

Beyazlatma Ajanlarının Diş Yapısında Oluşturduğu Değişiklikler

The Alterations in Tooth Structure Caused by Bleaching Agents

Çiğdem ATALAYIN

Tijen PAMİR

Hüseyin TEZEL

Ege Üniversitesi, Dişhekimliği Fakültesi Diş Hastalıkları ve Tedavisi AD, Konservatif Diş Tedavisi BD, İZMİR

Özet

Hastaların artan ilgisi, talepleri ve dental firmaların ürünlerindeki gelişmeler doğrultusunda, estetik amaçlı uygulamalar dişhekimleri açısından vazgeçilmez hale gelmiştir. Diş renklenmelerinin tedavisinde, bilinen restorasyon yöntemlerine alternatif olarak daha konservatif bir yaklaşım olan diş beyazlatma teknikleri, sıklıkla uygulanan tedavi seçenekleri arasında yer almaktadır. Diş beyazlatma tedavilerinde çeşitli konsantrasyonlardaki ajanlar, farklı tekniklerle kullanılmaktadır. Kullanılan diş beyazlatma ajanı, konsantrasyonuna ve uygulama süresine bağlı olarak klinik başarı sağlayabileceği gibi diş yapısında olumsuz değişiklikler de meydana getirebilmektedir.

Bu derlemenin amacı, çeşitli beyazlatma ajanlarının diş yapısında meydana getirdiği değişikliklerle ilgili literatürleri gözden geçirmek ve sonuçlarını incelemektir.

Anahtar sözcükler: Diş beyazlatma, hidrojen peroksit, karbamid peroksit, demineralizasyon, kalsiyum kaybı

Abstract

The esthetic dental treatments have become inevitable for dentists because of the patients' request, interest and the newness in the dental companies' products. Tooth bleaching which is used often is a more conservative procedure than the conventional restoration procedures to treat tooth discolorations result from different reasons. Different agents are used with different techniques in different concentrations for tooth bleaching. It is possible to have good results and avoid possible adverse effects in favorable situations. The aim of this overview is to research the literatures related to the changes bleaching agents in different concentrations form on tooth structure and how can these be prevented and examine the results.

Keywords: Tooth bleaching, hydrogen peroxide, carbamide peroxide, demineralization, calcium loss

Giriş

Diş beyazlatma işlemleri günümüzde en sık başvurulan dişhekimliği uygulamaları arasında yer almakla birlikte, oksalik asit, değişik formdaki klorlu bileşikler, hidrojen peroksit, hidroklorik asit gibi ajanların kullanımını içeren diş beyazlatma girişimleri 1800'lü yılların sonlarına kadar uzanır.¹ 1970 ve 1980'li yıllarda vital ve devital dişlerin beyazlatılmasında yüksek konsantrasyonda hidrojen peroksit (%35) ve sodyum perboratın yoğun görünür ışık veya düşük ısı ile kombine kullanımı büyük popülarite kazanmıştır, ancak tekniğin beyazlatıcı etkisi yanında, dişeti ve pulpa üzerinde irrite edici etkiye sahip olması, mine yüzeyinde oluştur-

duğu değişimler, devital dişlerde eksternal servikal rezorpsiyona yol açması tekniğe ilgili önemli dezavantajlar arasında sayılmaktadır.^{2,3} 1980'lerin sonlarında, bazı klinisyenler yumuşak doku yaralanmaları, aftöz lezyonların tedavisinde ve periodontal cerrahiden sonra antiseptik olarak kullandıkları karbamid peroksitin diş minesinde beyazlatıcı etkisini fark etmişlerdir. Bundan sonra yapılan klinik çalışmalarda materyalin diş renklenmelerini gidermede ne denli etkili olduğu kanıtlanmıştır.^{4,5}

Diş beyazlatma tedavileri vital ve devital beyazlatma olmak üzere iki şekilde uygulanmaktadır. Devital beyazlatma, beyazlatma ajanının endodontik tedavi görmüş dişlerin pulpa odasını

çevreleyen dentinden iç mine tabakalarına diffüze olması yoluyla olur. Vital beyazlatma ise, beyazlatma ajanı ile mine dış yüzeyinin teması sonucu ajandaki peroksitlerin serbest radikallere ayrılması ve minenin interprizmatik aralıklarına diffüze olmasıyla gerçekleşmektedir.

Dişhekimliğinde vital beyazlatma teknikleri ofiste beyazlatma (*office bleaching*) ve evde beyazlatma (*home bleaching*) olarak sınıflandırılmaktadır. Buna ek olarak piyasada evde beyazlatma tekniklerine benzer şekilde uygulanan *over-the-counter* (OTC)(marketlerde satılan) ürünler de mevcuttur. Bunlar herhangi bir kozmetik ürün gibi doğrudan tüketici tarafından alınan ve dişhekimini denetimi olmadan kullanılan ürünlerdir. Bu ürünlerin kontrolsüz kullanımı ile diş sert dokuları ve çevre yumuşak dokular zarar görebilir. Pek çok ülkede satışı yasaklanmasına rağmen bu ürünler ucuz oluşları nedeniyle ve çarpıcı reklamlar sayesinde kimi zaman hastalar tarafından tercih edilmektedir.

Vital beyazlatma tedavilerinde kullanılan beyazlatma ajanları genel olarak çeşitli konsantrasyonlarda karbomit peroksit (KP) ve hidrojen peroksit (HP) içermektedir. Ofis tekniklerinde yüksek konsantrasyonda KP (%30, %35) kullanılırken, evde uygulananlar %20 KP ve %10 HP içerir.^{6,7} HP'nin %30 ve %35'lik konsantrasyonlarının ışiksiz veya ışık ve/veya ısı ile aktivasyonu önerilir. Evde beyazlatmada gece koruyucu plaklar ve %10–15 KP kullanılır. KP'nin %10'luk konsantrasyonu standart olarak kabul edilmesine rağmen firmalar %3'den %37'ye değişen oranlarda KP içeren ajanlar üretmektedir.^{8,9}

Beyazlatma ajanlarının etkisi peroksitlerin serbest radikallere ayrışmasından kaynaklanır. Bu serbest radikaller diş yapısı içine difüze olur ve yüksek derecede pigmente karbon zincirli bileşenleri daha küçük ve az renklenmiş zincirlere parçalar.¹⁰ Oksidasyonun, mine ve dentinin organik ve inorganik elementlerine zarar vermeye başladığı satürasyon noktasını aşmaması gerekir. Aksi halde, mine matris proteinleri içine gömülü olan mineral kristallerini açığa çıkarır ve

mine yüzey morfolojisinde istenmeyen değişikliklere ve diş yapılarında zayıflamaya neden olur.^{10,11}

Beyazlatma ajanlarının diş yapısına etkisi üzerine çeşitli görüşler mevcuttur. Bir çok yazar beyazlatılmış diş minesinin abrazyon direnci ve mikrosertliğinde azalma,^{12,13} dentin mikrosertliğinde azalma¹⁴ ve beyazlatma sonrası hemen veya bir haftadan daha kısa süre içinde restorasyon yapılması durumunda dentin bağlanma gücünde azalma¹⁵ gibi bazı olumsuz etkiler bildirmiştir. Beyazlatma ajanları kimyasal reaksiyona bağlı olarak minenin mineral yapısında değişiklikler oluşturabilir. Bitter ve ark.¹⁶ beyazlatma ajanlarının etkisiyle mine yüzeyinde porozite artışı, üniform olmayan yüzey morfolojisi gibi değişiklikler tanımlamıştır. Zalkind ve ark.¹⁷ beyazlatma etkisi ve mine yüzey değişiklikleri arasında yakın ilişki olduğunu bildirmiştir. Çalışmalar beyazlatma ajanlarının diş minesinin mineral içeriği ve mikromorfolojisinde değişiklikler oluşturabileceğini^{18,19} ve mikrosertliği azaltabileceğini göstermiştir.^{12,20} Kalsiyum, fosfor kaybı ve mine sertliğindeki azalma arasındaki doğrusal ilişki mine çürükleri ile ilişkili mine mineralizasyon derecesi için sertlik ölçümlerinin indikatör olarak kullanılabilirliğini gösterir.^{21,22} Beyazlatma ajanlarınca indüklenen mineral kaybı başlangıç çürük lezyonlarına benzer şekilde mine yüzey altında oluşur.¹ Mineral içeriğindeki bu kayıp mine prizmaları arasında aralık artışı,^{1,19} yüzey pürüzlülüğü ve *Streptococcus mutans* adezyonunda artış²³ şeklinde görünür. Hosaya ve ark.²³ beyazlatılmış minede *Streptococcus mutans* kolonilerinin arttığını, tekrarlayan beyazlatma seansları sonrası bakteriyel adezyonda artış meydana geldiğini ve maksimum bakteri koloni sayısının asitlemeyi takiben beş seans beyazlatma sonrası oluştuğunu bildirmiştir.

Basting ve ark.²⁰ beyazlatma ajanları diş dokusuna demineralizasyon ile penetre olduğu için beyazlatma ajanlarının mine ve dentinde çürük lezyon aktivitesi ile ilişkili olabileceğini bildirmiştir. Mc Guckin ve ark.²⁴ beyazlatılmış dişlerin mine yüzeyini SEM ve profilometre ile incelemiş

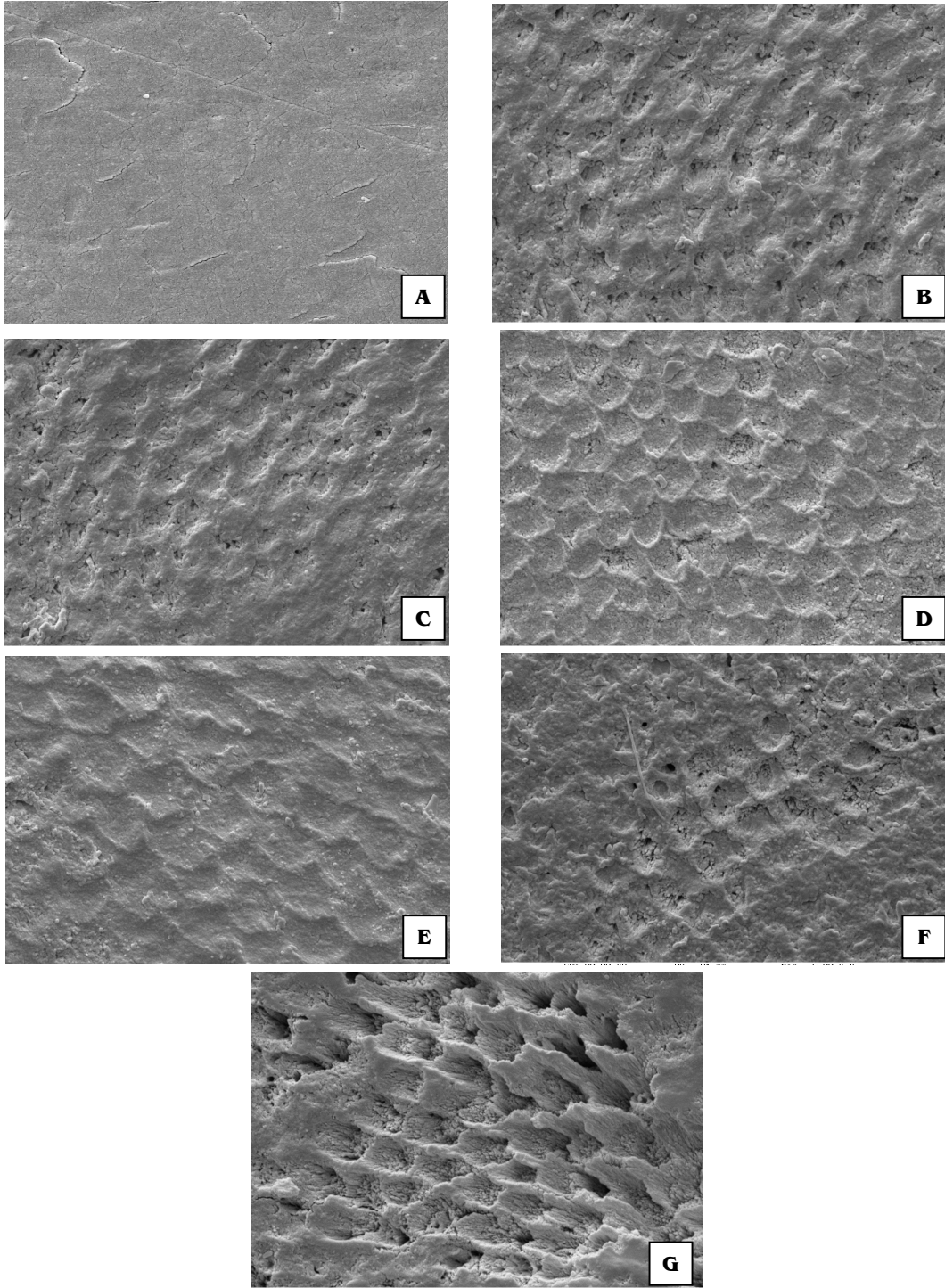
ve mine yüzeyinin farklı konsantrasyondaki farklı beyazlatma ajanlarından etkilenebileceğini, ancak bu değişimlerin beyazlatma ajanlarının pH değeri ile ilişkili olmadığını belirtmişlerdir. Bu nedenle beyazlatma sonrası çürük benzeri lezyon oluşumu beyazlatma ajanlarının pH'sı ile ilişkili olamaz.

Bazı çalışmalarda^{24,25} HP'nin mine yapı ve dayanıklılığı üzerine etkisi incelenmiştir. Hegedüs ve ark.²⁶ HP'nin KP ve daha düşük konsantrasyondaki HP ile kombinasyonuna göre daha etkili olduğunu göstermiştir. Lewinstein ve ark.²⁵ sade HP kullanıldığında mine ve dentin mikrosertliğinde azalma olduğunu bildirmiştir. Llena ve ark.²⁷ çekilmiş diş yüzeylerinin SEM incelemesi sonucunda %35 HP'nin mine yüzeyinde şiddetli destrüksiyona ve mine prizmaları boyunca atipik kristal görünümüne neden olduğunu göstermiştir.

Karbamit peroksit içeren beyazlatıcı ajanların mine yüzey morfolojisine etkileri üzerine çeşitli sonuçlar bildirilmiştir. Haywood ve ark.²⁸ %10 KP'nin mine yüzeyi üzerindeki etkisini replika tekniği ile incelemişler ve beyazlatıcı ajanın mine yüzeyinde herhangi bir değişime yol açmadığını göstermişlerdir. %10 KP içeren ticari preparatların etkilerinin incelendiği çalışmalarda meydana gelen yüzey değişikliklerinin minimal düzeyde olduğu iddia edilmiştir.^{29,30} Bir başka çalışmada karbamit peroksit içeren ajanların konsantrasyonuna paralel olarak kalsiyum kaybı ve yüzey değişikliklerine yol açtıkları saptanmış ve %10 KP içeren beyazlatıcı ajanın etkisi minimal düzeyde bulunurken %16 ve %35 KP içeren ajanların mine yüzeyinde artan şiddette değişime sebep oldukları bildirilmiştir.³¹

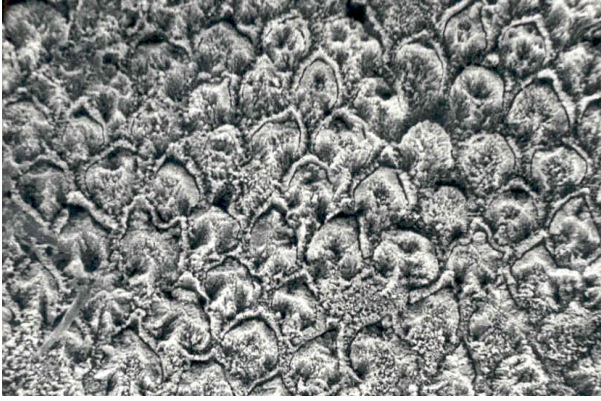
Ulukapı³², çekilmiş dişler üzerinde gerçekleştirdiği çalışmasında %35 HP (ofis tip beyazlatma), %10 KP (plakla evde beyazlatma) ve %18 hidroklorik asit (mikroabrazyon) kullanmıştır. Plakla evde beyazlatma dışındaki yöntemlerin mine yüzeyini yumuşattığını, %10 KP ile evde beyazlatmanın yüzey mikrosertliği açısından oldukça güvenilir bir yöntem olduğunu, %35 HP ile ofiste beyazlatma sonrası oluşan

düşük yüzey mikrosertliğine rağmen yeniden sertleşme oluştuğunu, %18 hidroklorik asitle mikroabrazyon yönteminin seçiminde yüzey mikrosertliğindeki yüksek değişim değerleri ve erozyon riski nedeniyle dikkatli olunması gerektiğini göstermiştir. Yüzeydeki yumuşamış lezyonlar çürük lezyon formasyonunun başlangıç basamağı olarak tanımlanır.³³ Ek olarak yumuşamış minede dental erozyon da kolaylıkla oluşabilir.³⁴ Tezel ve ark.³⁵ %38 HP, %35 HP (ışık aktivasyonlu) ve %10 KP ile beyazlatılmış mine yüzeylerindeki kalsiyum kaybını atomik absorpsiyon spektrofotometrisi ile incelemiş ve %38'lik ve %35'lik HP'nin dental erozyona neden olabileme potansiyeline sahip olduğunu bildirmiştir. Pinto ve ark.³⁶ 6 farklı beyazlatma ajanının mine yüzey mikrosertliği ve morfolojisi üzerine etkisini incelemiş, beyazlatma sonrası tüm gruplarda yüzey mikrosertliğinde azalma ve yüzey pürüzlülüğünde artış meydana geldiğini, ancak beyazlatılmamış mineye oranla en fazla değişikliğin intraprizmatik yapıda çözünme ve erozyon meydana gelen %35 HP uygulanan grupta oluştuğunu bildirmiştir (Resim 1). Ayrıca beyazlatma ajanı uygulanmış mine yüzeyi görüntülerinin, ajanın türüne ve konsantrasyonuna bağlı olarak asitlenmiş mine görüntüsüne (Resim 2)³⁷ benzerliği dikkat çekicidir. Ancak F⁻ uygulaması beyazlatma sonrası mine yüzeyi mikrosertlik artışının hızlanmasında etkili olabilir. Topikal flor uygulaması intra- ve interprizmatik bölgeleri mineral ile doldurarak yüzey mikrosertliğini artıracaktır.³⁸ Silverstone³⁹ yumuşamış mine yüzey mikrosertliğinin 1 ppm F⁻ solusyonu ile yeniden artacağını göstermiştir. Attin ve ark.⁴⁰ %1 sitrik asit uygulaması sonrası nötral pH'da %0,5 flor iyonu içeren %10 KP ile beyazlatılan örneklerde mine demineralizasyonunun flor içermeyen veya asidik pH'da beyazlatılan gruptan daha az olduğunu göstermiştir. Burgamaier ve ark.⁴¹ aynı zamanda beyazlatılmış ve florlanmış mine yüzeyinin asitlemeye karşı beyazlatılmış fakat flor uygulanmamış mineye göre daha dirençli olduğunu belirtmiştir.



Resim 1.

- A.** Beyazlatma uygulanmayan, 14 gün yapay tükürükte bekletilen kontrol grubu mine yüzeyi. Morfolojik değişiklik yok. (5000x)
B. Whiteness Perfect (%10 KP; 14 gün boyunca günde 6 saat) uygulanan mine yüzeyinde hafif intraprizmatik çözünme (x5000).
C. Colgate Platinum (%10 KP; 5 gün boyunca günde 6 saat) uygulanan mine yüzeyinde hafif intraprizmatik çözünme (x5000).
D. Day White 2Z (%7,5 HP; 14 gün boyunca günde 30 dakika) uygulanan mine yüzeyinde hafif intraprizmatik çözünme (x5000).
E. Whiteness Super (%37 KP; 5 gün ara ile 30 dakikalık 2 uygulama) uygulanan mine yüzeyinde hafif değişiklik, interprizmatik sınırlar belirgin. (5000x)
F. Opalescence Quick (%35 KP; 5 gün ara ile 30 dakikalık 2 uygulama) uygulanan mine yüzeyinde hafif intraprizmatik çözünme (x5000).
G. Whiteness HP (%35 HP; 7 gün ara ile 15 dakikalık 2 uygulama) uygulanan mine yüzeyinde erozyon ve intraprizmatik yapıda çözünme (x5000)
(Dr. Marcelo Giannini ve Dr. Cristiane Franco Pinto'nun izniyle).



Resim 2. Asitle pürüzlendirilen minenin prizma görünümü. (Silverstone sınıflaması sınıf II prizma şekli-Kaldırım taşı görünümü) (orijinal büyütme x2100, SEM) (Prof. Dr. Banu Önal ve Prof. Dr. Ferit Özata'nın izniyle)

Yapılan bir başka çalışmada⁴², farklı tekniklerle diş beyazlatma sonrası çürük benzeri lezyon oluşumu incelenmiştir. Ofis beyazlatmada halojen ışıkla aktive edilen %37 KP ve lazer ile aktive edilen %35 HP kullanımının çürük benzeri beyaz nokta gelişimini etkilemediği; %0,2 NaF içeren %10 ve %16 KP jelinin mine çürük gelişim şüphesini azalttığı gösterilmiştir.

Kalsiyum ve fosfor sert dental dokuların temel yapısı olan hidroksilapatit içinde mevcuttur. Kalsiyum ve fosfor oranındaki değişiklikler hidroksilapatitin inorganik içeriğindeki değişiklikleri indükler.⁴³ Bazı çalışmalarda^{44,45} beyazlatma ajanlarının konsantrasyonlarına bağlı olarak kalsiyum-fosfor oranını değiştirdiği ve dental sert dokularda kalsiyum kaybına neden olduğu bildirilmiştir. Tezel ve ark.³⁵ mine yüzeyinde %38 HP ve %35 HP'nin (ışık aktivasyonlu) %10 KP'ye göre mine yüzeyinden daha fazla kalsiyum kaybına neden olduğunu göstermiş ve HP uygulanan mine yüzeylerinin asit ataklarından daha fazla etkilenmesinin HP'nin mine yüzey morfolojisinde oluşturduğu değişiklik ile ilişkili olduğu düşünülmüşlerdir. McCracken ve Haywood⁴⁶ 2,5 dakika kolalı içeceğe maruz bırakılan dişlerdeki kalsiyum kaybının ($1,253 \pm 0,157 \mu\text{g}/\text{mm}^2$) 6 saat %10 KP'ye maruz bırakılan dişlerle ($1,061 \pm 0,165 \mu\text{g}/\text{mm}^2$) benzer olduğunu bildirmiştir. Kola gibi içecekler klinik olarak dişleri demineralize edebilme potansiyeline sahip

olmalarına rağmen popülasyonda yaygın şekilde kullanılmaktadır. Bunun yanında oluşan demineralizasyonun *in vivo* koşullarda remineralizasyonu mümkündür. Dolayısıyla evde beyazlatma ajanlarının (ör: %10 KP) dişlerde oluşturacağı etkinin açıklanmasında kolanın etkisi fikir vermektedir.

Beyazlatılmış dişlerdeki kimyasal ve mikroyapısal değişikliklere rağmen klinik olarak hiçbir ilişki görülmez.^{1,12,18,47-49} Beyazlatılmış mine mikrosertliğindeki azalmanın beyazlatma işlemini takiben remineralizasyon süreci ile eski haline dönebileceği gösterilmiştir.⁵⁰ Beyazlatma ajanlarınca oluşturulan demineralizasyonun tükürük bileşenlerinin absorpsiyonu ve çökelmesi ile tamir edilmesi olasıdır.^{40,51}

Ingram ve Fejerskov⁵² makroskobik olarak kimyasal atak derecesinin, $1,77 \text{ mm}^2$ 'lik deney alanından $7 \mu\text{g}$ veya daha fazla kalsiyum kaybının olduğu beyaz nokta lezyonlarının ortaya çıkması ile ilişkili olduğunu belirtmiştir. Bu da yüzeyde mm^2 'deki kalsiyum kaybının $3,95 \mu\text{g}$ 'dan fazla olduğunda remineralizasyonun olamayacağını gösterir. HP tüm sert dental dokularda (mine, dentin, sement) kalsiyum-fosfor oranını önemli derecede azaltan tek materyaldir.³⁵ Oksidasyon ajanlarının dental sert dokular üzerine etkisinin incelenmesi önemlidir, çünkü internal ve/veya eksternal beyazlatma süresince kontak oluşabilir veya yanlışlıkla çürük lezyonları, mine defektleri veya abrazyonlardaki dentin ile temasa geçebilir.⁴³

Beyazlatma tedavilerinde etkili bir sonuç elde edilebilmesi için kullanılan beyazlatma ajanının yapısı ve konsantrasyonu kadar yan etkilerinin engellenebilmesi de oldukça önemlidir. Klinik olarak belirti göstermemesine rağmen beyazlatma ajanlarının oluşturabileceği kimyasal ve mikroyapısal değişikliklerin dişlerin yüzey özelliklerini, mineralizasyon derecesini ve belki de çürük benzeri lezyon gelişimini etkileyebileceği unutulmamalıdır. Bu nedenle beyazlatma tedavisi sonrası hastalara ağız bakımlarına daha fazla önem vermeleri gerektiği söylenmelidir. Ayrıca, asitli gıdalardan ve renklendirici ajanlardan uzak durmaları tavsiye edilmeli, pürüzlendiril-

miş mine yüzeyinde oluşabilecek plak retansiyonuna karşı doğru diş fırçalama teknikleri gösterilmelidir. Flor uygulamaları, beyazlatma ajanlarının mine yüzeyinde meydana getirdiği morfolojik değişiklikleri önlemesine rağmen, meydana gelen yeni kristal yapının asit ataklarına karşı, yüzey yapısı bozulmamış doğal minede bulunan hidroksiapatit kristalleri kadar karşı koyup koyamayacağı tartışmalıdır. Bu nedenle beyazlatma tedavilerinde diş sert dokularına etkisi açısından, düşük konsantrasyondaki ürünlerin (ör: %10 KP-evde beyazlatma) güvenilirliği ortadadır. Ayrıca, beyazlatma ajanlarının diş yapısında oluşturduğu değişikliklere ilişkin yeni ve daha kapsamlı araştırmalara ihtiyaç vardır.

Teşekkür

Beyazlatma ajanlarının diş yapısında oluşturduğu değişikliklerle ilgili derlememize, resim göndererek katkıda buldukları için Dr. Marcelo Giannini ve Dr. Cristiane Franco Pinto'ya içtenlikle teşekkür ederiz.

Acknowledgment

We sincerely thank Dr. Marcelo Giannini and Dr. Cristiane Franco Pinto for their contribution to our review entitled the changes caused by bleaching agents on tooth structure by sending photographs of their study.

Kaynaklar

1. Flaitz CM, Hicks MJ. Effects of carbamide peroxide whitening agents on enamel surface and caries like lesion formation: A SEM and polarized light microscopic *in vitro* study. *J Dent Child* 1996; 63:249-256.
2. Griffin RE, Grower MF: Effects of solutions used to treat dental fluorosis on permeability of teeth. *J Endod* 1997; 11: 391-393.
3. Croll TP. Enamel microabrasion followed by dental bleaching: case reports. *Quintessence Int* 1992; 23: 317-321.
4. Haywood VB. Nightguard vital bleaching, a history and products update: part 2. *Esthetic Dent Update* 1991; 2: 82-85.
5. Nathoo SA, Chmielewski MB, Rustogi KN: Clinical evaluation of Colgate Platinum Professional tooth whitening system and Rembrant Lighten bleaching gel. *Compend Contin Educ Dent* 1994; 17: 640-645.
6. Haywood VB. History, safety and effectiveness of current bleaching techniques and applications of the nightguard vital bleaching technique. *Quintessence Int* 1992; 23: 471-488
7. Li Y. Biological properties of peroxide-containing tooth whiteners. *Food Chem Toxicol* 1996; 34: 887-904.
8. Burrell KH. ADA supports vital tooth bleaching- But look for the seal. *J Am Dent Assoc* 1997; 128: 3-5.
9. Tooth bleaching, state-of-art '97. *Clin Res Assoc Newsletter* 1997; 21: 1-3.
10. Haywood VB, Heymann HO. Nightguard vital bleaching. *Quintessence Int* 1989; 20: 173-176.
11. Goldstein GR, Garber DA. Complete Dental Bleaching. Chiacago: *Quintessence Int*, 1995.
12. Seghi RR, Denry I. Effects of external bleaching on indentation and abrasion characteristics of human enamel *in vitro*. *J Dent Res* 1992; 71: 1340-1344.
13. Pinherio Jr EC, Fidel RAS, Cruz Filho AM, Silva RG, Pecora JD. *In vitro* action of various carbamide peroxide gel bleaching agents on the microhardness of human enamel. *Braz Dent J* 1996; 7: 75-79.
14. Pecora JD, Cruz Filho AM, Souza Neto MD, Silva RG. *In vitro* action of various bleaching agents on the microhardness of human dentin. *Braz Dent J* 1994; 5: 129-134.
15. Syprides GM, Perdiagao J, Paganic C, Araujo MAM, Syprides SMM. Effect of whitening agents on dentin bond. *J Esthet Dent* 2000; 12: 264-270.
16. Bitter NC. A scanning electron microscopy study of the effect of bleaching agents on enamel: A preliminary report. *J Prosthet Dent* 1992; 67: 852-855.
17. Zalkind M, Arwaz JR, Goldman A, Rotstein I. Surface morphology changes in human enamel, dentin and cementum following bleaching: A scanning electron microscopy study. *Endod Dent Traumatol* 1996; 12: 82-88.
18. Leonard RH Jr, Austin SM, Haywood VB, Bently CD. Change in pH plaque and 10 %carbamide peroxide solution during nightguard vital bleaching treatment. *Quintessence Int* 1994; 25: 819-825.
19. Perdigão J, Francci C, Swift Jr EJ, Ambrose WW, Lopes M. Ultra-morphological study of the interaction of dental adhesives with carbamide peroxide-bleached enamel. *Am J Dent* 1998; 11: 291-301.

20. Basting RT, Rodrigues Jr AL, Serra MC. The effect of 10 %carbamide peroxide bleaching material on microhardness of sound and demineralized enamel and dentin in situ. *Oper Dent* 2001; 26: 531-539.
21. Feagin K, Koulourides T, Pigman W. The characterization of enamel surface demineralization, remineralization and associated hardness changes in human and bovine material. *Arch Oral Biol* 1969; 14: 1407-1417.
22. Johansen E. Comprasion of the ultrastructure and chemical composition of sound and carious enamel from human permanent teeth. In: Stack MV, Fearnhead RW (eds). *Tooth Enamel*. Bristol, England: John Wright, 1965: 177-181.
23. Hosaya N, Honda K, Iino F, Arai T. Changes in enamel surface roughness and adhesion of *Streptococcus mutans* to enamel after vital bleaching. *J Dent* 2003; 31: 543-548.
24. Mc Guckin RS, Babin JF, Meyer BJ. Alteration in human enamel surface morphology following vital bleaching. *J Prosthet Dent* 1992; 68: 754-760.
25. Lewinstein I, Hirschfeld Z, Stabholz A, Rotstein I. Effect of hydrogen peroxide and sodium perboride on the microhardness of human enamel and dentin. *J Endod* 1994; 20: 61-63.
26. Hegedüs C, Bistey T, Flora-Nagy E, Keszthelyi G, Jenei A. An atomic force microscopy study on the effect of bleaching agents on enamel surface. *J Dent* 1999; 27: 509-515.
27. Llena MC, Forner L, Faus VJ, Fenanden A. Effect de deux agents pour blanchiment surla surface de l'email. Etude in vitro. *Bull Group Int Rech Sci Stamatol et Odontol* 1992; 35: 117-200.
28. Haywood VB, Leech T, Heymann HO, Crumpler D, Bruggers K. Nightguard vital bleaching: effects on enamel surface texture and diffusion. *Quintessence Int* 1990; 21: 801-804.
29. Erdilek N, Leblebicioğlu A, Özata F, Tezel H. Nightguard vital beyazlatma yöntemi uygulanan mine yüzeyi örneklerinin SEM ile incelenmesi. *Ege Üniv Dişhek Fak Derg* 1995; 16: 163-167.
30. Ernst CP, Marroquin BB, Willerhausen-Zönnchen B. Effects of hydrogen peroxide-containing bleaching agents on the morphology of human enamel. *Quintessence Int* 1996; 27: 53-56.
31. Erdemgil N, Gökay N, Çelik A. Beyazlatıcı ajanların diş sert dokularında oluşturduğu kalsiyum kayıplarının araştırılması. *İzmir Dişhek Odası Derg* 1997; 9: 13-18.
32. Ulukapı H. Effect of different bleaching techniques on enamble surface microhardness. *Quintessence Int* 2007; 38: 358.e201-205.
33. Holmen C, Thylstrup H, Qgaard B, Kragh F. A scanning electron microscopic study of progressive stage of enamel caries *in vivo*. *Caries Res* 1985; 19: 355-367.
34. Shannon IL. Flouride treatments programs for high-caries risk patients. *Clin Prev Dent* 1982; 4: 11-20.
35. Tezel H, Ertaş ÖS, Özata F, Dalgat H, Korkut ZO. Effect of bleaching agents on calcium loss from the enamel surface. *Quintessence Int* 2007; 38: 339-347.
36. Pinto FC, Oliveira R, Cavalli V, Giannini M. Peroxide bleaching agents on enamel surface microhardness, roughness and morphology. *Braz Oral Res* 2004; 18 (4): 306-11.
37. Önal B, Özata F, Diekwisch G.H. T. Diş Sert Dokularında Taramalı Elektron Mikroskobu Atlası. Ege Üniversitesi Basımevi, İzmir, 2003, 68.
38. Collys K, Cleymaet R, Coomans D, Michotte Y, Slop D. Rehardening of surface softened and surface etched enamel *in vitro* and by intraoral exposure. *Caries Res* 1993; 27: 15-20.
39. Silverstone LM. Remineralization phenomena. *Caries Res* 1977; 11(suppl): 59-84.
40. Attin T, Kocabıyık M, Buchalla W, Hannig C, Becker K. Susceptibility of enamel surface to demineralization after application of fluoridated carbamide peroxide gels. *Caries Res* 2003; 37: 93-99.
41. Burgamier GM, Schulze IM, Attin T. Flouride uptake and development of artificial erosions in bleached and flouridated enamel *in vitro*. *J Oral Rehabil* 2002; 29: 799-804.
42. Alves EA, Alves FK, Campos JE, Mathias P. Susceptibility to caries-like lesions after dental bleaching with different techniques. *Quintessence Int* 2007; 38: 614.e404-409.
43. Rotstein I, Dankner E, Goldman A, Helling I, Stabhloz A, Zalkind M. Histochemical analysis of dental hard tissues following bleaching. *J Endod* 1996; 22: 23-25.
44. Covington JS, Friend GW, Lamereaux WJ, Perry T. Carbamide peroxide tooth bleaching: Effect on enamel composition and topography. *J Dent Res* 1990; 69: 175.
45. Titley K, Torneck CD, Smith DC. Effect of concentrated hydrogen solutions on the surface morphology of human tooth enamel. *J Endod* 1988; 14: 69-74.
46. McCracken MS, Haywood VB. Demineralization effects of 10%carbamide peroxide. *J Dent* 1996; 24: 393-98.

47. Joiner A, Thakker G, Cooper Y. Evaluation of a 6%hydrogen peroxide tooth whitening gel on enamel and dentine microhardness *in vitro*. *J Dent* 2004; 32 (suppl 1): 27-34.
48. Potocnick I, Kosec L, Gaspersic D. Effect of 10%carbamide peroxide bleaching gel on enamel microhardness, microstructure and mineral content. *J Endod* 2000; 26: 203-206.
49. Oltu Ü, Gürkan S. Effect of three concentrations of carbamide peroxide on the structure of enamel. *J Oral Rehabil* 2000; 27: 332-340.
50. Attin T, Kielbasse AM, Schwanenberg M, Hellwing E. Effect of flouride treatment on remineralization of bleached enamel. *J Oral Rehabil* 1997; 24: 282-286.
51. Amaechi BT, Higham SM. *In vitro* remineralization of eroded enamel lesions by saliva. *J Dent* 2001; 29: 371-376.
52. Ingram GS, Fejerskov O. A scanning electron microscope study of artificial caries lesion formation. *Caries Res* 1986; 20: 32-39.

Yazışma Adresi:

Dt. Çiğdem ATALAYIN
Ege Üniversitesi,
Dişhekimliği Fakültesi,
Diş Hastalıkları ve Tedavisi AD,
35100 Bornova, İZMİR
Tel : (232) 388 03 28
Faks : (232) 388 03 25
E-posta : dtcatalayin@gmail.com