlı bir renk değişimi sağlamıştır (55).

7.3. pH

pH, beyazlatmada kullanılan ajanın meydana getirdiği renk değişiminde büyük etkiye sahiptir. Daha yüksek bir pH'da H₂O₂'nin, demineralizasyon, aprisimal tabaka kaybı, kalsiyum kaybı ve yüzey pürüzlülüğü de dahil olmak üzere mine yüzey üzerindeki zararlı etkileri azalttığını bildirmiştir (56, 57). Bununla birlikte, H₂O₂ bazlı ürünlerin raf ömrünün uzaması ve molekülün stabilitesi için daha düşük bir pH gerektirir. Ayrıca, pH'ın yükselmesi sonucu daha fazla iyon oluşur ve bu da daha fazla serbest radikal meydana gelmesine sebep olur (58).

Hidrojen peroksit ajanının pH'nın 5-6 arasında olması tütün ve şarap solüsyonları üzerindeki beyazlatma etkisini artırır.

Ek olarak, pH'nın 8-9 arasında olması hidrojen peroksitin reaksiyonunu arttırmaktadır (59).

8. Beyazlatma tedavisinin istenmeyen etkileri

8.1. Hassasiyet

Beyazlatma tedavisinin en çok tartışılan yan etkilerinden biri duyarlılıktır (57). Diş hassasiyeti geri dönüşümlü şekilde olsa da, evde ağartma ürünleri ile tedavi edilen hastaların üçte ikisinde görülmektedir (60).

Çeşitli teoriler, işlem sırasında ortaya çıkan diş hassasiyetini çeşitli nedenlere bağlamışlardır.

Doğrudan innervasyon teorisine göre mekanik stimülasyon alındığında mine-dentin birleşimi ve dentine penetre olan direkt sinir uçları duyarlılık oluşturur.

Odontoblastın reseptör teorisine göre reseptör gibi çalışan odontoblast sinyali bir sinir sonuna gönderir, ancak birçok çalışma bu hücrelerin uyarılmış olmadığına karar vermiştir.

Hidrodinamik teori: Diş sıvı hareketi (dental lenf) herhangi bir uyarıcı karşısında dental lenf sıvısının hareketi olarak tanımlanır. Uyarıcı sonucu dentin-mine bağlantısındaki tübüller uyarılıp hassasiyet meydana gelir (31).

Çoğu ağartma maddesinde taşıyıcı olarak kullanılan gliserin hidrofildir ve ağartma işlemi sırasında diş yapısının dehidrasyonuna neden olur. Bu ayrıca diş hassasiyetine neden olabilir. Ağartma ürünlerinin daha yüksek peroksit konsantrasyonu ile kullanılması diş hassasiyeti riskini artırır.

Mevcut duyarlılığı olan hastalar ağartma tedavisine başlamadan önce tedavi edilmelidir. Desensitize diş macunu ve florür jelleri, tedaviden önce veya tedavi sırasında 2-3 hafta kullanılabilir (3). Nötr ve renksiz sodyum florür jeli, 10 ila 30 dakika boyunca ağartmadan önce veya sonra bir gece boyunca önerilebilir. Ayrıca, %3 ila %5 potasyum nitrat veya florür ve potasyum nitrat içeren jeller kullanılabilir. Beyazlatma tedavisinin uygulama sıklığı /veya süresi azaltılabilir ve gerekirse tedavi kesilebilir (60).

8.2. Oral dokularda iritasyon

Ağartma prosedürleri sırasında dişeti veya mukozal tahriş meydana gelebilir. Evde yapılan beyazlatma tekniğinde yumuşak doku tahrişi, dişetine dokunan aşırı materyal kullanımı veya kötü oturmuş bir beyazlatma plağından kaynaklanabilir. Plağın basitçe ayarlanması, düzgün cilalama ve daha az malzeme kullanımı tedavinin hata ihtimalini azaltır. Ofis içi ağartma prosedürü sırasında, genellikle daha yüksek bir hidrojen peroksit(HP) konsantrasyonu kullanılır. Hidrojen peroksit, kostik bir maddedir ve dişetinin veya mukozal dokuların

yanıklarına neden olabilir. Dolayısıyla, ofis içi ağartma prosedürleri sırasında yumuşak dokuları korumak için imalatçı tarafından temin edilen bir rubberdam veya ışıkla sertleşen bariyer daima kullanılmalıdır (60).

Ağartma ajanlarıyla yumuşak dokuların temas süresi kısa olursa yumuşak dokuda beyazlama ve çok kısa süreli şimşek çarpması gibi ağrı meydana gelir. Eğer beyazlatma ajanıyla temas uzun süreli olursa yumuşak dokuda ülserasyonlar meydana gelebilir. Ağartma ajanlarının bu etkileri için E vitamini kullanılabilir (3).

8.3. Temporomandibular ekleme etkisi

Ev tipi beyazlatmada, plağın uzun süre kullanılması veya oklüzyona dikkat edilmeden hazırlanarak hastaya teslim edilmesi nedeniyle temporomandibular eklem problemleri görülebilmektedir. Bu plakların düzgün hazırlanmaması ortodontik disfonksiyonları da beraberinde getirmektedir (60).

8.4. Servikal eksternal kök rezorpsiyonları

Rezorpsiyon sıklığı, kullanılan ağartma yöntemine bağlıdır. Sodyum perborat ve %3 hidrojen peroksitten oluşan bir karışımın, tedaviden 12 yıl sonra görülen gecikmiş diş rezorpsiyonları indüklediği gösterilmiştir. Ağartma solüsyonunun ısıtılması, indüklenen rezorpsiyon sayısını artırır (47). Tedavi sonrası rezorpsiyonun nedeni tam olarak anlaşılamamıştır. Ancak ph, travma ve ısıdan etkilendiği görülmüştür. Dişin servikal bölgedeki doku geçirgenliği, bu tür rezorpsiyonların başlamasına neden olabilir. Bununla birlikte, klinik muayeneden bu gibi lezyonların oluşacağına dair öngörülebilen bir kanıt yoktur. Bu nedenle, hayati olmayan dişlerde beyazlatıcı bir tedaviye karar vermeden önce rezorpsiyonun tetiklenebileceğini düşünmek önemlidir. Bu servikal rezorpsiyonun nihai sonucu, lezyon belirli bir hacme ulaştığında kronun kırılmasıdır. Ne yazık ki, kalan kök parçası protetik restorasyon için dayanak olamaz ve çekilmesi gerekmektedir (61).

8.5. Beyazlatma ajanlarının restoratif materyallerde meydana getirdiği değişiklikler

8.5.1. Yüzey özellikleri ve mikrosertlik üzerine etkisi

Yapılan bir in-vitro çalışmada, nanohibrid kompozit, mikrohibrid kompozit, akışkan kompozit, kondanse edilebilen kompozit rezin, kompomer, cam iyonomer siman ve sinterlenmiş seramik kullanılan CAD/CAM'li renklenmiş 7 diş; üreticinin talimatlarına uyularak, 25°C veya 37°C'de %40 hidrojen peroksit jeline maruz bırakılmıştır. İşlemler arasında yapay tükürük içerisinde bekletilmiştir. Sinterlenmiş seramik haricindeki malzemelerin hepsinin sertlik değerleri, 37°C'de daha düşük bulunmuştur. Herhangi bir madde için herhangi bir madde kaybı gözlemlenmemiştir (34). Ancak başka bir çalışmada beyazlatma sonrası meydana gelen yüzey sertliğinin azalması sonucu restorasyonların ömrü kısalmış ve rezinlerde aşınmalar görülmüştür. Ayrıca beyazlatma sonrası restoratif materyallerde su emilimi ve doldurucu meydana gelmiştir. Beyazlatmada %30-35'lik hidrojen peroksit kullanımında, mikrofil ve hibrit kompozit haricinde diğer kompozitlerin yüzey yapısında değişime neden olmamıştır (62).

8.5.2. Renk değişimi üzerine etkisi

Restoratif materyallerin beyazlatmadan sonra renklenmelerinde meydana gelen artışla birlikte parlaklıklarında da azalma gösteren çalışmalar vardır. Pürüzlülük, yüzey düzensizliği, materyal içeriği, materyalin geçirgenliği ve su adsorpsiyonu, renk pigmentlerinin birikimine etki eder (63, 64).

8.5.3. Kenar sızıntısı üzerine etkisi

Kompozitle restore edildikten sonra %35 hidrojen peroksit veya %10-16 karbamid peroksit jeli ile beyazlatılan dişlerde, dentin ve minedeki marjinal sızıntısının olumsuz olarak etkilendiğini gösteren çalışmalar vardır (65). Ancak mine kenarlarında mikrosızıntı olmadığını gösteren araştırmalarda mevcuttur (66, 67).

Polydorou ve ark. çalışmasında beyazlatma tedavisi uygulanmış kompozit rezin restorasyonların bis-GMA, UDMA-2 ve TEGDMA salınım miktarına bakılmıştır. Kontrol grubuyla karşılaştırılınca; Bis-GMA ve UDMA-2 miktarında azalma gözlenirken, TEGDMA miktarının aynı kaldığı bildirilmiştir (67).

8.5.4. Bağlanma gücü üzerine etkisi

Kompozit restoratif materyallerinin diş dokularına bağlanma kuvvetlerinin hidrojen peroksit veya karbamid peroksit ile beyazladıktan hemen sonra uygulandığında önemli ölçüde azaldığını gösteren çalışmalar vardır.

Mine ve dentine kompozit bağlanma kuvvetlerinin azaltılmasından çeşitli faktörler sorumludur. Bonding sistemlerinin polimerize olmamasına, mine yüzeyinde ve dentin tübüllerinde beyazlatma ajanından salınan oksijenin varlığına bağlı olarak bağlanma kuvvetinde azalma meydana gelir.

Minenin kalsiyum ve fosfor içeriği ve peroksit esaslı ağartıcı ajanlardan kaynaklanan yüzey tabakasındaki kristallerin çoğunluğunun morfolojik değişiklikleri de bağlanma kuvvetini olumsuz bir şekilde etkiler (4). Bununla birlikte, bağlanma kuvvetindeki azalma zamana bağlıdır ve artık oksijen serbest bırakıldığında birkaç gün sonra normale döner. Dolayısıyla, ağartmadan sonra bonding prosedürlerini uygulamadan önce bir süre beklemek gerekir (60). %10'luk karbamid peroksitle beyazlatılan dişlerden sonra %10'luk sodyum askorbat uygulanmasıyla bağlanma gücünün tersine döndürdüğü görülmüştür (68, 69).

8.6. Beyazlatma ajanlarının dişlerde meydana getirdiği değişiklikler

8.6.1. Mineye etkisi

8.6.1.1. Morfoloji ve yüzey düzensizliği üzerine etkisi

Beyazlatmanın yüzey özelliklerine ve morfolojiye etkisi açısından birçok çalışma yapılmıştır. Yüzeysel mine yapısının gözenekliliğinin artışı, demineralizasyon ve azalmış protein konsantrasyonu, organik matriks bozulması ve kalsiyum kaybı dolayısıyla ağartıcı ajanların, insan diş minesinde önemli yapısal değişikliklere neden olduğunu destekler niteliktedir (70, 71, 72, 73, 74, 75). Ancak bazı araştırmalarda da beyazlatma ajanlarının mine yüzeyini anlamlı bir şekilde etkilemediği gösterilmiştir (72, 74, 75). Xu ve ark, farklı pH değerlerine sahip %30 hidrojen peroksit solüsyonları ile muamele edilmiş dört grubun mine yüzeyi özelliklerine etkisini araştırmış: HP3 grubu (pH = 3.0), HP5 grubu (pH = 5.0) HP7 grubu (pH = 7.0) ve HP8 grubu (pH = 8.0). Mine yüzeyindeki morfolojik ve kimyasal bileşim değişikliklerini değerlendirmek için elektron mikroskobu incelemesi ve mikro-Raman spektroskopisi kullanılmış ve nötr veya alkali ağartma solüsyonları sonucu bariz yüzey değişiklikleri tespit edilmiştir (57).

Smidt ve ark. (2011), her katılımcı için karbamid peroksit içeren üç farklı ev vital beyazlatma maddesi hazırlamışlardır. Nitewhite (%16 karbamid peroksit, Discus Dental, Phips Oral Healthcare, Stamford, CT, ABD), Polanight (%16 karbamid peroksit) ve Opalescence (%15 karbamid peroksit, Ultradent, South Jordan, UT, ABD) kullanılarak insan diş minesini üzerindeki üç karbamid peroksit ağartma maddesinin morfolojik, mekanik ve kimyasal etkilerini in situ olarak değerlendirilmiştir. Üç farklı karbamid peroksit ajanlarından herhangi biriyle ağartıldıktan sonra yüzey yüzeylerinin mekanik, morfolojik veya kimyasal değişiklik göstermediğini bulmuşlardır. Bu sonucun ağızdaki tükürüğün, beyazlatma ajanını seyrelterek tamponlama etkisi sağlayan koruyucu etkisiyle meydana geldiği düşünülmüştür (74).

Abouassi ve ark. iki farklı konsantrasyonda hidrojen peroksit ve karbamid peroksit ile ağartmadan sonra mine yüzeyinin mikromorfolojisinde ve mikrosertlikteki değişikliklerini incelemişlerdir. %10 karbamid peroksit, %35 karbamid peroksit veya %3.6 hidrojen peroksit, %10 hidrojen peroksit içeren 4 farklı ağartma jelleri 2 hafta boyunca her iki günde bir iki saat için sırasıyla kullanarak incelenmiştir (70). Karbamid peroksit ve hidrojen peroksit uygulamalarının sadece küçük niceliksel ve nitel farklılıklar gösterdiklerini bulmuşlardır. Buna ek olarak, ağartma prosedürünün mine yüzeyinin morfolojisi ve sertliği üzerindeki etkisinin aktif bileşenlerin konsantrasyonlarına bağlı olduğu tespit edilmiştir.

8.6.1.2. Minenin sertliğine ve elastik modülüsüne etkisi

Beyazlatma sonrası mine sertliğinde değişiklikler saptanmış veya saptanmamış birçok araştırma bulunmaktadır.

Sasaki ve ark. mine mikrosertliği ve yüzey mikromorfolojisi üzerine yapılan araştırmada; %10'luk karbamid peroksit ve %7.5'luk hidrojen peroksit içeren evde kullanılan ağartma ajanlarının etkisini incelemişler ve mikrosertlikte herhangi bir değişiklik saptanmamış olsa da, bu ağartıcı ajanların mine yüzey mikromorfolojisini değiştirebileceği sonucuna varmışlardır (76).

Azer ve ark. plak ve strip ağartma sistemleri ile muamele edildikten sonra insan minesinin nanohidrolik ve elastik modülünü inceleyerek, insan diş minesini örneklerini beş farklı ağartma maddesine maruz bırakmışlardır. Sonuç olarak, ev beyazlatma sistemlerinin uygulanmasından sonra insan minesinin nanosertlik ve elastik modülüsünün önemli ölçüde azaldığı anlaşılmıştır (77).

Araujo Fde ve ark., çeşitli ışık kaynaklarının ofis tipi vital beyazlatma maddesi (%35'lik hidrojen peroksit) ile tedaviyi takiben insan diş minesinin mikro sertliği üzerindeki etkisini değerlendirmiştir. 32 üçüncü molardan 160 tane örnek (~ 2.5 x 2.5 x 1.0 mm) elde edilmiş, cilalanmış ve dört zaman periyodundan (başlangıç, 1, 7 ve 14 gün) sonra sertlik testine (KHN, 50gram-yük, 5 saniye) tabi tutulmuştur. Mine örnekleri daha sonra ışık kaynağı işlemine göre beş gruba ayrılmış: Grup LA (%35 hidrojen peroksit + argon lazer ünitesi); Grup HA (%35 hidrojen peroksit + halojen ışıkla sertleştirme ünitesi); Grup LED (%35 hidrojen peroksit + LED-lazer ünitesi); Grup OX (%35 hidrojen peroksit + ışık kaynağı birimi yok); ve Grup CO (kontrol: sadece tükürük).

Test edilen farklı ışık kaynaklarında, %5 hidrojen peroksit ile muamele edildikten sonra insan minesinin mikro sertliğini önemli ölçüde etkilemediğini göstermiştir (78).

8.6.1.3. Minenin kimyasal yapısına ve protein içeriğine etkisi

Birçok araştırmada diş beyazlatma ajanlarının artan hidrojen peroksit konsantrasyonları ile hem mine hem de dentinden iyon ayrışımı arttığını ve minenin mikro sertliğinin ağartma ile önemli ölçüde azaldığını göstermek suretiyle diş yapısını olumsuz etkilediği bulunmuştur (79, 80, 81).

Efeoğlu ve ark. mine üzerine uygulanan %10'luk karbamid peroksitin etkisini değerlendirmek için, mikro-bilgisayarlı tomografi kullandı. Bunun sonucunda; mine yüzeyinin 50 mikrometre altındaki derinliğe kadar demineralizasyon meydana geldiği tespit edildi. Bu sayede, çürüğe ve diş aşınmasına duyarlı hastalarda beyazlatma ajanlarının uygulanmasının dikkatle düşünülmesini önerdiler (82).

Buna ek olarak, Lee ve ark. 12 saatlik ağartma işleminden sonra dişlerde kaybedilen kalsiyum miktarının, birkaç dakika boyunca alkolsüz içecek veya meyve suyuna maruz bırakılan dişlerden kaybolan kalsiyum miktarıyla benzer olduğunu gösterdi (83). Bu çalışmalar, mine kimyasal bileşimindeki değişikliklerin hafif ve klinik olarak anlamlı olmadığı sonucuna varmıştır (4, 83).

8.6.2. Dentine etkisi

Beyazlatma ajanlarının kullanımı dentini etkiler. Bu ajanlardan %10'luk karbamid peroksitin kök dentininde mikrosertliği azalttığını gösteren çalışmalar vardır (84). Sığır dişleriyle yapılan bir çalışmada %10'luk karbamid peroksit uygulanmış ve eğilme modülü ve eğilme dayanımında da azalma tespit edilmiştir (85). Yapılan başka bir çalışmada pH'nın 3 olduğu, %30'luk hidrojen peroksit beyazlatma ajanının uzun süreli kullanımı sonucu dentinin kırılma dayanıklılığında azalma görülmüştür (86). Ayrıca beyazlatıcı maddelerin içerisindeki sertleştirici ajan olan karbopol maddesi de dentinin sertliğini azaltmıştır (87).

SUMMARY / SONUÇ

21. yüzyıl estetik yüzyıldır. Bütün televizyon ve gazete reklamları estetik gülümsemeyi ön plana çıkarmaktadır. Daha iyi estetik kazanmak için çok sayıda sahne sanatçısı, manken, sinema oyuncusu veya estetik beklentisi olan herhangi bir birey büyük paralar sarf ederek porselen, zirkonyum veya lamina gibi diş tedavileri yaptırmaktadır. Ancak, dental sert dokularda bulunan renkli maddelerin doğası, kimyasal kompozisyonu ve peroksitin bu yapıdaki etkileri dikkate alındığında, literatürde ki bilgilerin çok yeterli olmadığı görülmektedir. Diş beyazlatmanın kimyasal ve mekanik açıdan, daha iyi anlaşılabilmesi için bu alanda daha fazla araştırma yapılmasına ihtiyaç duyulmaktadır

Olayın ekonomik yönüne gelince diş beyazlatmada kullanılan en pahalı metod dahi gülme hattına (smile-line) yapılacak kron ve köprülerden çok daha ucuza mal olmaktadır.

Beyazlatma tedavi yöntemlerinin genel olarak değerlendirildiği bu derleme çalışmasına göre, diş beyazlatma doğru hasta ve materyal seçimi ile diş rengini değiştirerek estetik bir görünüm sağlamak için en konservatif yöntem olarak düşünülmektedir.

Acknowledgements / Teşekkür

References / Referanslar

1. Joiner A. The bleaching of teeth: a review of the literature. Journal of Dentistry 2006;34:412-419.
2. Joiner A. Tooth colour and whiteness: a review. Journal of Dentistry 2017;67:3-10.
3. Ozduman ZC, Celik C. Tooth discolorations and bleaching treatments. Yeditepe Dental Journal 2017;13(1):37-44.
4. Alqahtani M Q. Tooth bleaching procedures and their controversial effects: a literature review. The Saudi Dental Journal 2014;26:33-46.

5. Manuel ST, Abhishek P, Kundabala M. Etiology of tooth discoloration: a review. *Nigerian Dent J* 2010;18(2):56-63
6. Prathap S, Rajesh H, Bolor VA, Rao AS. Extrinsic stains and management: a new insight. *J Acad Indus Res* 2013;1(8):435
7. Suchetha A, Khawar S, Mundinamane DB, Apoorva SM, Bhat D, Govindappa L. All about dental stains: a review (part I). *Annals of Dental Specialty* 2016 Apr – Jun;4(2).
8. Patil AG, Hiremath V, Kumar RS, Sheetal A, Nagara S. Bleaching of a nonvital anterior tooth to remove the intrinsic discoloration. *J of Natural Science, Biology and Medicine* 2014;5(2).
9. Amaral TH, Guerra Cde S, Bombonato-Prado KF, 22. Garcia de Paula E Silva FW, de Queiroz AM. Tooth pigmentation caused by bilirubin: a case report and histological evaluation. *Spec Care Dentist* 2008;28(6):254-257.
10. Tredwin CJ, Scully C, Bagan-Sebastian JV. Drug-induced disorders of teeth. *J Dent Res* 2005 Jul;84(7):596-602.
11. Sherwood I. Fluorosis varied treatment options. *J Conserv Dent*. 2010 Jan-Mar; 13(1):47-53.
12. Mortazavi H, Baharvand M, Khodadoust A. Colors in tooth discoloration: a new classification and literature review. *International Journal of Clinical Dentistry* Vol. 7 Issue 1.
13. Onal B, Recen D, Turkun ŞL. Shade selection in restorative dentistry. *J Restorative Dent-Special Topics* 2015;1(3).
14. Cho BH, Lim YK, Lee YK. Comparison of the color natural teeth measured by a colorimeter and shade vision system. *J of Dental Materials* 2007;23:1307-1312.
15. Tung FF, Goldstein GR, Jang S, Hittelman E. The repeatability of an intraoral dental colorimeter. *The Journal of Prosthetic Dentistry* 2002 Dec; 8(6).
16. Bilgiç O, Türker ŞB. Diş hekimliğinin öğrencilerinin renk ölçüm başarılarının değerlendirilmesi. *J of Dent Fac Atatürk Uni* 2015;25(2):199-204.
17. Chang JY, Chen WC, Huang TK, Wang JC, Fu PS, Chen JH, Hung CC. Evaluating the accuracy of tooth color measurement by combining the Munsell color system and dental colorimeter. *Kaohsiung J Med Sci*. 2012 Sep;28(9):490-4.
18. S.J. Chu, R.D. Trushkowsky, R.D. Paravina, Dental color matching instruments and systems: review of clinical and research aspects. *J of Dentistry* 2010;38: e2-e16.
19. Tam WK, Lee HJ. Dental shade matching using a digital camera. *J of Dentistry* 2012;40:e3-e10.
20. Joiner A, Hopkinson I, Deng Y, Westland S. A review of tooth colour and whiteness. *Journal of Dentistry* 2008;36:2-7.
21. Hugo B, Witzel T, Klaiber B. Comparison of in vivo visual and computer-aided tooth shade determination. *J of Clin. Oral Investig* 2005;9:244-250.
22. Pusateri SK, Brewer JD, Davis EL, Wee AG. Reliability and accuracy of four dental shade-matching devices. *J of Prosthetic Dentistry* 2009;110:193-199.
23. Khurana R, Tredwin CJ, Weisbloom M, Moles DR. A clinical evaluation of the individual repeatability of three commercially available colour measuring devices. *J of Br. Dent*. 2007;203:675-680.
24. Llana C, Lozano E, Amenguai J, Forner L. Reliability of two color selection devices in matching and measuring tooth color. *J of Contemp. Dent. Pract*. 2011;12:19-23.
25. Zenthöfer A, Cabrera T, Corcodel N, Rammelsberg R, Hassel AJ. Comparison of the easyshade compact and advance in vitro and in vivo. *J of Clin. Oral Investig* 2014;18:1473-1479.
26. Ardu S, Braut V, Di Bella E, Lefever D. Influence of background on natural tooth colour coordinates: an in vivo evaluation. *Journal of Odontology* 2014;102:267-271.
27. Ma JF, Du RX, Wang SQ, Li YM. Effects of background, direction and intensity of ambient light, measuring position and adjacent teeth on anterior tooth colour measurement in vitro. *China Journal Dent Rest* 2010;13(2):147-52.

28. Keyf F, Uzun G, Altunsoy S. Diş hekimliğinde renk seçimi. Hacettepe Diş Hek Fak Derg 2009; 33(4): 52-8.
29. Carey CM. Tooth whitening: what we now know. J Evid Based Dent Pract 2014 June;14:70-76.
30. Hayes PA, Full C, Pinkham J. The etiology and treatment of intrinsic discolorations. J Can Dent Assoc 1986; 52(3):217 -20.
31. Féliz-Matos L, Hernández LM, Abreu N. Dental bleaching techniques; hydrogen-carbamide peroxides and light sources for activation, an update, mini review article. The Open Dentistry Journal, 2014;8:264-268.
32. Haywood VB, Sword RJ. Tooth bleaching questions answered. British Dental Journal 2017 September; 223(5):8
33. KWON SR, WERTZ PW. Review of the mechanism of tooth whitening. Journal of Esthetic and Restorative Dentistry 2015;27(5):240-257.
34. Carey CM. Tooth whitening: what we now know. Published in final edited form as: J Evid Based Dent Pract. 2014 June; 14 Suppl: 70-76.
35. Bharti R, Wadhvani K. Spectrophotometric evaluation of peroxide penetration into the pulp chamber from whitening strips and gel: an in vitro study. J Conserv Dent 2013;16:131-4.
36. Maryline M, Rene S. Vital tooth bleaching-biologic adverse effects a review. Quinten Publ 2008;39:645-59.
37. Berger, SB, Pavan S, Dos Santos PH, Giannini M, Bedran- Russo AK. Effect of bleaching on sound enamel and with early artificial caries lesions using confocal laser microscopy. Braz Dent J 2012;23:110-115.
38. Soares DG, Basso FG, Hebling J, de Souza Costa CA. Concentrations and application protocols for hydrogen peroxide bleaching gels: effects on pulp cell viability and whitening efficacy. J Dent 2014;42:185-98.
39. He LB, Shao MY, Tan K, Xu X, Li JY. The effects of light on bleaching and tooth sensitivity during in-of ce vital bleaching: a systematic review and meta-analysis. J Dent 2012 Aug; 40(8): 644-653.
40. Buchalla W, Attin T. External bleaching therapy with activation by heat, light or laser: a systematic review. Dent Mater 2007 May;23(5):586-596.
41. Bernardon JK. Clinical performance of vital bleaching techniques. Oper Dent 2010 Jan;35(1):3-10.
42. Chen X, Chen Z, Lin Y, Shao J, Yin L. Effects of tooth whitening agents and acidic drink on the surface properties of dental enamel. Clin Oral Investig 2013; Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24298810>
43. Leonard Jr RH, Haywood VB, Caplan DJ, Tart ND. Nightguard vital bleaching of tetracycline-stained teeth: 90 Months post treatment. Journal of Esthetic and Restorative Dentistry 2003;15(3):142-152.
44. Heymann H, Swift EJ, Ritter AV, Sturdevant CM. Sturdevant's Art and Science of Operative Dentistry. Elsevier/Mosby; 2013
45. Lima DANL, Silva ALF, Aguiar FHB, Liporoni PCS, Munin E, Ambrosano GMB et al. In vitro assessment of the effectiveness of whitening dentifrices for the removal of extrinsic tooth stains. Braz Oral Res 2008;22(2):106-11.
46. Donly KJ, Segura A, Henson T, Barker ML, Gerlach RW. Randomized controlled trial of professional at-home tooth whitening in teenagers. Gen Dent 2007;55(7):669-74.
47. Plotino G, Buono L, Grande NM, Pameijer CH, Somma F. Nonvital tooth bleaching: a review of the literature and clinical procedures. J of Endodontics 2008 Apr;34(4):394-407.
48. Wiegand A, Drebenstedt S, Roos M, et al. 12-month color stability of enamel, dentine, and enamel-dentine samples after bleaching. Clin Oral Investig 2008;12:303-10.
49. KWON SR, WERTZ PW. Review of the mechanism of tooth whitening. Journal of Esthetic and Restorative Dentistry 2015;27(5):240-257.
50. Ferrarazi M, Huck C, Machado M. A vital tooth bleaching technique with a compound light system led. J Oral Laser Applic 2003; 3:167-72.

51. Dominguez A, Garcia J, Costela A, Conez C. Influence of the light source and bleaching gel on the tooth whitening process. *Health Wellness Reso Cent* 2011; 29: 53-7.
52. Torres CR, Souza Cs, Borges AB, Huhtala MF, Caneppele TM. Influence of concentration and activation on hydrogen peroxide diffusion through dental tissues in vitro. *Sci World J* 2013;2013.
53. Klaric E, Rakic M, Sever I, Tarle Z. Temperature rise during ex-perimental light-activated bleaching. *Lasers Med Sci.* 2013 Jun; 19. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23780710>
54. Hahn P, Schondelmaier N, Wolkewitz M, Altenburger MJ, Polydorou O. Efficacy of tooth bleaching with and without light activation and its effect on the pulp temperature: an in vitro study. *J of Odontology* 2013 Jan;101(1):67-74.
55. Ulu O. Diş renklemelerinin beyazlatılması, rengin korunması ve kalıcılığının in vitro yöntemle belirlenmesi. Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, 2011.
56. Young N, Fairley P, Mohan V, Jumeaux C. A study of hydrogen peroxide chemistry and photochemistry in tea stain solution with relevance to clinical tooth whitening. *J Dent* 2012;40:e11-e6.
57. Xu B, Li Q, Wang Y. Effects of pH values of hydrogen peroxide bleaching agents on enamel surface properties. *Operat Dent* 2011; 36(5):554-562.
58. Brooks RE, Moore SB. Alkaline hydrogen peroxide bleaching of cellulose. *Cellulose* 2000;7(3):263-286.
59. Torres CR, Crastechini E, Feitosa FA, et al. Influence of pH on the effectiveness of hydrogen peroxide whitening. *Operat Dent* 2014;39 (6):E261-E268.
60. Majeed A, Farooq I, Grobler SR, Rossouw RJ. Tooth bleaching: a review of the efficacy and adverse effects of various tooth whitening products. *Journal of the College of Physicians and Surgeons Pakistan* 2015, Vol. 25(12):891-896.
61. Goldberg M, Grootveld M, Lynch E. Undesirable and adverse effects of tooth-whitening products: a review. *Clin Oral Invest* (2010) 14:1-10.
62. Wattanapayungkul P, Yap AU, Chooi KW, Lee MF, Selamat RS, Zhou RD. The effect of home bleaching agents on the surface roughness of tooth-colored restoratives with time. *Oper. Dent* 2004;29(4):398-403
63. Canay Ş, Çehreli MC. The effect of current bleaching agents on the color of light-polymerized composites in vitro. *J Prosthet Dent* 2003;89(5):474- 478.
64. Rosentritt M, Lang R, Plein T, Behr M, Handel G. Discoloration of restorative materials after bleaching application. *QuintessenceInt* 2005;36(1):33-39.
65. Crim, G.A. Post-operative bleaching: effect on microleakage. *Am. J. Dent.* 1992;5:109-112.
66. White, DJ, Du schner H, Pioch T. Effect of bleaching treatments on microleakage of class I restorations. *J of Clin Dent* 2008;19:33-36.
67. Polydorou O, Beiter J, Ko nig A, Hellwig E, Kummerer K. Effect of bleaching on the elution of monomers from modern dental composite materials. *Dent Mater.* 2009;25:254-260.
68. Kaya AD, Türkün M. Reversal of Dentin Bonding to Bleached Teeth. *Operative Dentistry* 2003 November;28(6):825-829.
69. Türkün M, Çelik EU, Kaya AD, Arici M. Can the hydrogel form of sodium ascorbate be used to reverse compromised bond strength after bleaching. *Journal of Adhesive Dentistry* 2009 January;11(1):35-40.
70. Abouassi T, Wolkewitz M, Hahn P. Effect of carbamide peroxide and hydrogen peroxide on enamel surface: an in vitro study. *Clin Oral Investig* 2011;15:673-680.
71. Azrak B, Callaway A, Kurth P, Willershausen B. Influence of bleaching agents on surface roughness of sound or eroded dental enamel specimens. *J of Esthet Restor Dent* 2010;22:391-399.
72. Cadenaro M, Navarra CO, Mazzoni A, et al. An in vivo study of the effect of a 38 percent hydrogen peroxide in office whitening agent on enamel. *J of Am. Dent. Assoc.* 2010;144:449-454.
73. Sa Y, Sun L, Wang Z, et al. Effects of two in-office bleaching agents with different pH on the structure of human enamel: an in situ and in vitro study. *Oper. Dent.* 2013;38:100-1.

74. Smidt A, Feuerstein O, Topel M. Mechanical, morphologic, and chemical effects of carbamide peroxide bleaching agents on human enamel in situ. *Quintessence Int* 2011;42:407-412.
75. Sun L, Liang S, Sa Y, et al. Surface alteration of human tooth enamel subjected to acidic and neutral 30% hydrogen peroxide. *J. Dent.* 2011;39:686-692.
76. Sasaki RT, Florio FM, Basting RT. Effect of 10% sodium ascorbate and 10% alphatocopherol in different formulations on the shear bond strength of enamel and dentin submitted to a home-use bleaching treatment. *Oper. Dent.* 2009;34:746-752.
77. Azer SS, Machado C, Sanchez E, Rashid R. Effect of home bleaching systems on enamel nanohardness and elastic modulus. *J. Dent.* 2009;37:185-190.
78. Araujo Fde O, Baratieri LN, Araujo E. In situ study of in office bleaching procedures using light sources on human enamel microhardness. *Oper. Dent.* 2010;35:139-146.
79. Al-Salehi SK, Wood DJ, Hatton PV. The effect of 24 h non-stop hydrogen peroxide concentration on bovine enamel and dentine mineral content and microhardness. *J. Dent.* 2007;35:845-850.
80. Cakir FY, Korkmaz Y, Firat E, Oztas SS, Gurgan S.. Chemical analysis of enamel and dentin following the application of three different at home bleaching systems. *Oper. Dent.* 2011;36:529- 536.
81. Tezel H, Ertas OS, Ozata F, Dalgac H, Korkut ZO. Effect of bleaching agents on calcium loss from the enamel surface. *Quintessence Int* 2007;38:339-347.
82. Efeoglu N, Wood D, Efeoglu C. Microcomputerised tomography evaluation of 10% carbamide peroxide applied to enamel. *J. Dent.* 2005;33:561-567.
83. Lee KH, Kim HI, Kim KH, Kwon YH. Mineral loss from bovine enamel by a 30% hydrogen peroxide solution. *J Oral Rehabil* 2006;33:229-233.
84. Faraoni-Romano JJ, Da Silveira AG, Turssi CP, Serra MC. Bleaching agents with varying concentrations of carbamide and/or hydrogen peroxides: effect on dental microhardness and roughness. *J. Esthet. Restor. Dent.* 2008;20:395 - 402.
85. Tam LE, Lim M, Khanna S. Effect of direct peroxide bleach application to bovine dentin on flexural strength and modulus in vitro. *J. Dent.* 2005;33:451-458.
86. Tam LE, Kuo VY, Noroozi A. Effect of prolonged direct and indirect peroxide bleaching on fracture toughness of human dentin. *J. Esthet. Restor. Dent.* 2007;19:100-109.
87. Basting RT, Rodrigues Jr AL, Serra MC. The effects of seven carbamide peroxide bleaching agents on enamel microhardness over time. *J. Am. Dent. Assoc.* 2003;134:1335-1342.