

BÖLÜM 8

VİTAL AĞARTMA TEDAVİLERİ

Seda GÖMLEKSİZ¹

GİRİŞ

Son dönemde diş hekimliğindeki uygulama ve materyaller süratle gelişim göstermiştir. Bununla beraber uygulama ve materyallerin klinik hekimlerce pratikte uygulanması hastaların estetik beklentilerini de arttırmıştır. Günümüzde insanlar sadece sağlıklı dişlerle yetinmemekte, ayrıca mükemmel bir gülüşe sahip olmayı da istemektedirler. Tüm epidemiyolojik araştırmalar, nüfusun yaklaşık %30 ila %60'ının daha parlak veya daha beyaz dişlere sahip olmak istediğini tahmin etmektedir (1). Bunun sağlanması dişlerin çenelerle ve birbirleriyle olan uyumlarına bağlı olduğu kadar optik özelliklerine de bağlı olarak değişmektedir (2). Yaşam standartlarının yükselmesiyle ve artan estetik beklentiler nedeniyle ağartma tedavileri de gün geçtikçe daha önemli olmakta ve en çok talep edilen modern diş hekimliği tedavileri arasında sayılmaktadır. Ağartma tedavileri uygulamaların ve ürünlerin gelişmesiyle birlikte, genç yaştakilerden ileri yaştakilere oldukça geniş bir topluluk için kullanılmaya başlamıştır (3).

Renklenmiş diş veya dişlerde mine ve dentinin yapısındaki organik pigmentlerin kimyasal ajanlarla okside edilmesi yoluyla renklerinin ağartılması işlemine “ağartma uygulaması” adı verilmektedir (4). Bu uygulama vital ve devital dişlerde farklı ajanlarla, farklı konsantrasyonlarda ve farklı uygulama yöntemleriyle yapılabilmektedir. Günümüzde sıklıkla tercih edilen ve popüler olan vital dişlerde uygulanan ağartma işlemleri uygulama yöntemlerine göre hekim kontrolünde ofiste uygulanan, hekim tavsiyesiyle hasta tarafından evde uygulanan ve hekim kontrolünde olmaksızın bireyin kendisi tarafından uygulama şeklinde yapılmaktadır (5). Renklenmenin tedavisi için uygulanan vital ağartma prosedürleri, restoratif ve protetik tedavilere kıyasla daha konservatif ve düşük maliyetli bir yaklaşımdır (6).

¹ Dr. Öğr. Üyesi, Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Restoratif Diş Tedavisi AD., sedaozkanoglu1@gmail.com

AĞARTMA UYGULAMALARININ TARİHÇESİ

Greenwall'a (7) göre; klorid içerikli "bleaching powder" isimli ağartma ajanlarıyla Macintosh tarafından 1799'da gerçekleştirilen uygulamalar, literatürde ağartma konusundaki ilk örnekler olarak yer almıştır. 1848 yılında Macintosh gibi Dwinelle de devital dişler üzerinde klorid uygulayarak ağartma gerçekleştirmiştir. Bu yöntemi geliştiren Trumanen, 1860'da devital dişler açısından daha etkin bir materyal olan asetik asit çözeltisindeki klorürü ve kalsiyum hidrokloriti uygulamıştır. Bu çalışmalar neticesinde Labarraque solüsyonu, ilk ticari ağartıcı olarak üretilmiştir (8).

Vital dişlerdeki ağartma ise ilk kez 1868 yılında Latimer tarafından oksalik asit kullanılarak yapılmıştır. Ardından kalsiyum hipoklorit ile birlikte oksalik asidi Taft; hidroklorik asit ile birlikte oksalik asiti Chapple uygulamıştır (7,8). 20. yüzyılın başından itibaren oksalik asit, oksitleyici bir ajan olarak pirozon (eter peroksit) ve hidrojen peroksit ile değiştirilmiştir (9). Hidrojen dioksitin tanımlandığı, peroksitler hakkındaki ilk çalışma 1884'de Harlan tarafından gerçekleştirilmiştir. Tetrasiklin sebebiyle renklenmiş dişlere tatbik edilmek üzere %35 hidrojen peroksit (HP) içerikli ağartma ajanı, ilk kez Cohen tarafından 1970'de kullanılmıştır. 1990 yılında ise hidrojen peroksit jel formunda diş hekimlerinin kullanımına sunulmuştur (10).

Karbamid peroksitin (CP) dişler üzerindeki etkileri, akut nekrotizan ülseratif diş eti iltihabının (ANUG) tedavisinde antiseptik ajan şeklinde kullanıldığı I. Dünya Savaşı sırasında keşfedilmiştir. 1962'de Klusmier, ortodontik tedaviden sonra iltihaplı periodonsiyumu tedavi etmek için CP içeren jel kullanma konseptini ortaya koymuş ve bu, peroksitin mine üzerindeki aydınlatıcı etkisinin tesadüfen keşfedilmesine ve dolayısıyla diş ağartma ajanları olarak peroksitlerin kullanılma olasılığına yol açmıştır (11). 1989 yılında Haywood ve Heymann (12) diş ağartma yöntemi olarak %10'luk karbamid peroksitin ağız apareyine yerleştirildikten sonra gece kullanılabileceğini ortaya çıkarmış ve tekniğe "Nightguard Vital Bleaching" (gece koruyuculu vital ağartma) adı verilmiştir.

1900'lerin başında ağartma sürecini hızlandırmak için ısıtılmış enstrümanlar veya bir ışık kaynağı kullanılmaya başlanmıştır. Ultraviyole dalgalarının ağartma işlemine yardımcı olarak kullanımını, Rossental önermiştir. 1900'lerin başından bu yana kullanılan ağartma teknikleri 1991'de bir ısı kaynağı yerine geleneksel ışık cihazları tarafından aktive edilen %30 HP jelleri kullanımı tavsiye edilerek modifiye edilmiştir. %30'luk HP jelleri ile ışığının ilk birlikte kullanımı, Feinman tarafından, 1987'de gerçekleştirilmiş; ağartma tedavisinde lazer ışınının ilk kul-

lanımını ise Reyto tarafından yapılmıştır (12). Ozonla gerçekleştirilen ağartma tedavileri ise yakın dönemde başlamıştır.

AĞARTMA MEKANİZMASI

Ağartma mekanizması peroksitlerin diş yapısındaki kromoforlara etki etmesi esasına dayandığından “Kromofor Teorisi” olarak adlandırılan teoriyle açıklanır. Kromofor adı verilen organik bileşikler diş yüzeyinde renklenmeye sebep olurlar. Bu bileşikler tek ya da çift bağlardan oluşan uzun zincirli yapılardır ve karbonil ve fenil halkaları içerirler (13). Dişleri ağartmak için her biri kendi etki mekanizmasına sahip çeşitli ağartma ajanları ve bu ajanların farklı etki mekanizmaları olmakla beraber kromofor yapısındaki uzun zincirlerin kırılması, çift bağların açılması, zincirin bazı kısımlarında meydana gelen oksidasyon bu ajanların temel etki mekanizmasıdır (14).

Diş hekimliğinde, peroksitlerin değişik formlarının tatbiki ile yapılan ağartma işleminin temelinde oksidasyon-redüksiyon veya diğer bir ifade ile redoks reaksiyonu bulunmaktadır. Redoks reaksiyon mekanizmasında kullanılan okside edici ajanın çiftleşmemiş elektronlara sahip serbest radikalleri elektronlarını vererek indirgenir, indirgeyici ajan (ağartılan madde) da elektronları alarak yükseltgenir (okside olur) (15). Alkalin ortam olduğu zaman, okside edici ajan bir hidrojen verip HOO^\cdot (perhidroksil) serbest radikali oluşturur. Buna paralel olarak oksijen-oksijen ve hidrojen-oksijen arasındaki bağların kopması ile oluşan hidroksil serbest radikalleri, doymamış ve stabil olmayan bağları olan bir yapıya neden olur (2).

Minenin interprizmatik aralıklarına, okside edici ajanın parçalanmasıyla oluşan serbest oksijen radikalleri, düşük molekül ağırlıkları nedeniyle difüze olurlar. Diş minesinde söz konusu radikaller inorganik tuzların arasında renklenmelere sebep olan organik moleküllerle reaksiyona girerler. Ağartıcı maddenin köpürme (efervesan) özelliği nedeniyle, büyük organik moleküllerin parçalanmasıyla oluşan küçük moleküller, yüzeye taşınır. Mine dokusu, bu olaylar sonucunda pürüzsüz yapısını kaybeder ve başarılı bir ağartma, ışığı daha az yansıtan basit moleküllerin oluşumu ile sağlanmış olur (7).

Ağartma tedavilerinin ilerleyen dönemlerinde sadece hidrofilik ve renksiz yapılar kalır ve bu, materyalin doyma noktası şeklinde tanımlanmaktadır. Ağartmanın yavaşladığı bu doyma noktasını takiben işlem devam ettirilirse, mineyi oluşturan matriks yapı ile proteinlerin karbon bağları parçalanır, hidroksil grupları olan bileşikler, daha da ufak komponentlere bölünürler. Mine kaybı artar ve diş

yapısı süratle su (H₂O) ve karbondioksit (CO₂) ayırır. Diğer oksidasyon reaksiyonları gibi ağartma tedavisi de, mine kaybı ile sonuçlanır (16).

AĞARTMA İŞLEMİNDE KULLANILAN AJANLAR

Diş ağartma işlemi için kullanılan ajanlarda aktif ve inaktif bileşenler mevcuttur. Ağartma ajanlarının içeriğinde bulunan hidrojen peroksit, karbamid peroksit, sodyum perborat gibi bileşikler aktif bileşenleri oluştururken; taşıyıcılar, yüzey nemlendiriciler, tatlandırıcılar gibi bileşikler inaktif bileşenleri oluşturmaktadır (17).

HİDROJEN PEROKSİT (HP)

Hidrojen peroksit günlük olarak insan vücudunda üretilir ve aynı zamanda bir ara metabolittir. HP; bakteri, yiyecek-içecek, hava ve suda düşük konsantrasyonlarda bulunmaktadır (18).

Hidrojen peroksit, diş hekimliğinde ağartma uygulamalarında %5,25 ile %40 arasında farklı konsantrasyonlarda uygulanmaktadır. Ofis tipi ve ev tipi ağartma tekniklerinde çeşitli konsantrasyonlarda kullanılabilen hidrojen peroksit çözünme reaksiyonu sonucunda iyonize olarak su, oksijen ve bazı serbest radikallere ayırır (19). Bu serbest radikaller son derece kararsızdır ve dişlerde renklenmeye neden olan kromoforlar da dahil olmak üzere çok çeşitli organik ve inorganik bileşenleri oksitleyebilir ve parçalayabilir (20). Hidrojen peroksin iyon formuna dönüşüp ağartma uygulamasını gerçekleştirebilmesi, ortamın alkali olmasına bağlıdır; bu nedenle en uygun pH 9,5-10 aralığındadır (21).

Piyasadaki pek çok üründe, hidrojen peroksit değişik formasyonlarda bulunur. Pirozon diye adlandırılan eterdeki %25'lik HP solüsyon, çoğunlukla tercih edilmez. Eterin içinde gerçekleşen reaksiyon, yüzey gerilimini düşürür. Bu da dentin tübüllerinin içine HP'nin daha rahat penetre olmasına ve dolayısı ile daha etkili ağartma oluşumuna neden olur. Bununla birlikte, yumuşak dokular ile temas durumunda yakıcı etki oluşur. Mide bulantısına neden oluşu, diğer bir olumsuz tarafıdır (22).

HP'nin distile suda bulunan %30 solüsyonuna süperoxol denir. Bu maddenin, ışık ve ısıyla temas etmesi durumunda parçalanma ihtimali yüksektir. Bu nedenle buzdolabında ve koyu renkli şişelerde muhafaza edilmelidir. Pirozon solüsyonuna benzer şekilde, süperoxol da yumuşak dokuyla temas ederse yanığa yol açar. Oral ve deri dokuda ağrılı yanma ve beyaz peteşiler görülür (22).

KARBAMİD PEROKSİT (KP)

Karbamid peroksit çok kararsızdır ve doku ve tükürük ile temas ettiğinde bileşenleri olan üre ve hidrojen peroksit ayrışır (23). Hidrojen peroksit oksijen ve suya; üre ise amonyak ve CO₂'ye dönüşür (24). Son reaksiyon çözeltinin pH'ını artırır; minerde demineralizasyon azalırken ürenin proteolitik aktivitesi sayesinde ağartma etkinliği artabilir (25). %10 karbamid peroksit çözeltisi kabaca %6,65'lik üreye ve %3,35'lik HP ayrılmaktadır (26).

Kullanılan karbamit peroksit formlarında pH 5-6,5 aralığında değişmektedir. Çoğunlukla ev tipi ağartma ajanı olarak tercih edilen KP piyasada %3-25'lik solüsyonlar-jeller halinde bulunmaktadır (27).

SODYUM PERBORAT (SP)

Kokusuz ve beyaz kristalimsi yapıdaki sodyum perborat tozu, kuru iken stabil ve alkalendir. Bununla birlikte asit, ılık su veya hava ile reaksiyona girdiğinde HP ve sodyum metaborata parçalanır. Söz konusu reaksiyon sonucunda %9,9 ölçüsünde serbest oksijen açığa çıkar. Bu ajanın tetrahidrat, trihidrat ve monohidrat formları mevcuttur. Monohidrat formunda su molekülü yoktur, tetrahidrat formunda sodyum perborat halkasına 6 su molekülü bağlanmıştır. Sodyum perboratın bu formları aynı zamanda değişik aktif oksijen içeriklerine sahiptir. En yüksek aktif oksijen içeriğine sahip olan form monohidrattır (%16). Monohidrat formunu sırasıyla trihidrat (%11,8) ve tetrahidrat (%10,4) izlemektedir (28).

SODYUM PERKARBONAT

Sodyum karbonat ile hidrojen peroksitin birleştirilmesiyle ortaya çıkan kokusuz bir tozdur. Aktif oksijen radikallerini açığa çıkartabilir. Gerçekleştirilen genotoksisite ve sitotoksisite çalışmalarında geleneksel ağartma ajanlarına benzeyen etkilerin ortaya çıktığı belirlenmiştir (16).

KLOR DİOKSİT

Klor dioksit, dişleri daha kısa sürede ağartmak için efektif ve kullanışlı bir oksitleyici ajandır. İngiltere'de dental olmayan farklı kuruluşlar, güvenlik ile ilgili endişeleri dile getiren klor dioksit kullanımını tanıtmışlardır (29). Güvenilirlik tereddütlerine rağmen yapılan bir çalışmada %0,07 klor dioksitin %35 hidrojen peroksitten daha kısa sürede dişleri ağarttığı görülmüştür (30).

BİTKİ ÖZÜTÜ

Ticari olarak temin edilebilen ağartma ajanlarını doğal, daha az sitotoksik ağartma ürünleriyle etkili bir şekilde değiştirmek amacıyla, pH değerleri 4,5 ile 7 arasında değişen meyve organik asitlerinin (oksalik, sitrik, tartarik, malik, süksinik ve fumarik) kullanımı ile ilgili literatür çalışmaları bulunmaktadır (31,32). Bu amaçla polifenol peroksidaz (PO), katalaz (CAT) ve süperoksit dismutaz (SOD) içeren tatlı patates enzimleri, iki HP konsantrasyonuna (%10 ve %35) eklenmiş; diş beyazlık düzeylerini önemli ölçüde artırdığını ve mine yapısal bozulmasını azalttığını ortaya çıkarmıştır (32).

DIĞER AJANLAR

Kıvam Arttırıcılar

Ağartma jellerinde en yaygın olarak kullanılan koyulaştırıcı (kalınlaştırıcı) ajan, karbopoldür (karboksipolimetilen). Kıvam arttırıcı ajanlar ağartma maddesinin viskozitesini ve uygulanan yüzeye tutunmasını artırır. Öte yandan, hidrojen peroksitte aktif oksijen salınımını dört kata kadar yavaşlatır (33). Oksijen salınımı yavaşladığında ürünler aktif halde daha uzun zaman kalabilir ve işlem sırasında ağartma maddesinin değiştirilmesi ihtiyacını azaltır (34).

Taşıyıcılar

Ağartma jellerinde genellikle gliserin ve propilen glikol kullanılmaktadır (35). Gliserin ağartma maddesinin viskozitesini artırarak kullanım kolaylığı sağlar; ancak dehidrasyona neden olur (7). Glikol ise anhidroz bir gliserindir. Propilen glikol dehidrasyona neden olmaz ve nemi tutar. Aynı zamanda ağartma materyalindeki diğer bileşenlerin çözünmesine de katkıda bulunur (17).

Üre

Kimyasal reaksiyon sonucunda parçalanmış üre, karbondioksit ve amonyak benzeri yıkım ürünleri ortaya çıkarır. Ağartma uygulamalarındaki ajanların içine ilave edilen üre, ortamın pH'sını arttırdığı için antikaryojenik etki gösterir ve HP stabilizasyonuna neden olur (7).

Yüzey Nemlendiricileri ve Pigment Dağıtıcılar

Ağartma materyaline eklenen yüzey nemlendiricileri, HP'nin diş penetrasyonunu kolaylaştırır ve ajan etkinliğini artırır (7). Pigment dağıtıcılar ise pigmentlerin ağartma jelinde kalmasını sağlar (36).

Koruyucular

Ağartma ajanlarının bileşiminde çeşitli koruyucular kullanılmaktadır. Ağartma jelinde bakteri üremesini önlemek için sodyum benzoat ve metil propil paraben eklenir (17). Öte yandan, sitrik asit, sitroksin, fosforik asitler veya sodyum stannat gibi koruyucular da ajanın kullanımına kadar bozulmasını engeller. Bu koruyucular, jelin pH'sını hafif asidik tutarken ağartma jelinin stabilitesini ve dayanıklılığını artırır (35).

Tatlandırıcılar

Ağartma maddesinin hasta tarafından kabulünü artırmak için muz, kavun, nane gibi tatlandırıcılar eklenir (36).

Amorf Kalsiyum Fosfat-Kazein Fosfopeptid

Amorf kalsiyum fosfat-kazein fosfopeptid (ACP-CPP), dentin tübüllerinde fosfat ve kalsiyum iyonlarının birikmesine neden olarak hızlı desensitizasyon sağlar (37). ACP-CPP'nin ağartma jeline dahil edilmesinin hassasiyeti önemli ölçüde azalttığı ve ağartma verimliliğini arttırdığı bildirilmiştir (35).

Florür

Florürün dentin tübüllerini bloke ettiği ve dentin sıvı akışını yavaşlatarak hassasiyeti azalttığı bilinmektedir (38). Florür ayrıca minenin mikrosertliğini de artırmaktadır (39).

Potasyum Nitrat

Potasyum nitrat, depolarize sinirin repolarizasyonunu önleyerek anestezi benzeri bir etki gösterir (40). Bu, ağartma etkisini değiştirmeden işlem sonrası hassasiyeti azaltır (41).

Titanyum Dioksit

Ağartma etkinliğini korurken duyarlılığı en aza indirmek amacıyla, bir titanyum dioksit foto-katalizörünün daha düşük HP konsantrasyonlarına (%3,5-6) dahil edilmesi önerilmiştir. Araştırmalar, bu yeni yaklaşımın, %35 HP'lik bir ağartma maddesine kıyasla daha az ağartma sonrası hassasiyetle ağartmada etkili olduğunu göstermektedir (42).

Kimyasal Katkı Maddeleri

Kimyasal katkı maddeleri, biyoaktif katkı maddeleri ve doğal organik katkı maddeleri içeren kapsamlı yeni diş ağartma ürünleri bulunmaktadır (43-45). HP'nin pH değerini yükseltmek amacıyla ve HP'nin ayrışmasını engelleyen veya geciktiren alkali bir ortam yaratılması amacıyla yeni bir kompleks formüle edilmiştir. Bu kompleks %5 HP, sodyum tripolifosfat (STPP) ve üreden oluşmaktadır (43).

Kalsiyum peroksit nano partiküllerinin ağartma uygulamalarına dahil edilmesi aktif diş minesinin mikro ve nano yapılarına derinlemesine nüfuz etmek, artan bir yüzey teması ve sonuçta daha büyük bir ağartma etkisi ile sonuçlanmaktadır (46). Diğer bir gelişme, yapısal hasarı ve diş hassasiyetini azaltmak amacıyla kalsiyum fosfat partiküllerinin dahil edilmesidir (47).

Ağartma Ajanlarının Aktivasyonu

Ağartma ajanları tek başlarına uygulanabilecekleri gibi ışık, ısı veya kimyasal maddeler aracılığıyla etkinliklerinin artırılması hedeflenerek de kullanılabilir. Ajanların etkinliğini artırarak diş ağartma ajanlarının aktivasyonu, ışık, ısı veya kimyasal maddeler aracılığıyla etkinliklerinin artırılması hedeflenerek de kullanılabilir.

Işık Kaynakları Yardımıyla Aktivasyon

Plazma ark lambalar, halojen lambalar, Light Emitting Diode (LED) gibi ışık sistemleri ağartma ajanlarının aktivasyonunda kullanılabilir (48). Işık kaynağı bir katalizör görevi görerek ağartma ajanının bileşenlerine ayrışmasını ve dişin yapısına penetre olmasını kolaylaştırır; ancak yüksek konsantrasyonlarda peroksit içeren ajanlarla beraber kullanılan ışık kaynakları peroksitin pulpa dokusuna nüfuz etme oranını artırıp pulpa sağlığının bozulmasına sebep olabilir (49).

Lazerler

Lazerlerin diş hekimliğindeki kullanım alanlarından olan diş ağartma uygulamalarında en fazla kullanılan lazer tipleri Diyot, CO₂, Nd:YAG ve Argon lazerleridir. Değişik dalga boyunda ışık yayan bir cihazın yerine ağartma materyalinin absorpsiyon spektrumuna benzer özel bir dalga boyundaki foton kullanılması, kimyasal reaksiyonu hızlandıracak, ağartma materyalinin diş üzerinde kalma zamanını kısaltacaktır (50).

Lazerler ile yapılan diş ağartmanın ardından zayıf estetik sonuçlar alındığına ilişkin bazı yorumlar bulunmaktadır. Bu yorumlar, özel lazer dalga boyunun ayarlarını yapmadan ağartıcı materyali kullanmanın neticesinde, dişte zararlı etkilere ve ısı artışına neden olacak biçimde lazer parametrelerinin yanlış kullanımı sonucu olmaktadır (51).

Fotoliziz

Fotoliziz ışığın bir molekül tarafından emilerek kimyasal bağlarının bozulmasıdır. Dalga boyu 248 nm olan özel bir frekansta ışık üreten ultraviyole ışık kaynakları ağartma ajanlarından serbest radikal oluşumunu artırmaktadır. Ultraviyole ışık enerjisinin zararlı etkileri olduğundan ağız içinde kullanım için uygun bulunmamaktadır (52).

Termokataliz

Hidrojen peroksitten hidroksil radikalleri oluşumu tepkimesi endotermik bir tepkimedir. Bu tepkimeye göre 10°C'lik her sıcaklık artışında 2,2 mol daha fazla serbest radikal oluşmaktadır. Sıcaklık artışı ile artan hidroksil iyon salınımının ağartma işleminin etkinliğini artırdığı düşünülmektedir. Işıkla aktive olan ağartma ajanlarında ışık uygulamasını takiben ısı artışı oluşmaktadır. Işık emilimini ve bunun sonucu olarak oluşan ısıyı artırmak için ağartma ajanlarının bir kısmına turuncu-kırmızı renk vermesi ve mavi ışık absorpsiyonunu arttırması için karoten gibi renklendirici maddeler ilave edilmektedir. Kızılötesi veya kırmızı ışık kullanımında ışık absorpsiyonunu arttırmak için ise ağartma ajanına mavi renk veren silika partikülleri ilave edilmektedir (53).

Kimyasal Kataliz

Ağartma ajanlarından serbest radikal oluşum reaksiyonunun hızlandırılmasıdır. Ağartma işleminin kimyasal olarak katalize edilmesi için ortama sodyum hidroksit, ferröz sülfat gibi bileşikler eklenir (54).

Atmosferik Basınçlı Soğuk Plazma ile Aktivasyon

Plazma maddenin dördüncü halidir ve iyonize gaz olarak tanımlanmaktadır. Atmosferik basınçlı soğuk plazma nitrojen, hava, argon, oksijen ve karışık gazlardan oluşmaktadır. Kullanılan gaz çeşitliliğine bağlı olarak dış ağartmadaki etkinliği değişmektedir (55). Atmosferik basınçlı soğuk plazma uygulamasının dış ağartma mekanizması tam olarak açıklanamasa da literatürde; H₂O₂ ve plazma ile yapılan dış ağartma işlemlerinde, dış yüzeyinde gerçekleşen reaksiyonlar sonucu oluşan reaktif oksijen ve nitrojen türlerinin (O, OH ve NO) dış ağartma üzerinde önemli bir etkisinin olduğu belirtilmiştir (56).

Ozon

Uygun konantrasyonlarda kullanıldığında dental ve periodontal dokular üzerinde belirgin olumsuz etkileri olmayan, tıp ve diş hekimliğinin çeşitli alanlarında kullanılan ozon; peroksitler gibi güçlü oksitleyici özelliklere sahiptir (57). Ozonun ayrışması sonucunda güçlü okside edici özelliklere sahip olan peroksit ve hidroksil radikalleri oluşur. Bu radikaller, eşleşmemiş elektronlara sahip oldukları için son derece elektrofiliktir ve stabilize olabilmek için mine yapısındaki inorganik tuzlar ile organik pigment molekülleri arasındaki kromofor moleküllerinden oluşan çift bağlar ile tepkimeye girerler. Buna bağlı olarak kromofor moleküllerinin enerji emilimi değişir ve daha az ışık yansıtan basit moleküller oluşur (58).

Vital Ağartma Yöntemlerinin Sınıflandırılması

Vital dişlerde ağartma işlemi hekim kontrolünde ofiste uygulanan, hekim tavsiyesiyle hasta tarafından evde uygulanan ve hekim kontrolü olmadan yapılan ağartma tekniklerini içermektedir (5). Bu teknikler tek başlarına uygulanabilecekleri gibi birbirleri ile kombine edilerek de kullanılabilirler.

Ofis Tipi Ağartma Tekniği

Hekim tarafından yüksek konsantrasyonlarda ağartma ajanı uygulanması esasına dayanan ağartma yöntemidir. Modern ofis tipi ağartma yöntemlerinde sıklıkla kullanılan ajan %35-40 gibi çeşitli konsantrasyonlarda hidrojen peroksit olmakla beraber %35-40 konsantrasyonlarında karbamid peroksit de tercih edilebilir ve etkinin daha çabuk görülmesi amacıyla ısı ve ışık kullanılabilir (59).

Bu yöntemde sonucun hızlıca alınması, hastanın koruyucu plak kullanmasını gerektirmemesi ve hekim kontrolünde uygulandığından hastaya bağlı oluşabilecek komplikasyonların ortadan kaldırılmış olması avantaj olarak sayılabilir. Dezavantaj olarak ise yumuşak dokuları korumak ve ajanın uygulanacağı alanı belirlemek için kullanılan rubber damin hasta tarafından rahatsız edici bulunması, uygulamanın tek seansta yeterli görülme ihtimali sebebiyle tekrar gerektirmesi, maliyetinin yüksek oluşu ve kullanılan ajanların yüksek konsantrasyonda peroksit içermesi sebebiyle diş ve çevre dokularda hasara sebep olabilmesi yer alır (60).

İşleme başlamadan önce renk skalası, dental spektrofotometre cihazı veya renk belirleme yöntemlerinden biri yardımıyla diş rengi belirlenmelidir. Ağartma ajanı uygulamadan rubber dam veya ağız ekartörü aracılığıyla yumuşak dokular korunur. Ağartma ajanı kullanıcı talimatlarına uygun şekilde hekim tarafından uygulandıktan sonra dişlerden uzaklaştırılır. Gerekli görülürse ağartma ajanı tekrar uygulanabilir. Yumuşak dokuların izolasyonu dişlerde dehidratasyona neden olduğu için işlem sonunda dişler olduğundan daha açık görünürler; bu sebeple işlem sonu renk ölçümü 1-2 hafta kadar sonra yapılmalıdır (61).

Ofis tipi ağartma teknikleri çeşitli farklılıklar gösteren birkaç uygulama içermektedir.

Power Bleaching Tekniği

Yüksek konsantrasyonda peroksit içeren ağartma ajanı uygulaması tekniğin esasını oluşturmakla beraber power bleaching ya da güçlendirilmiş ağartma adı verilen bu yöntem ısı ve ışık ile birlikte ağartma ajanlarının aktive edildiği yöntem olarak ifade edilmektedir. Ancak 1991 yılında bu ajanların aktivasyonu için ısı

yerine, konvansiyonel ışık cihazları geliştirilmiştir (62). Günümüzde ise aktivasyon için lazerler ve çeşitli ışık kaynakları kullanılmaktadır. Bu yöntem sayesinde toplam tedavi süresi kısaltılmakta; ancak, meydana gelen ağartma miktarı daha hızlı şekilde gerileyebilmektedir (63).

Termokatalitik Teknik

%35 hidrojen peroksit içerikli ajanın (süperoxol) ısı aktivasyonu (40°C'yi aşmayan) kullanılması esasına dayanan yöntemdir (64). Renklenme görülen her dişe ayrı ayrı işlem yapılır. Ağartma ajanı diş yüzeyine uygulandıktan sonra ısıtma cihazı dişin üzerine yerleştirilir. Tedavi süresi kullanılan sistem ve renklenmenin türüne göre değişkenlik gösterir.

Mc Innes Tekniği

Genellikle mine yüzeyinde meydana gelen florozis gibi yüzeysel demineralizasyon vakalarında kullanılan bu teknikte kullanılan mavimsi ağartma solüsyonu 1 ml %36'lık HCl, 1 ml %30'luk HP ve 0,2 ml anestezik eter içermektedir. Solüsyon renklenmiş olan bölgelere bir pamuk yardımıyla 3-5 dk boyunca uygulanır. İşlem sonrası % 5,25 sodyum hipoklorit (NaOCl) ile nötralizasyon sağlanmalıdır (65).

Jel Tekniği

Ofis tipi ağartma uygulamalarına yönelik olarak kullanılan %30-35 konsantrasyona sahip hidrojen peroksit veya karbamid peroksit içerikli jellerin diş veya dişlerin yüzeyine ağartma amacıyla kullanıcı talimatları doğrultusunda kullanılması tekniğidir. Jellerin uygulama sırasında akmaz, köpürmez ve kullanımlarının kolay olması profesyonel diş ağartmanın klinik kullanım pratiğini arttırmıştır (66).

Çift Aktivasyonlu Ağartma Tekniği

İçeriğinde kimyasal ve ışık aktivatörü bulunan ağartma ajanının uygulandığı tekniktir. Aktivatörler sayesinde ağartma süresi kısaltılmaktadır (7).

Mikroabrazyon ve Makroabrazyon Yöntemi

Mikroabrazyon tekniği abrazyon ihtiva eden bir pat ile mine yüzeyinin lastik fırça yardımıyla aşındırılması esasına dayanır. Bu amaçla kullanılan pomza taşı ya da %37'lik fosforik asit ile ya da % 6,6, 10 ve 18'lik hidroklorik asit (HCl) ile beraber kullanılabilir. Ancak kullanılan patların penetrasyonunun daha iyi olabilmesi için mine tabakasının ince grenli elmas frezler ile aşındırılması önerilir. Piyasada bu etkiye sahip HCl asit içeren çeşitli patlar mevcuttur. Bu patlar, içeriğinde su bazlı HCl ve silikon karbit mikropartikülleri ihtiva etmektedir (67).

Makroabrazyon yönteminde ise renklenmiş mine dokusunun yüzeyel tabakası karbid veya elmas bitirme frezleri yardımıyla uzaklaştırılmaktadır (68). Bu yöntemlerde mine yüzeyinde aşındırma yapılarak hem renklenmiş doku kaldırılır, hem de ileride uygulanacak ağartma ajanlarının diş içerisine penetrasyonu artırılmış olur.

Ev Tipi Ağartma Tekniği

Gece koruyuculu ağartma (Nightguard vital bleaching) olarak da bilinen ev tipi ağartma tekniğini ilk olarak Haywood ve Heymann 1989 yılında tanıtmışlardır. Bu yöntem %10-15'lik KP içeren ağartma ajanlarının 6 ila 8 saat arasında değişen sürelerde belirli bir aparey içerisinde 2-6 hafta boyunca kullanılması esasına dayanmaktadır (8).

Ev tipi ağartma işleminin hasta tarafından kolaylıkla uygulanabilmesi, aynı anda tüm arkların beraber ağartılabilmesi, peroksit oranı düşük ajanlar kullanıldığından ağartma işlemi sonrasında meydana gelebilecek diş hassasiyeti olasılığının düşük olması, maliyetinin düşük olması avantaj olarak sayılabilmektedir (69). Gerekinden fazla kullanılan ağartma ajanına bağlı olarak koruyucu plaktan taşan ajanın diş etlerinde oluşturabileceği kimyasal irritasyon, plak kullanımına bağlı oluşabilecek mekanik irritasyon, tedavi etkinliğinin hastaya bağlı olması, TME hastalarında kullanılamaması ise dezavantaj olarak sayılabilir (70).

İşlemden hastadan ağız için ölçüsü alınarak koruyucu plaklar hazırlanır. Bu plaklar içerisine ağartma ajanını yerleştiren bireyler kullanıcı talimatı ve hekim tavsiyeleri doğrultusunda gereken süre boyunca plağı kullanır (8). Kullanılan ağartma ajanları 4-10 saat aktiftir; bu sebeple günde en az 4 saat uygulanmalıdır (71).

Kombine Olarak Yapılan Ağartma Tedavisi

Kombine tedavi; ofis tipi ağartma ve ev tipi ağartma yöntemlerinin ikisinin birlikte kullanıldığı yöntemdir. Öncelikle, uygulanan ofis tipi ağartma ile yüksek konsantrasyonda ağartma solüsyonu kullanılarak güçlü ve etkili bir ağartma elde edilir. Bu işlem 'jump-start' (hızlı başlangıç) olarak adlandırılır (72). Daha sonra elde edilen bu ağartmanın uzun süre kalmasını sağlamak ve geri dönüşünü hafifletmek için ev tipi ağartma yöntemi ile idame tedavi uygulanır (73). Genel kural olarak ev tipi ağartma sistemi ortalama 4-8 saat süreyle uygulanırken; bu yöntemde sadece 30-45 dk'lık uygulama yeterli görülmektedir.

Diğer bir kombinasyon ise ağartma işlemlerinden sonra ağartıcı diş macunu kullanılmasıdır. Böyle bir kombinasyon, renk stabilitesini korumak için ağartmadan sonra mümkün olduğu kadar fazla renk dönüşünü önlemek için faydalı olacaktır (74).

Hekim Kontrolü Olmadan Uygulanan Vital Ağartma Teknikleri (Over the Counter-OTC)

Hekim kontrolü olmadan uygulanan bu teknikte (OTC) ağartma ürünleri, renklenmiş dişleri diş hekimi gözetimli ağartma tedavilerine düşük maliyetli bir alternatif olarak ortaya çıkmıştır. Eczaneler, süpermarketler veya internet üzerinden temin edilen ağartıcı diş macunları, diş ipleri, ağartma şeritleri/stripleri, ağartma kalemleri (whitening pen) ya da fırçaları (paint-on) gibi farklı OTC ürünleri mevcuttur. Bu ürünler genel olarak yüzeysel lekelerin giderilmesinde kullanılabilir (75). OTC ürünlerinde yaygın olarak bulunan aktif ağartma maddeleri CP veya HP'dir, Ancak 2011/84/EU sayılı AB Konsey Direktifi tarafından uygulanan HP ve CP bazı ürünler üzerindeki yasal kısıtlamalar, Avrupa genelinde birçok pazarda üretimlerinin durdurulmasına yol açmıştır. Yönerge, 'Mevcut veya salınan HP'nin %0,1'den fazla veya %6'dan az konsantrasyonlarını içeren diş ağartma ürünlerinin yalnızca diş hekimlerine satılması gerektiğini belirtmektedir (76). %0,1'den daha az HP içeren ürünlerin kullanılmasının istenen ağartma sonuçlarını elde etmek için yetersiz kalması sonucu bu sorunun üstesinden gelmek amacıyla, sodyum klorit, sodyum karbonat peroksit ve ftalimidoperoksikaproik asit (PAP) gibi yeni aktif maddeler içeren yeni OTC ağartma ürünleri piyasaya sunulmuştur (77).

OTC ürünlerinden biri olan ağartıcı diş macunları, kimyasal olarak ağartarak ve/veya yüzeysel lekeleri aşındırarak gidererek etki eder (2). Diş macunlarına ağartıcı etki özelliği kazandıran başlıca içerikler üç ana başlık altında toplanabilir: aşındırıcılar olan silika hidrat, kalsiyum karbonat, dikalsiyum fosfat dihidrat, kalsiyum pirofosfat, alümina, perlit, sodyum bikarbonat; kimyasal ajanlar olan hidrojen peroksit, karbamid peroksit, kalsiyum peroksit, sodyum sitrat, sodyum pirofosfat, sodyum tripolifosfat, sodyum heksametafosfat, papain ve boyar maddeler olan mavi kovarin ile mavi no. 1 (78). Ağartıcı ajan stabil kalması için kullanılabilecek kadar diş macunundan ayrı tutulmalıdır. Çift odacıklı tüp teknolojisi bu ayrımı sağlar (74).

Ağartıcı gargaralar, diş renginin bozulmasını önlemek için düşük konsantrasyonda hidrojen peroksit (%2) ve sodyum heksametafosfat içerir. Uzun süreli kullanım ağız mukozasını tahriş edebilir ve diş hassasiyetine neden olabilir (14).

Son zamanlarda, diğer ağartma sistemlerine alternatif olarak ağartma jelinin daha kolay uygulanmasını sağlamak için ağartma şeritleri (ağartıcı stripler) geliştirilmiştir (36). Ağartma şeritleri, esnek polietilen malzemenin yüzeyine homojen olarak dağılmış 150-200 mg ağartma jeli içerir. İçerdikleri hidrojen peroksit kon-

santrasyonu %5,3 ila %6,5 arasında değişmektedir (79). Ağartma şeritleri, kolay uygulanabilmeleri, düşük maliyetli olmaları ve önemli bir ağartma etkisine sahip olmaları nedeniyle oldukça popülerdir (36).

Boyalı sistemler (paint-on sistemler) hidrojen peroksit, karbamid peroksit veya sodyum perkarbonat içeren bir süspansiyonun diş yüzeyine fırça ile uygulanmasına dayanmaktadır. Bununla birlikte, ağartma aktiviteleri oldukça düşüktür (81).

Son zamanlarda eczanelerde veya internette, kişinin kendisi tarafından uyarlanabilen ışıkla aktive edilen jel içerikli OTC plakları yeni bir ürün olarak piyasaya çıkmıştır. Bu sistemde ağız plağının içine kompakt bir LED ünitesi tarafından aktive edilen bir ağartıcı jel konulmaktadır. Üreticiler, ağartma etkisinin hekim kontrolünde olan ev tipi ağartma ürünleriyle ile benzer olduğunu iddia etmekte, ancak açıklığa kavuşturmamaktadırlar (82).

SONUÇ

Vital ağartma tedavileri, diş renklenmelerinin giderilmesi için hem estetik hem de konservatif yaklaşımları birleştiren bir uygulamadır. Klinisyenin bilgi ve deneyimi renk farklılıklarının etiyojisinin tam olarak anlaşılması ve uygun ağartma yaklaşımının seçimi için kritik öneme sahiptir. Bu renklenmelerin başarılı bir şekilde tedavisi, hasta memnuniyetini ve motivasyonunu artıracaktır. Günümüzde vital diş ağartma uygulamalarının talep edilen bir işlem olması halk arasında popülerlik kazanmasını sağlamıştır. Ağartma materyallerinin gelişimine göre, diş hassasiyetini azaltan ve remineralizasyon için ajanlarla zenginleştirilmiş olan ağartıcı ajanlar kullanıldığında, vital ağartma, diş yapısı üzerinde önemli olumsuz etkileri olmayan güvenli bir işlem olarak görülmektedir.

KAYNAKÇA

1. Călin DL. In office vital dental bleaching: a case report and literature synthesis. *Romanian Journal of Functional & Clinical, Macro- & Microscopical Anatomy & of Anthropology/Revista Româna de Anatomie Functionala si Clinica, Macro si Microscopica si de Antropologie*. 2020;19(1):42-50.
2. Joiner A. The bleaching of teeth: a review of the literature. *Journal of Dentistry*. 2006;34(7):412-419.
3. Koruk D, Kırzioğlu Z. Diş beyazlatma tedavisinin güvenilirliği. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*. 2010;11(1):29-37.
4. Özel Y, Özel E, Attar N, Aksoy G. Dişhekimliğinde beyazlatma. *Ege Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*. 2007;28:33-40.
5. Haywood VB. Nightguard vital bleaching. *Quintessence International*. 1989;20:173-176.
6. Dutra A, Frary J, Wise R. Higher order needs drive new growth in mature consumer markets. *Journal of Business Strategy*. 2004;5:26-34.
7. Greenwall L. *Bleaching Techniques in Restorative Dentistry: An Illustrated Guide*. London: CRC Press; 2001.

8. Haywood VB. History, safety, and effectiveness of current bleaching techniques and applications of the nightguard vital bleaching technique. *Quintessence International (Berl)*. 1992;23(7):471-488.
9. Atkinson CB. Fancies and some facts. *Dental Cosm*. 1892;34:968-972.
10. Bartlett DW. Bleaching discoloured teeth. *Dental Update*. 2001;28(1):14-18.
11. Haywood VB, Drake M. Research on whitening teeth makes news. *North Carolina Dental Journal*. 1990;7(2):9.
12. Dahl JE, Pallesen U. Tooth bleaching—a critical review of the biological aspects. *Critical Reviews Oral Biology & Medicine*. 2003;14(4):292-304.
13. Kwon SR, Wertz PW. Review of the mechanism of tooth whitening. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*. 2015;27(5):240-257.
14. Carey CM. Tooth whitening: what we now know. *Journal of Evidence Based Dental Practice*. 2014;14:70-76.
15. Goldstein RE, Garber DA. *Complete dental bleaching*. Chicago: Quintessence Publishing (IL); 1995.
16. Alacam T. *Endodonti*. Ankara: Özyurt Yayınevi; 2012.
17. Joiner A, Thakker G. In vitro evaluation of a novel 6% hydrogen peroxide tooth whitening product. *Journal of Dentistry*. 2004;32:19-25.
18. Ethylenediamine T, Part E. Scientific committee on toxicity, ecotoxicity and the environment (cstee). Brussels; 2003.
19. Mena-Serrano AP, Parreiras SO, Nascimento EMS do, et al. Effects of the concentration and composition of in-office bleaching gels on hydrogen peroxide penetration into the pulp chamber. *Operative Dentistry*. 2015;40(2):76-82.
20. Elfallah HM, Bertassoni LE, Charadram N, et al. Effect of tooth bleaching agents on protein content and mechanical properties of dental enamel. *Acta Biomaterialia*. 2015;20:120-128.
21. Félix-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.
22. Arın H. Farklı sodyum perborat tiplerinin intrakoronal ağartma ve dentin geçirgenliği üzerine etkileri. Doktora tezi. Selçuk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi. Konya. 2000.
23. Moraes RR, Marimon JLM, Schneider LFJ, et al. Carbamide peroxide bleaching agents: effects on surface roughness of enamel, composite and porcelain. *Clinical Oral Investigations*. 2006;10(1):23-28.
24. Asal Çalı A. İntrakoronal beyazlatmada karbamid peroksit jellerin servikal bölgeye penetrasyonunun değerlendirilmesi. Doktora tezi. Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü. Ankara. 2011.
25. Peixoto AC, Vaez SC, Pereira NA de R, et al. High-concentration carbamide peroxide can reduce the sensitivity caused by in-office tooth bleaching: a single-blinded randomized controlled trial. *Journal of Applied Oral Science*. 2018;26:e20170573.
26. Luque-Martinez I, Reis A, Schroeder M, et al. Comparison of efficacy of tray-delivered carbamide and hydrogen peroxide for at-home bleaching: a systematic review and meta-analysis. *Clinical Oral Investigations*. 2016;20(7):1419-1433.
27. Bulut H, Turkun M, Kaya AD. Effect of an antioxidantizing agent on the shear bond strength of brackets bonded to bleached human enamel. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2006;129(2):266-272.
28. Arı H, Üngör M. In vitro comparison of different types of sodium perborate used for intracoronal bleaching of discoloured teeth. *International Endodontic Journal*. 2002;35(5):433-436.
29. Affairs ADAC on S. Tooth whitening/bleaching: treatment considerations for dentists and their patients. *Dental Association Council on Affairs - Chicago ADA*. 2009.
30. Ablal MA, Adeyemi AA, Jarad FD. The whitening effect of chlorine dioxide—An in vitro study. *Journal of Dentistry*. 2013;41:76-81.

31. Chakravarthy PK, Acharya S. Efficacy of extrinsic stain removal by novel dentifrice containing papain and bromelain extracts. *Journal of Young Pharmacists*. 2012;4(4):245-249.
32. Gopinath S, James V, Vidhya S, et al. Effect of bleaching with two different concentrations of hydrogen peroxide containing sweet potato extract as an additive on human enamel: An in vitro spectrophotometric and scanning electron microscopy analysis. *Journal of Conservative Dentistry*. 2013;16(1):45-49.
33. Rodrigues JA, Oliveira GPF, Amaral CM. Effect of thickener agents on dental enamel micro-hardness submitted to at-home bleaching. *Brazilian Oral Research*. 2007;21:170-175.
34. Gökay O, Müjdecı A, Algin E. In vitro peroxide penetration into the pulp chamber from newer bleaching products. *International Endodontic Journal*. 2005;38(8):516-520.
35. Joshi SB. An overview of vital teeth bleaching. *Journal of Interdisciplinary Dentistry*. 2016;6(1):3-13.
36. Alqahtani MQ. Tooth-bleaching procedures and their controversial effects: A literature review. *Saudi Dental Journal*. 2014;26(2):33-46.
37. Giniger M, Macdonald J, Ziemba S, et al. The clinical performance of professionally dispensed bleaching gel with added amorphous calcium phosphate. *The Journal of the American Dental Association*. 2005;136(3):383-392.
38. Petersson LG. The role of fluoride in the preventive management of dentin hypersensitivity and root caries. *Clinical Oral Investigations*. 2013;17(1):63-71.
39. Attin T, Betke H, Schippan F, et al. Potential of fluoridated carbamide peroxide gels to support post-bleaching enamel re-hardening. *Journal of Dentistry*. 2007;35(9):755-759.
40. Poulsen S, Errboe M, Mevil YL, et al. Potassium containing toothpastes for dentine hypersensitivity. *Cochrane Database Systematic Reviews*. 2006;(3).
41. Matis BA, Cochran MA, Eckert GJ, et al. In vivo study of two carbamide peroxide gels with different desensitizing agents. *Operative Dentistry*. 2007;32(6):549-555.
42. Suemori T, Kato J, Nakazawa T, et al. Effects of light irradiation on bleaching by a 3.5% hydrogen peroxide solution containing titanium dioxide. *Laser Physics Letters*. 2008;5(5):379-383.
43. Hyland BW, McDonald A, Lewis N, et al. A new three-component formulation for the efficient whitening of teeth (carbamide plus). *Clinical Oral Investigations*. 2015;19(6):1395-1404.
44. Kalyana P, Shashidhar A, Meghashyam B, et al. Stain removal efficacy of a novel dentifrice containing papain and bromelain extracts—an in vitro study. *International Journal of Dental Hygiene*. 2011;9(3):229-233.
45. Al Batayneh O. clinical applications of tooth mousse [TM] and other CPP-ACP products in caries prevention: evidence-based recommendations. *Smile Dental Journal*. 2009;4(1):8-12.
46. AlKahtani RN. The implications and applications of nanotechnology in dentistry: A review. *Saudi Dental Journal*. 2018;30(2):107-116.
47. Mellgren T, Qin T, Öhman-Mägi C, et al. Calcium phosphate microspheres as a delivery vehicle for tooth-bleaching agents. *Journal of Dental Research*. 2018;97(3):283-288.
48. Maran BM, Ziegelmann PK, Burey A, et al. Different light-activation systems associated with dental bleaching: a systematic review and a network meta-analysis. *Clinical Oral Investigations*. 2019;23(4):1499-1512.
49. Gallinari MO, Fagundes TC, da Silva LM, et al. A new approach for dental bleaching using violet light with or without the use of whitening gel: study of bleaching effectiveness. *Operative Dentistry*. 2019;44(5):521-529.
50. Downs JC, Convissar RA, Anagnostaki E, et al. Lasers in fixed prosthetic and cosmetic reconstruction. In: *Principles and Practice of Laser Dentistry*. Elsevier. 2011:139-156.
51. Marcondes M, Gandolfi Paranhos MP, Spohr AM, et al. The influence of the Nd: YAG laser bleaching on physical and mechanical properties of the dental enamel. *Journal of Biomedical Materials Research Part B Applied Biomaterials*. 2009;90(1):388-395.
52. De Moor RJG, Verheyen J, Diachuk A, et al. Insight in the chemistry of laser-activated dental bleaching. *The Scientific World Journal*. 2015;2015.

53. Buchalla W, Attin T. External bleaching therapy with activation by heat, light or laser—a systematic review. *Dental Materials*. 2007;23(5):586-596.
54. Chen J-H, Xu J-W, Shing C-X. Decomposition rate of hydrogen peroxide bleaching agents under various chemical and physical conditions. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. 1993;69(1):46-48.
55. Choi H, Kim K-N, You E-M, et al. Tooth whitening effects by atmospheric pressure cold plasmas with different gases. *Japanese Journal of Applied Physics*. 2013;52(11S):11NF02.
56. Kong MG, Kroesen G, Morfill G, et al. Plasma medicine: an introductory review. *New Journal of Physics*. 2009;11(11):115012.
57. Boztaş G, Ömürlü H. Restoratif diş hekimliğinde ozon tedavileri. *Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*. 2014;24(3):158-168.
58. Perincek SD, Duran K, Korlu AE, et al. An investigation in the use of ozone gas in the bleaching of cotton fabrics. *Ozone Science & Engineering*. 2007;29(5):325-333.
59. Gurgan S, Cakir FY, Yazici E. Different light-activated in-office bleaching systems: a clinical evaluation. *Lasers in Medical Science*. 2010;25(6):817-822.
60. Al Shethri S, Matis BA, Cochran MA, et al. A clinical evaluation of two in-office bleaching products. *Operative Dentistry*. 2003;28(5):488-495.
61. Marshall K, Berry TG, Woolum J. Tooth whitening: current status. *Compendium of Continuing Education in Dentistry (Jamesburg, NJ 1995)*. 2010;31(7):486-492.
62. Dostalova T, Jelinkova H, Housova D, et al. Diode laser-activated bleaching. *Brazilian Dental Journal*. 2004;15:1-3.
63. Luk K, Tam L, Hubert M. Effect of light energy on peroxide tooth bleaching. *The Journal of the American Dental Association*. 2004;135(2):194-201.
64. Esener İT. Diş ağartma yöntemlerine bir bakış. *Cumhuriyet Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*. 2003;1:64-66.
65. Önal B. *Restoratif diş hekimliğinde maddeler ve uygulamaları*. İzmir: Ege Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Yayınları; 2004.
66. Türkün LŞ. Diş beyazlatmasında kullanılan bir office materyalinin klinik performansının değerlendirilmesi. Bitirme tezi. Ege Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi. İzmir. 2011.
67. Allen K, Agosta C, Estafan D. Using microabrasive material to remove fluorosis stains. *The Journal of the American Dental Association*. 2004;135(3):319-323.
68. Croll TP. Enamel microabrasion for removal of superficial dysmineralization and decalcification defects. *The Journal of the American Dental Association*. 1990;120(4):411-415.
69. Thickett E, Cobourne MT. New developments in tooth whitening. The current status of external bleaching in orthodontics. *Journal of Orthodontics*. 2009;36(3):194-201.
70. Sulieman M. An overview of bleaching techniques: 2. Night guard vital bleaching and non-vital bleaching. *SADJ: Journal of the South African Dental Association=Tydskrif van die Suid-afrikaanse Tandheelkundige Vereniging*. 2006;61(8):352-354.
71. Haywood van B. Current status of nightguard vital bleaching. *Compendium*. 2000;21(28):10-17.
72. Bernardon JK, Sartori N, Ballarin A, et al. Clinical performance of vital bleaching techniques. *Operative Dentistry*. 2010;35(1):3-10.
73. Burrell KH. ADA supports vital tooth bleaching—but look for the seal. *The Journal of the American Dental Association*. 1997;128:3S-5S.
74. Şişmanoğlu S. An overview of vital tooth bleaching. *Aurum Journal of Health Sciences*. 2020;2(2):115-139.
75. Attin T, Muller T, Patyk A, et al. Influence of different bleaching systems on fracture toughness and hardness of enamel. *Operative Dentistry Washington-*. 2004;29(2):188-195.
76. Directive C. 84/EU. *Oficial Journal of the European Union*. 2011;2011:36-38.
77. Alkahtani R, Stone S, German M, et al. A review on dental whitening. *Journal of Dentistry*. 2020;100:103423.
78. Tao D, Sun JN, Wang X, et al. In vitro and clinical evaluation of optical tooth whitening toothpastes. *Journal of Dentistry*. 2017;67:25-28.

Güncel Restoratif Çalışmaları

79. Donly KJ, Segura A, Henson T, et al. Randomized controlled trial of professional at-home tooth whitening in teenagers. *General Dentistry*. 2007;55(7):669-674.
80. Kishta-Derani M, Neiva G, Yaman P, et al. In vitro evaluation of tooth-color change using four paint-on tooth whiteners. *Operative Dentistry*. 2007;32(4):394-398.
81. Lo EC, Wong AH, Mcgrath C. A randomized controlled trial of home tooth-whitening products. *American Journal of Dentistry*. 2007;20(5):315-318.
82. Demarco FF, Meireles SS, Masotti AS. Over-the-counter whitening agents: a concise review. *Brazilian Oral Research*. 2009;23:64-70.