

ARAŞTIRMA

Farklı Konsantrasyonlarda Hidrojen Peroksit İçeren Ofis Tipi Ağartma Ajanlarının Mine Minarel Değişimine Etkisinin Değerlendirilmesi

Hanife Altınışik(0000-0001-7430-4750)^α

Selcuk Dent J, 2022; 9: 839-844 (Doi: 10.15311/selcukdentj.1098713)

Başvuru Tarihi: 05 Nisan 2022
Yayına Kabul Tarihi: 11 Mayıs 2022

ÖZ

Farklı Konsantrasyonlarda Hidrojen Peroksit İçeren Ofis Tipi Ağartma Ajanlarının Mine Minarel Değişimine Etkisinin Değerlendirilmesi

Amaç: Bu çalışmanın amacı, farklı konsantrasyonlarda hidrojen peroksit (HP) içeren ofis tipi ağartma ajanlarının mine kalsiyum (Ca) ve fosfor (P) değişimine olan etkilerini taramalı elektron mikroskobu (SEM) ve enerji dağılım X-ışını spektrometrisi (EDS) kullanarak değerlendirmektir.

Gereç ve Yöntemler: Yeni çekilmiş 10 adet sığır dişinin (yaklaşık 10x12 mm boyutunda) koronal kısmı elmas separe ile beş parçaya ayrıldı. Her bir parça ayrı ayrı akril bloklara gömüldü ve rastgele olarak bir gruba (n=10) dahil edildi. Kontrol grubundaki örnekler ağartma uygulanmadı, diğer gruplardaki örnekler sırasıyla % 40 HP+flor, %35 HP+Ca, %25 HP+nanohidroksi apatit (nHA), %18 HP+nHA ile ağartma yapıldı. Her gruptaki örneklerin Ca ve P seviyeleri EDS ile belirlendi. SEM kullanılarak morfolojik değişiklikler gözlemlendi. İstatistiksel analizler için One-way ANOVA, Tukey HSD testleri kullanıldı ($\alpha = .05$)

Bulgular: EDS analizine göre kullanılan tüm ağartma ajanlarının mine Ca ve P seviyelerinde azalmaya sebep olduğu görüldü. Ca seviyelerinde azalmaya göre grupların sıralaması; Kontrol > %35HP+Ca \geq % 18HP+nHA > %25HP+nHA \geq %40HP+flor şeklindedir. Grupların P seviyelerinde azalmaya göre sıralaması ise; Kontrol \geq %35HP+Ca \geq %18 HP+nHA > %25 HP+nHA \geq %40 HP+flor şeklindedir.

Sonuç: Bu çalışmanın bulguları ışığında, düşük konsantrasyonda HP veya içerisine Ca eklenen yüksek konsantrasyonda HP içeren ofis tipi ticari ağartma ajanlarının uygulanması mine yüzeyinin morfolojisini ve Ca-P seviyelerini en az düzeyde değiştirmektedir.

ANAHTAR KELİMELER

Diş beyazlatma; hidrojen peroksit; SEM-EDS

ABSTRACT

Evaluation of the Effect of Different Hydrogen Peroxide Concentrations Used for Office Bleaching Agents on Enamel Mineral Content

Background: The aim of this study is to evaluate the effects of office bleaching agents containing different concentrations of hydrogen peroxide (HP) on enamel calcium and phosphorus exchange using scanning electron microscopy (SEM) and energy distribution X-ray spectrometry (EDS).

Methods: The coronal part of 10 newly extracted bovine teeth (approximately 10x12 mm in size) was divided into five pieces with diamond separators. Each piece was individually embedded in acrylic blocks and randomly included in a group (n=10). The samples in the control group were not bleached, the samples in the other groups were bleached with 40% HP+fluorür, 35% HP+Ca, 25% HP+nanohydroxy apatite (nHA), 18% HP+nHA, respectively. C and P levels of the samples in each group were determined by EDS. Morphological changes were observed using SEM. One-way ANOVA, Tukey HSD tests were used for statistical analysis ($\alpha = .05$)

Results: According to the EDS analysis, it was observed that all bleaching agents used caused a decrease in enamel Ca and P levels. The order of the groups according to the decrease in Ca levels; control > 35%HP+Ca \geq 18%HP+nHA > 40%HP+fluorür \geq 25%HP+nHA. The order of the groups according to the decrease in P levels; control \geq 35%HP+Ca \geq 18%HP+nHA > 25%HP+nHA \geq 40%HP+fluorür.

Conclusion: In the light of the findings of this study, the application of low concentrate HP or high concentrate HP containing commercial bleaching agents with Ca added shows that the morphology of the enamel surface and the Ca-P levels are minimally altered.

KEYWORDS

Tooth bleaching; hydrogen peroxide; SEM/EDS

GİRİŞ

Dişler yüz estetiğinin önemli bir kısmını oluşturmaktadır ve genellikle daha beyaz dişlerin kişinin gülümsemesinin güzelliğini artırdığı düşünülmektedir.¹ Bu nedenlerle diş renklenmeleri son yıllarda en yaygın dental problemlerden biri haline gelmiştir. Diş renklenmelerinin giderilmesinde ağartma tedavileri geleneksel restoratif yaklaşımlarla karşılaştırıldığında; ofis tipi ağartma teknikleri minimal invaziv ve ultra konservatif stratejiler olarak kabul edilebilir. Çünkü renklenmenin giderilmesi için sert dokuları kaldırmaya gerek yoktur ve tek seansta diş renklenmeleri giderilebilmektedir.²

Ağartma tedavilerinde genellikle hidrojen peroksit (HP) ve karbamid peroksit (CP) kullanılmaktadır. Bu oksitleyici ajanlar diş yüzeyine uygulandığında, mine ve dentine hızla yayılmakta ve daha sonra parçalanarak kararsız serbest radikaller üretilmektedir. Bu serbest radikaller organik maddelere saldırarak, pigmentli molekülleri daha küçük ve daha açık renkli maddelere dönüştürmektedir. Bu sayede ışık daha az yansıtıldığı için ağartma sağlanmaktadır.¹ Ofis tipi ağartma işlemlerinde yüksek konsantre HP (> %20), düşük konsantre HP (<%20) veya yüksek konsantre CP (\geq %37) kullanılmaktadır.

Ağartma tedavisinin sunduğu avantajlara rağmen ağartma ajanlarının diş sert dokuları üzerindeki etkileri

^α Gazi Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Restoratif Diş Tedavisi AD, Ankara, Türkiye

oldukça tartışmalıdır. Bazı çalışmalar ağartma ajanlarının diş minesi üzerinde önemli bir etkisi olmadığını bildirmektedir.^{3,4} Bununla birlikte bazı çalışmalar ağartmanın diş hassasiyeti⁵ ve yüzey pürüzlülüğünde de artış,⁶ mikrosertlikte azalma,⁷ mine kalsiyum (Ca) ve fosfor (P) konsantrasyonunda azalma⁸ gibi olumsuz etkilerini bildirmektedir. Bu olumsuz etkiler ağartma ajanlarının bileşimi, kullanılan peroksidin konsantrasyonu, pH, uygulama süresi, ağartma tekniklerinin protokolleri nedeniyle meydana gelmektedir.⁹

Ağartma ajanlarının neden olduğu olumsuzlukları telafi etmek için bileşimine remineralize edici maddeler ilave edilmekte^{7,10} ve ağartma ajanlarının içerdiği peroksit konsantrasyonu azaltılmaktadır.^{10,11} Bu yüzden bu çalışmanın amacı; piyasada var olan farklı konsantrasyonlarda HP ve farklı remineralize edici maddeler içeren ağartma ajanlarının mine Ca ve P seviyeleri üzerine etkilerini değerlendirmektir.

GEREÇ VE YÖNTEMLER

Örnek Hazırlama

Bu çalışmada bir hafta içinde çekilen 10 tane siğir kesici dişi kullanıldı. Çürük, çatlak, renklenme bulunan dişler çalışmaya dâhil edilmedi. Dişlerin kron ve kök çevresindeki periodontal ve gingival doku kalıntıları kretuvar ile temizlendi. Su soğutması altında elmas separe yardımıyla kron kökten ayrıldı. Daha sonra kron 5 parçaya ayrılarak, parçalar ayrı ayrı akrile gömüldü ve her bir parça rastgele olarak bir gruba dâhil edildi. Mine örneklerinin yüzeyleri 800-1000-2000 gritlik silikon karbid kâğıt zımparalar ile düzleştirildi. Örneklerin yüzeylerinde oluşan kirlilikleri temizlemek için 30 dk ultrasonik banyoda tutuldu. Her bir gruba **Tablo 1**'deki ağartma ajanları üretici firma talimatlarına göre aşağıdaki gibi uygulandı ve her uygulamadan sonra yüzeyler hava-su spreyi ile yıkandı ve kurutuldu. Ağartma yapılmayan günlerde örnekler distile su içerisinde bekletildi.

Tablo 1.

Bu Çalışma da Kullanılan Ağartma Ajanları

Ürün Adı ve Üretici Firma	Aktif İçerik	Uygulama Protokolü	Toplam Uygulama Süresi	Üreticiler Tarafından Belirtilen pH	İçindekiler
Opalescence Boost Ultradent (South Jordan, EUA)	%40 HP, flor	Her seansta 2 X 20 dk	40 dk	Nötr (pH=7)	%40 Hidrojen peroksit potasyum nitrat, potasyum hidroksit, sodyum florür, dimetikon ve gliserin.
Whiteness HP Blue	%35 HP, kalsiyum	Her seansta 1 X 40 dk	40 dk	Alkali ve stabil (pH=8-9)	%35 Hidrojen peroksit, koyulaştırıcılar, mor pigment, nötrale edici maddeler, kalsiyum glukonat, glkol ve deiyonize su.
Biowhiten Prooffice %25 HP, Biodent Ltd., İstanbul, Türkiye	%25 HP, nHA	Her seansta 3 X 15 dk	45 dk	Alkali (pH≥7,5)	%25 Hidrojen peroksit, su, gliserin, alkol, sodyum bikarbonat, sodyum hidroksit, nanohidroksiapatit.
Biowhiten Prooffice %18 HP, Biodent Ltd., İstanbul, Türkiye	%18 HP, nHA	Her seansta 5 X 10 dk	50 dk	Alkali (pH≥7,5)	%18 Hidrojen peroksit, su, gliserin, alkol, sodyum bikarbonat, sodyum hidroksit, nanohidroksiapatit.

- %40 HP ve flor içeren ağartma ajanı (Opalescence Boost, Ultradent, ABD) ile ağartma işlemi her seans da 20 dakikalık iki uygulama şeklinde yapıldı.

-%35 HP ve Ca içeren ağartma ajanı (Whiteness HP BlueFGM, Joinville, Brazil) ile ağartma işlemi her seans da 40 dakikalık tek uygulama şeklinde yapıldı.

- %25 HP ve hidroksi apatit (HA) içeren ağartma ajanı (Biowhiten Prooffice %25HP, Biodent Ltd., İstanbul, Türkiye) ile ağartma işlemi her seans da 15 dakikalık üç uygulama şeklinde yapıldı.

- %18 HP ve HA içeren ağartma ajanı (Biowhiten Prooffice %18HP, Biodent Ltd., İstanbul, Türkiye) ile ağartma işlemi her seans da 10 dakikalık beş uygulama şeklinde yapıldı.

Deney gruplarındaki ağartma işlemleri birer hafta arayla 2 seans yapıldı. Daha sonra yüzeyler distile su ile yıkandı.

Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM) ve Enerji Dağılımlı X-ışını Spektrometresi (EDS)

Ağartma işleminden sonra örneklerin yüzeyi kurutma kâğıtlarıyla kurutuldu. Sadece yüzey görüntüsü alınacak bir örnek altın kaplama cihazı ile kaplandı. Daha sonra örneklerden SEM cihazı ile 5000X büyütme ile yüzey görüntüleri alındı. Ardından mineral içeriğinin belirlenmesi, mine yüzeyindeki elementel kompozisyonun incelenmesi amacıyla tüm örnekler EDS analizi yapıldı. Analizde 10 kV enerjide, Taramalı Elektron Mikroskobuna bağlı bir EDS probu (Schottky FEG tabancası) kullanarak taraması yapılan mine yüzeyinde Ca, P elementlerinin kütlece yüzde değerlerine bakıldı.

İstatistiksel Analiz

Çalışmada elde edilen bulgular değerlendirilirken, istatistiksel analizler için IBM SPSS Statistics 22 (IBM SPSS, Türkiye) programı kullanıldı. Parametrelerin normal dağılıma uygunluğu Kolmogorov-Smirnov ve Shapiro Wilks testleri ile değerlendirilmiş ve parametrelerin normal dağılıma uygun olduğu saptanmıştır. Parametrelerin gruplar arası karşılaştırmalarında Tek yönlü ANOVA testi ve farklılığa neden çıkan grubun tespitinde Tukey HSD testi kullanıldı. Anlamlılık $p < 0.05$ düzeyinde değerlendirildi.

BULGULAR

Grupların Ca ve P değerlerinin değerlendirilmesi Tablo 2'de gösterilmektedir. Gruplar arasında Ca ve P ortalamaları açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmaktadır ($p:0.000$; $p<0.05$). Anlamlılığın hangi gruplardan kaynaklandığının tespiti için yapılan Tukey HSD test sonucunda; kontrol grubunun kalsiyum ortalaması ağartma yapılan diğer gruplardan istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksek bulunmuştur ($p:0.000$). %35HP+Ca ve % 18HP+nHA'in kalsiyum ortalamaları arasında

istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık yoktur ($p>0.05$). Ayrıca %40HP+flor ve %25 HP+nHA'in Ca ortalamasından da istatistiksel olarak anlamlı derecede daha yüksek bulunmuştur ($p:0.000$). % 40HP+flor ve %25 HP+nHA'in kalsiyum ortalamaları arasında anlamlı farklılık yoktur ($p>0.05$).

Tablo 2.

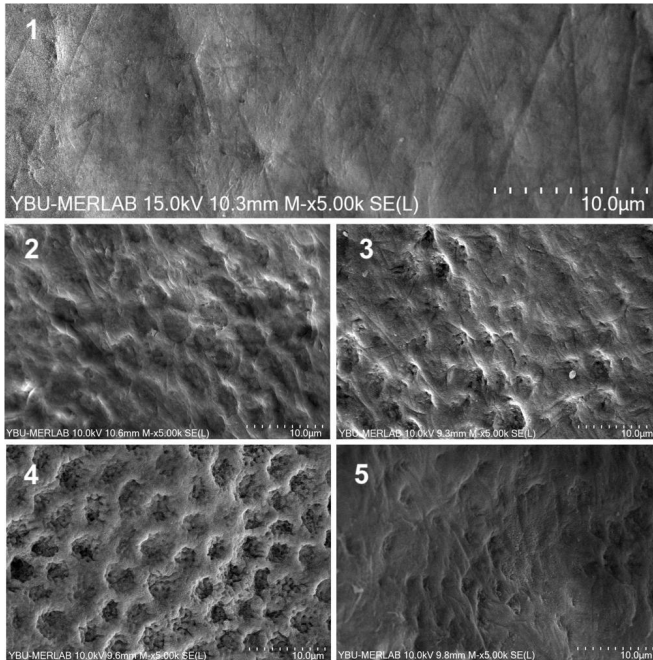
Grupların Kalsiyum ve Fosfor Değerleri Açısından Değerlendirilmesi

	Kalsiyum (Ca)	Fosfor (P)
	Ort±SS	Ort±SS
Kontrol grubu	49,78±1,93 ^a	18,84±1,28 ^a
% 40 HP+flor	30,69±0,98 ^b	14,72±1,02 ^b
% 35 HP+Ca	42,94±2,19 ^c	18,62±0,59 ^c
% 25 HP+nHA	32,16±1,34 ^d	15,23±0,54 ^d
%18 HP+nHA	41,16±3,12 ^e	18,61±0,66 ^e
p	0,000*	0,000*

Oneway ANOVA Test * $p<0.05$
NOT: Sütunlardaki farklı harfler gruplar arası farklılığı göstermektedir.

Kontrol grubu, %35HP+Ca ve %8HP+nHA'in P ortalamaları arasında anlamlı farklılık yoktur ($p>0.05$) ve %25HP+nHA ile %40HP+flor'un P ortalamalarından istatistiksel olarak anlamlı derecede daha yüksektir. ($p:0.000$). %25HP+nHA ile %40HP+flor'un P ortalamaları açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır ($p>0.05$).

Grupların yüzey topograflarındaki farklılıkları karşılaştırmak için 5000X büyütmede alınan SEM görüntüleri Şekil 1'de gösterilmektedir.



Şekil 1.

Çeşitli konsantrasyonlarda HP içeren ağartma ajanları uygulanan grupların 5000X büyütmedeki SEM görüntüleri; 1(kontrol): Ağartma uygulanılmayan diş yüzeyi, 2:%40HP+flor uygulanan diş yüzeyi, 3:%35HP+Ca uygulanan diş yüzeyi, 4:%25HP+nHA uygulanan diş yüzeyi, 5: %18HP+nHA uygulanan diş yüzeyi

Ağartılmamış mine yüzeylerinin neredeyse pürüzsüz olduğu, çok az sayıda mikro gözenek varlığı ve mine prizmalarının tespit edilemediği görülmektedir (Şekil 1,1). %40HP+flor ile ağartılmış minede porözitenin arttığı, prizmatik tabakanın uzaklaştığı görülmekte ve mine prizmaları belirgin bir şekilde görülmektedir (Şekil 1,2). %35HP+Ca (Şekil 1,3) ve %18HP+Ca (Şekil 1,5) ile ağartılmış mine de %40HP+flor ve %25 HP+nHA uygulanan gruba göre minede porözitenin daha az arttığı, kısmi olarak prizma merkezlerinde çözümlerin olduğu ve interprizmatik rod yapısında hafif düzensizliklerin olduğu görülmektedir. %25 HP+nHA (Şekil 1,4) uygulanan grupta diğer ağartma uygulanan gruplara göre porözitenin daha fazla arttığı, prizma merkezlerinde daha fazla çözümlerin olduğu görülmektedir.

TARTIŞMA

Ağartma ajanlarının mine yüzeyinde neden olduğu değişiklikler tartışmalıdır. Bazı çalışmalar ağartmadan sonra mine yüzeyinde artan porözite, krater oluşumu, prizmatik tabakanın kalkması ve mine prizmalarının açığa çıkması gibi ciddi değişiklikler bildirmesine¹² rağmen, başka çalışmalar ağartılmış diş sert dokularının topoğrafisinde çok az değişikliğin olduğunu veya hiç değişikliğin olmadığını rapor etmiştir.¹³ Peroksitlerin diş dokusu üzerindeki etkisine ilişkin çalışmalar çelişkili olsa da, peroksitlerin dişlerin mineral içeriğini değiştirebileceği konusunda yaygın olarak fikir birliği vardır.¹⁴ %10 CP' in mine mineral değişimleri ve yüzey özellikleri üzerine etkilerin inceleyen bir çalışmada, ağartma sonucunda minenin Ca, P konsantrasyonunun ve diş minesinde başlangıç diş çürüğüne benzeyen lokal değişikliklerin meydana geldiği bildirilmektedir.⁸ Bu çalışma da ağartma ajanına maruz kalan siğir diş miye yüzeyinde klinik olarak saptanamayan olası morfolojik ve mineral değişiklikleri analiz etmek için numunelerin doğru ve tahribatsız bir şekilde analizini sağlayan SEM-EDS kullanıldı.¹⁵ Farklı HP içeren ağartma ajanlarının aynı dişin mineral değişimi üzerindeki etkisinin değerlendirilmesi için, bir siğir dişinden çok sayıda büyük numune alınabildiğinden ve kimyasal içeriği insan minesine benzediğinden dolayı çalışmamızda çekilmiş siğir kesici dişlerinin minesini kullanıldı.¹⁶

Ağartma işleminin seans aralarında örneklerin yapay tükürükte bekletildiği bir çalışmada ağartma sonucu kaybedilen Ca ve P tükürükten iyon değişimi ile geri kazanılabileceği bildirilmektedir.¹⁷ Seans aralarında örneklerin distile suda bekletildiği bir çalışmada ise, diş dokusunda iyon değişimi olmadığını bildirmiştir.¹⁸ Bu nedenle çalışmamızda farklı konsantrasyonlarda HP içeren ofis tip ağartma ajanlarının yan etkilerini daha net tespit edebilmek için numuneler tükürük yerine distile suda bekletildi.

Bu çalışmanın sonuçları, önceki çalışmaların^{16,19,20} sonuçlarıyla tutarlıdır ve kontrol grubuna kıyasla ağartılmış grupların hepsinin Ca miktarları istatistiksel

olarak anlamlı derecede daha düşüktür. Ağartma maddelerinin minede meydana getirdiği değişiklikler esas olarak ağartma ajanının konsantrasyonu, bileşimi, uygulama süresi, pH ve difüzyon kapasitesinden etkilenmektedir.²¹⁻²³ Ağartma işleminin olumsuz etkilerinin üstesinden gelmek için farklı HP formülasyonları geliştirilmiş ve ağartma jellerine F, Ca, nHA gibi remineralize edici maddeler ilavesi yapılmıştır.

%40 HP + F kullanılan grup (Opalalance Boost) diğer gruplara kıyasla en çok Ca ve P kaybının görüldüğü gruptu. Daha önceki çalışmalarda da %30-40 HP'in yüzey topografisinde değişikliğe ve Ca-P konsantrasyonların'da azalmaya neden olduğu bildirilmektedir.^{19,24-26} Peroksit solüsyonlarındaki serbest radikallerin konsantrasyonu ağartma maddelerindeki HP konsantrasyonu ile ilişkilidir bu nedenle ağartma maddelerindeki HP konsantrasyonu arttıkça ağartma etkinliği ve pulpal penetrasyon oranı artmaktadır.²⁷ Önceki çalışmalar^{28, 29} ağartma jeline flor ilavesinin, ağartma tedavileri sırasında oluşan mine demineralizasyonunda azalmayı desteklediğini öne sürmüştür. Bununla birlikte, mevcut sonuçlara dayanarak flor varlığının mine Ca ve P miktarındaki azalmayı engelleyemediği görüldü. Mineral kaybı ile ağartma maddesinin konsantrasyonu arasında orantılı bir ilişki olduğundan çalışmada kullanılan ticari jelin daha yüksek HP konsantrasyonu (%40) florun koruyucu etkisini en aza indirmiş olabilir.

%35 HP+Ca kullanılan grup (Whiteness HP Blue) diğer deney gruplarına kıyasla en az Ca ve P kaybının görüldüğü gruplardan biriydi. Ağartılmamış mine ile kıyasladığımızda Ca ve P değerlerinde azalma olduğu ancak Ca değerlerindeki azalma anlamlı iken P değerlerindeki azalmanın anlamsız olduğu tespit edildi. Bu ağartma jelindeki Ca varlığı, minenin mineral kaybına karşı korunmasını iki farklı mekanizma ile destekleyebilir. Bunlar Ca iyonlarının difüzyon yoluyla demineralizasyon olayları sırasında diş yapısından hareket edebilmesi²⁹ ve diş yüzeyine çökerek HP jelinin demineralize edici etkisine karşı fiziksel olarak etki etmesidir.³⁰ Ayrıca bazı *in vitro* çalışmalar, hidrojen peroksit jeline kalsiyum eklenmesiyle pulpal peroksit penetrasyonunun önemli ölçüde azaldığını bildirmektedir.^{31,32}

%25 HP+nHA kullanılan grup (Biowhiten Prooffice %25HP) ile %40 HP grubunun Ca ve P değerleri arasında anlamlı farklılık bulunmamakla birlikte diğer grupların Ca ve P değerlerinden istatistiksel olarak anlamlı derecede daha düşük olduğu görüldü. %18 HP+nHA kullanılan grup (Biowhiten Prooffice %18HP) ile %35 HP grubunun Ca ve P değerleri arasında anlamlı farklılık bulunmamakla birlikte %25 HP ve %40 HP grupların Ca ve P değerlerinden istatistiksel olarak anlamlı derecede daha yüksek olduğu görüldü. Düşük konsantrasyonlu hidrojen peroksit içeren ofis tipi ağartma jelinin ağartma etkinliğini artırmak için uygulama sayısını veya süresini artırmak gibi alternatif yaklaşımlar kullanılmaktadır.³³ Ağartma jelinin yeniden

Ağartma jelinin yeniden uygulanması, vizkositesi ve ağartma jeline maruz kalınan sürenin artması HP penetrasyonunu artırmaktadır.^{34,35} Bu çalışmada diğer ağartma jelleri ile kıyaslandığında %25 HP ve %18 HP jeller en düşük vizkositeye sahipti. Bu sebeplerle %25 HP nin difüzyon katsayısının daha yüksek olduğu bu yüzden Ca ve P miktarlarında çok fazla düşüşe sebep olduğu söylenebilir. Bu çalışmanın sonuçlarıyla uyumlu bir şekilde; Grazioli ve ark.¹¹ %15 HP içeren ağartma jelinin %25-35 HP bazlı jellere göre mine yüzey sertliğinde daha az düşüşe sebep olduğu ve minede yüzey hasarı göstermediğini bildirmektedirler. Ayrıca mine morfolojik değişikliklerini önlemek için HP'in %15'lik konsantrasyonunun maksimum etkili konsantrasyon olduğu; daha yüksek konsantrasyonların ağartma etkisini iyileştirmediği, bunun yerine mine hasarı olasılığını artırdığı bildirilmektedir.¹⁰ Bununla birlikte, ofis içi tedaviler olarak düşük konsantrasyonlu ağartma maddelerinin kullanımını tartışan sınırlı bilgi vardır ve bu konuda daha fazla *in vitro* ve *in vivo* çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

SONUÇ

Elde edilen bulgular ışığında, yüksek ve orta konsantrasyonda HP ile ağartma mine morfolojisinde önemli değişiklikler meydana getirdiği ve mine Ca-P değerlerinde düşüşe sebep olduğu gözlemlendi. Bununla birlikte içeriğine Ca eklenmiş yüksek konsantrasyonda HP içeren ofis tipi ağartma ajanı veya düşük konsantrasyonda HP içeren ağartma ajanı mine yüzeyinde minimum düzeyde değişiklik oluşturduğu bu yüzden diş hekimleri tarafından güvenle kullanılabilceği sonucuna varıldı. Çünkü bu iki ağartma ajanı da mine Ca değerlerinde çok az bir düşüşe neden olmakla birlikte P seviyelerinde ise değişikliğe neden olmamaktadır.

KAYNAKLAR

- Moura CW, Catelan A, Zanatta RF, Cavalcanti AN, Soares LE, Martins KV, Liporoni PC. Effects of bleaching using 10% carbamide peroxide with calcium or amorphous calcium phosphate on enamel mineral content and hardness. *Acta Odontol Latinoam*. 2019;32(3):126-132.
- Kury M, Moura Antonialli F, LE SS, Pereira Machado Tabchoury C, Giannini M, Esteban Florez FL, Cavalli V. Effects of violet radiation and nonthermal atmospheric plasma on the mineral contents of enamel during in-office dental bleaching. *Photodiagnosis Photodyn Ther*. 2020;31:101848.
- Haywood VB, Leech T, Heymann HO, Crumpler D, Bruggers K. Nightguard vital bleaching: effects on enamel surface texture and diffusion. *Quintessence Int*. 1990;21(10):801-804.
- Ernst CP, Marroquín BB, Willershausen-Zönnchen B. Effects of hydrogen peroxide-containing bleaching agents on the morphology of human enamel. *Quintessence Int*. 1996;27(1):53-56.
- Basting RT, Amaral FL, França FM, Flório FM. Clinical comparative study of the effectiveness of and tooth sensitivity to 10% and 20% carbamide peroxide home-use and 35% and 38% hydrogen peroxide in-office bleaching materials containing desensitizing agents. *Oper Dent*. 2012;37(5):464-473.
- Martin JM, de Almeida JB, Rosa EA, Soares P, Torno V, Rached RN, Mazur RF. Effect of fluoride therapies on the surface roughness of human enamel exposed to bleaching agents. *Quintessence Int*. 2010;41(1):71-78.
- Borges AB, Samezima LY, Fonseca LP, Yui KC, Borges AL, Torres CR. Influence of potentially remineralizing agents on bleached enamel microhardness. *Oper Dent*. 2009;34(5):593-597.
- Potocnik I, Kosec L, Gaspersic D. Effect of 10% carbamide peroxide bleaching gel on enamel microhardness, microstructure, and mineral content. *J Endod*. 2000;26(4):203-206.
- Carlos NR, Pinto A, do Amaral F, França F, Turssi CP, Basting RT. Influence of Staining Solutions on Color Change and Enamel Surface Properties During At-home and In-office Dental Bleaching: An In Situ Study. *Oper Dent*. 2019;44(6):595-608.
- Orilisi G, Tosco V, Monterubbianesi R, Notarstefano V, Özcan M, Putignano A, Orsini G. ATR-FTIR, EDS and SEM evaluations of enamel structure after treatment with hydrogen peroxide bleaching agents loaded with nano-hydroxyapatite particles. *PeerJ*. 2021;9:e10606.
- Grazioli G, Valente LL, Isolan CP, Pinheiro HA, Duarte CG, Münchow EA. Bleaching and enamel surface interactions resulting from the use of highly-concentrated bleaching gels. *Arch Oral Biol*. 2018;87:157-162.
- Miranda CB, Pagani C, Benetti AR, Matuda Fda S. Evaluation of the bleached human enamel by Scanning Electron Microscopy. *J Appl Oral Sci*. 2005;13(2):204-211.
- Oltu U, Gürkan S. Effects of three concentrations of carbamide peroxide on the structure of enamel. *J Oral Rehabil*. 2000;27(4):332-340.
- Al-Salehi SK, Wood DJ, Hatton PV. The effect of 24h non-stop hydrogen peroxide concentration on bovine enamel and dentine mineral content and microhardness. *J Dent*. 2007;35(11):845-850.
- Cubukçu HE, Ersoy O, Aydar E, Cakir U. WDS versus silicon drift detector EDS: a case report for the comparison of quantitative chemical analyses of natural silicate minerals. *Micron*. 2008;39(2):88-94.
- Lee KH, Kim HI, Kim KH, Kwon YH. Mineral loss from bovine enamel by a 30% hydrogen peroxide solution. *J Oral Rehabil*. 2006;33(3):229-233.
- Basting RT, Rodrigues AL, Jr., Serra MC. The effects of seven carbamide peroxide bleaching agents on enamel microhardness over time. *J Am Dent Assoc*. 2003;134(10):1335-1342.
- Bevilacqua FM, Zzell DM, Magnani R, da Ana PA, Eduardo Cde P. Fluoride uptake and acid resistance of enamel irradiated with Er:YAG laser. *Lasers Med Sci*. 2008;23(2):141-147.
- Berger SB, Soares LES, Martin AA, Ambrosano GMB, Tabchoury CPM, Giannini M. Effects of various hydrogen peroxide bleaching concentrations and number of applications on enamel. *Brazilian Journal of Oral Sciences*. 2014;13:22-27.
- Maleknejad F, Ameri H, Kianfar I. Effect of intracoronal bleaching agents on ultrastructure and mineral content of dentin. *J Conserv Dent*. 2012;15(2):174-177.
- Pimenta-Dutra AC, Albuquerque RC, Morgan LS, Pereira GM, Nunes E, Horta MC, Silveira FF. Effect of bleaching agents on enamel surface of bovine teeth: A SEM study. *J Clin Exp Dent*. 2017;9(1):e46-e50.
- Soares AF, Bombonatti JF, Alencar MS, Consolmagno EC, Honório HM, Mondelli RF. Influence of pH, bleaching agents, and acid etching on surface wear of bovine enamel. *J Appl Oral Sci*. 2016;24(1):24-30.
- de Carvalho AC, de Souza TF, Liporoni PC, Pizi EC, Matuda LA, Catelan A. Effect of bleaching agents on hardness, surface roughness and color parameters of dental enamel. *J Clin Exp Dent*. 2020;12(7):e670-e675.
- McGuckin RS, Babin JF, Meyer BJ. Alterations in human enamel surface morphology following vital bleaching. *J Prosthet Dent*. 1992;68(5):754-760.
- Poorni S, Kumar RA, Shankar P, Indira R, Ramachandran S. Effect of 10% sodium ascorbate on the calcium: Phosphorus ratio of enamel bleached with 35% hydrogen peroxide: an in vitro quantitative energy-dispersive X-ray analysis. *Contemp Clin Dent*. 2010;1(4):223-226.

26. Vieira I, Vieira-Junior WF, Pauli MC, Theobaldo JD, Aguiar FH, Lima DA, Leonardi GR. Effect of in-office bleaching gels with calcium or fluoride on color, roughness, and enamel microhardness. *J Clin Exp Dent*. 2020;12(2):e116-e122.
27. Torres CR, Zanatta RF, Godoy MM, Borges AB. Influence of Bleaching Gel Peroxide Concentration on Color and Penetration through the Tooth Structure. *J Contemp Dent Pract*. 2021;22(5):479-483.
28. Chen HP, Chang CH, Liu JK, Chuang SF, Yang JY. Effect of fluoride containing bleaching agents on enamel surface properties. *J Dent*. 2008;36(9):718-725.
29. Cavalli V, Azevedo Rodrigues LK, Paes-Leme AF, Brancalion ML, Arruda MAZ, Bittencourt Berger S, Giannini M. Effects of bleaching agents containing fluoride and calcium on human enamel. *Quintessence Int*. 2010;41(8):703.
30. Borges AB, Guimarães CA, Bresciani E, Ramos CJ, Borges AL, Rocha Gomes Torres C. Effect of incorporation of remineralizing agents into bleaching gels on the microhardness of bovine enamel in situ. *J Contemp Dent Pract*. 2014;15(2):195-201.
31. Mena-Serrano AP, Parreiras SO, do Nascimento EM, Borges CP, Berger SB, Loguercio AD, Reis A. Effects of the concentration and composition of in-office bleaching gels on hydrogen peroxide penetration into the pulp chamber. *Oper Dent*. 2015;40(2):E76-82.
32. Torres C, Zanatta RF, Silva TJ, Borges AB. Effect of Calcium and Fluoride Addition to Hydrogen Peroxide Bleaching Gel On Tooth Diffusion, Color, and Microhardness. *Oper Dent*. 2019;44(4):424-432.
33. Kose C, Calixto AL, Bauer JR, Reis A, Loguercio AD. Comparison of the Effects of In-office Bleaching Times on Whitening and Tooth Sensitivity: A Single Blind, Randomized Clinical Trial. *Oper Dent*. 2016;41(2):138-145.
34. Llana C, Martínez-Galdón O, Forner L, Gimeno-Mallench L, Rodríguez-Lozano FJ, Gambini J. Hydrogen Peroxide Diffusion through Enamel and Dentin. *Materials (Basel)*. 2018;11(9).
35. Kwon SR, Pallavi F, Shi Y, Oyoyo U, Mohraz A, Li Y. Effect of Bleaching Gel Viscosity on Tooth Whitening Efficacy and Pulp Chamber Penetration: An In Vitro Study. *Oper Dent*. 2018;43(3):326-334.

Yazışma Adresi:

Hanife ALTINIŞIK
Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Restoratif Diş
Tedavisi Anabilim Dalı, Ankara, Türkiye
E Posta: hanife.kamak@hotmail.com