

Farklı Remineralize Edici Maddeler İçeren Ağartma Ajanlarının Sığır Diş Mine Yüzey Özellikleri Üzerine Etkilerinin Değerlendirilmesi

Assessment Of The Effects Of Bleaching Agents Containing Different Remineralising Materials On Bovine Teeth Enamel Surface Properties

Hasan HASHASH¹, Hülya ERTEN², Meryem Polat GÖNÜLLÜ³, Ahmet GÜRAL³, Hanife ALTINIŞIK⁴

¹ Al Najah Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Restoratif Diş Tedavisi AD, Filistin

² Dokuz Eylül Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Restoratif Diş Tedavisi AD, Türkiye

³ Gazi Üniversitesi Teknoloji Fakültesi, Metalurji ve Malzeme Mühendisliği, Türkiye

⁴ Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Restoratif Diş Tedavisi AD, Türkiye

ÖZET: Bu çalışmanın amacı farklı remineralize edici maddeler içeren ağartma ajanlarının sığır diş minesinin mineral içeriği üzerine etkilerinin SEM-EDX yöntemi ile değerlendirilmesidir. Bu çalışma 32 adet sığır dişinden elde edilen mine örnekleri üzerinde gerçekleştirildi. Örnekler rastgele 4 gruba ayrıldı. Grup1: %35'lik hidrojen peroksit (HP), Grup2: %35'lik hidrojen peroksit+kalsiyum klorür (CaCl₂), Grup3: %35'lik hidrojen peroksit+amorf kalsiyum fosfat (ACP), Grup4: %35'lik hidrojen peroksit+kalsiyum (Ca) içeren ağartma ajanı uygulandı. Her gruptaki mine örnekleri iki eş parçaya ayrıldı. Bir parçasına beyazlatma öncesi, diğer parçasına beyazlatma sonrası SEM-EDX analizi yapıldı. Kalsiyum, fosfat ve kalsiyum/fosfat değerleri kaydedildi. Değişkenlerin normal dağılıp dağılmadığı Kolmogorov-Smirnow ve Shapiro-Wilk uyum testiyle araştırılmış ve verilerin normal dağıldıkları görülmüştür. Gruplar arası karşılaştırmalarda Paired Samples t-testi kullanılmıştır. SEM-EDX analizinin sonuçlarına göre hidrojen peroksit içeren ağartma ajanı ile içerisine remineralize edici maddeler ilave edilen hidrojen peroksit ağartma ajanı arasında kalsiyum, fosfat ve kalsiyum/fosfat oranı açısından anlamlı bir farklılık bulundu ($p<0,05$). Ağartma ajanları içerisine remineralize edici maddeler eklenmesi ağartma sırasında oluşabilecek diş mine yüzey demineralizasyonunu engellediği sonucuna varıldı.

Anahtar Kelimeler: Ağartma, remineralizasyon, SEM-EDS

ABSTRACT: The aim of this study was to evaluate the effects of bleaching agents containing different remineralizing agents on mineral content of bovine enamel by SEM-EDX method. This study was conducted on enamel samples obtained from 32 bovine teeth. The samples were randomly divided into 4 groups. Group1: 35% hydrogen peroxide containing bleaching agent, Group2: 35% hydrogen peroxide + calcium chloride, Group3: 35% hydrogen peroxide + amorphous calcium phosphate, Group4: 35% hydrogen peroxide + calcium containing bleaching agent was applied. Enamel samples in each group were divided into two identical parts. SEM-EDX analysis was performed before bleaching on one part and after bleaching on the other part. Calcium, phosphate and calcium/phosphate values were recorded. Whether variables are normally distributed or not has been investigated with the Kolmogorov-Smirnov and Shapiro-Wilk compliance tests and the data were found to be normally distributed. Paired Samples t-test was used in comparisons between groups. According to the results of SEM-EDX analysis, a significant difference was found between the hydrogen peroxide bleaching agent and the hydrogen peroxide bleaching agent, in which remineralizing agents were added, in terms of calcium, phosphate and calcium/phosphate ratio ($p<0.05$). It was concluded that the addition of remineralizing agents to bleaching agents prevents the surface enamel demineralization during bleaching.

Keywords: Bleaching, remineralisation, SEM-EDS

GİRİŞ

Gülme tasarımını etkileyen en önemli faktörlerden biri dişlerin renkleridir. Dişlerin renkleri kalıtım, ağız hijyeni, metabolik hastalıklar, dişlerin gelişimleri sırasında geçirilen ateşli hastalıklar, beslenme şekli gibi birçok faktöre bağlı olarak değişiklik gösterebilir. Dişlerdeki renklemelerin tedavisinde geleneksel restorasyon yöntemine alternatif olarak ağartma teknikleri daha konservatif tedavi seçeneği olarak kabul edilmektedir (1).

Ağartma tedavilerinde, farklı tekniklerle çeşitli konsantrasyonlarda ağartma ajanları kullanılmaktadır. Konsantrasyona ve uygulama süresine bağlı olarak, kullanılan ağartma ajanları klinik başarının yanı sıra diş yapısında bazı olumsuz değişiklikler oluşturabilmektedir. Diş mine yüzeylerinde oluşabilen bu değişikliklerin en önemlisi, mineral kayıpları yani demineralizasyondur (2,3).

Son yıllarda, ağartma işleminden sonra rutin olarak remineralizasyon tedavilerinin uygulanması yerine, ağartma işlemleri sırasında remineralizasyon sağlama amacıyla ağartma maddelerine remineralize edici (hidroksiapatit, kazeinfosfat ve kalsiyum gibi) maddeler eklenmektedir (2,3). Bu sayede ağartma tedavilerinden kaynaklanabilecek mineral kaybı önlenmeye çalışılmaktadır.

Bu çalışmanın amacı; ağartma ajanlarının diş minesini yüzeylerinde neden olduğu demineralizasyonu önlemek amacıyla, ağartma tedavileri sırasında rutin olarak uygulanan remineralizasyon yerine ağartma ajanlarına remineralize edici kalsiyum ve fosfat bileşiklerinin

eklenmesinin etkilerinin değerlendirilmesidir.

GEREÇ VE YÖNTEM

Örneklerin Hazırlanması:

Bu çalışma da 32 adet sığır keser dişi kullanıldı. Çürük, renklenme ve çatlak olan dişler çalışmaya dahil edilmedi. Ağartma öncesi ve sonrasında dişlerde meydana gelen mineral değişimlerini belirleyebilmek için dişlerin labial yüzeylerinden elmas fissür frez (Diatech, Coltène/Whaledent AG, İsviçre) ile yüksek devirde, su soğutması altında 5X5 mm²'lik iki adet olmak üzere toplamda 64 adet mine örneği elde edildi. Bu örneklerden ağartma uygulanmayan örnek çalışma boyunca yapay tükürükte bekletildi. Diğer örnek ise rastgele olarak bir gruba dahil edildi ve ağartma tedavisi uygulandı.

Ağartma ajanlarının hazırlanması ve ağartma işlemleri:

Çalışmada kullanılan ağartma ajanları Tablo 1 de gösterilmektedir. İlk 3 gruptaki beyazlatma ajanları deneysel olarak hazırlandı. Grup 1 de hidrojen peroksitle (HP) (Emprove Exp, Merck Kgaa, Almanya) hazırlanan ağartma ajanı, grup 2 ve 3 de önceden ön çalışması yapılan ve uyumu kontrol edilen 250 ml %35HP'e 0,5mg kalsiyum klorit (CaCl₂) (Emprove Exp, Merck Kgaa, Almanya) ve 5 mg amorf kalsiyum fosfat (ACP) (Nanopowder, Aldrich, Germany) ekleyerek hazırlanan beyazlatma ajanı kullanıldı. 4. grupta ise piyasada var olan kalsiyum (Ca) ve %35HP içeren beyazlatma ajanı (Whitniss HP Blue, FGM, Joinville, SC, Brazil) kullanıldı. Ağartma ajanları her seans 20 dk'lık iki uygulama olacak şekilde bir hafta arayla iki seans uygulandı. Bu sürenin sonunda

Tablo 1. Çalışmada kullanılan ağartma ajanları

Grup Kodu	Beyazlatma Ajanları	İçerik
Grup 1 (n=8)	%35 lik hidrojen peroksit	%35 lik hidrojen peroksit, gliserin, karbapol
Grup 2 (n=8)	%35 lik hidrojen peroksit + 5mg ACP	%35 lik hidrojen peroksit, 5mg amorf kalsiyum fosfat, karbapol, gliserin
Grup 3 (n=8)	%35 lik hidrojen peroksit + 0,5 mg CaCl ₂	%35 lik hidrojen peroksit, 0,5 mg kalsiyum klorür dihidrat, gliserin, karbapol
Grup 4 (n=8)	Whiteness HP Blue (FGM, Joinville, SC, Brazil)	%35 lik hidrojen peroksit, kalsiyum, karbapol, gliserin

örnekler deiyonize su ile ağartma maddesinin uzaklaştırılması için durulandı (20 sn), ardından çalışma süresi boyunca 37°C'deki yapyay tükürükte bekletildi.

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

Ağartma işleminden sonra örneklerin yüzeyi kurutma kâğıtlarıyla kurutuldu. Tüm örnekler altın kaplama cihazı (Polaron SC502, Quarum Technologies, UK) (JSM-6060 LV JEOL, Tokyo, Japan) ile kaplandı. Ardından mineral içeriğinin belirlenmesi için mine yüzeyindeki elementel kompozisyonun incelenmesi amacıyla tüm örnekler EDS analizi yapıldı. Analizde 25 kV enerjide, Taramalı Elektron Mikroskopuna bağlı bir EDS probu (Schottky FEG tabancası) kullanarak taraması yapılan mine yüzeyinde Ca/P oranı ve Ca, P elementlerinin kütlece yüzde değerlerine bakıldı. Daha sonra örneklerden SEM cihazı ile 2500X büyütme ile yüzey görüntüleri alındı.

İstatistiksel Analiz

Çalışmada elde edilen verilerin analizinde IBM SPSS Statistics 16 (IBM SPSS, Türkiye) programı kullanıldı. Parametrelerin normal dağılıma uygunluğu Kolmogorov-Smirnov ve Shapiro Wilks testleri ile değerlendirilmiş ve parametrelerin normal dağılıma uygun olduğu saptanmıştır. Verilerin grup içi karşılaştırmalarında Paired samples t testi (eşleştirilmiş örneklerde t testi) kullanıldı. Anlamlılık $p < 0.05$ düzeyinde değerlendirildi.

BULGULAR

Grupların kalsiyum değerlerinin analiz Tablo 2'de gösterilmektedir. Buna göre; HP grubunda ağartma sonrasında kalsiyum değerlerinde azalma, HP+ACP ve HP+CaCl₂ gruplarında ise ağartma sonrasında kalsiyum değerlerinde artış olduğu saptandı ($P < 0.05$). HP+Ca grubunda ise ağartma sonrasındaki kalsiyum değerlerinin arttığı fakat bu artışın istatistiksel olarak anlamlı olmadığı

saptandı. ($P>0.05$). Ağartma sonrasında gruplar arasında Ca değerlerini kıyaslandığında, HP içerisinde remineralize

edici madde olarak ACP, $CaCl_2$ ve Ca bulunan grupların aralarında istatistiksel

Tablo 2. Grupların kalsiyum değerlerinin analizi

Gruplar	Beyazlatma Sonrası-Beyazlatma Öncesi Ortalama Ca değerleri	Standart sapma	t	df	p
Grup 1 (HP)	-12,280 ^A	7,814	4,445	7	0,003*
Grup 2 (HP + ACP)	9,035 ^B	5,693	-4,489	7	0,003*
Grup 3 (HP + $CaCl_2$)	5,008 ^B	3,587	-3,948	7	0,006*
Grup 4 (HP + Ca)	3,008 ^B	4,663	-1,824	7	0,111

Aynı sütundaki farklı harfler gruplar arası farklılığı göstermektedir. A,B: $p<0.05$

olarak anlamlı bir farklılığın olmadığı, bu gruplar ile sadece HP içeren grup arasında ise istatistiksel olarak anlamlı farklılık olduğu tespit edildi ($P<0.05$).

Grupların fosfor değerlerinin analizi Tablo 3’de gösterilmektedir. Buna göre, HP grubunda ağartma sonrasında fosfor değerlerinde azalma, HP+ACP grubunda ise ağartma sonrasında fosfor değerlerinde artış olduğu saptandı ($P<0.05$).

Tablo 3. Grupların fosfor değerlerinin analizi

Gruplar	Beyazlatma Sonrası-Beyazlatma Öncesi Ortalama P değerleri	Standart sapma	t	df	p
Grup 1 (HP)	-2,655 ^A	1,483	5,062	7	0,001*
Grup 2 (HP + ACP)	3,238 ^B	2,637	-3,473	7	0,01*
Grup 3 (HP + $CaCl_2$)	1,479 ^B	2,760	-1,515	7	0,173
Grup 4 (HP + Ca)	1,501 ^B	2,489	-1,706	7	0,132

Aynı sütundaki farklı harfler gruplar arası farklılığı göstermektedir. A,B: $p<0.05$

HP+Ca ve HP+ $CaCl_2$ gruplarında ise ağartma sonrasındaki fosfor değerlerinin arttığı fakat bu artışın istatistiksel olarak anlamlı olmadığı saptandı. ($P>0.05$). Ağartma sonrasında gruplar arasındaki fosfor değerleri kıyaslandığında hirojen

peroksit içerisinde remineralize edici madde olarak ACP, $CaCl_2$ ve Ca bulunan grupların aralarında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığın olmadığı, bu gruplar ile sadece HP içeren grup arasında ise

istatistiksel olarak anlamlı farklılık olduğu tespit edildi ($P<0.05$).

Grupların Ca/P değerlerinin analizi Tablo 4 de gösterilmektedir. HP grubunda ağartma sonrasında Ca/P oranında azalma olduğu saptandı ($P<0.05$). HP+ACP, HP+CaCl₂ ve HP+Ca gruplarının Ca/P oranının ağartma sonrasında arttığı fakat bu artışın istatistiksel olarak anlamlı olmadığı

saptandı. ($P<0.05$). Ağartma sonrası gruplar arasında Ca/P oranları kıyaslandığında ise hidrojen peroksit içerisinde remineralize edici madde olarak ACP, CaCl₂ ve Ca bulunan grupların aralarında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığın olmadığı, bu gruplar ile HP grubu arasında ise istatistiksel olarak anlamlı farklılık olduğu tespit edildi ($P<0.05$).

Tablo 4. Grupların Ca/P değerlerinin analizi

Gruplar	Beyazlatma Sonrası-Beyazlatma Öncesi Ortalama Ca/P değerleri	Stardart sapma	t	df	p
Grup 1 (HP)	-0,317 ^A	0,275	3,264	7	0,014*
Grup 2 (HP + ACP)	0,131 ^B	0,177	-2,099	7	0,074
Grup 3 (HP + CaCl₂)	0,086 ^B	0,288	-0,842	7	0,428
Grup 4 (HP + Ca)	0,01 ^B	0,210	-0,268	7	0,797

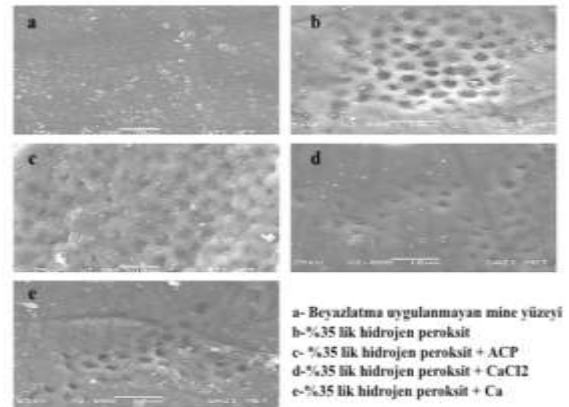
Aynı sütundaki farklı harfler gruplar arası farklılığı göstermektedir. A, B: $p<0.05$

Ağartma uygulanan ve uygulanmayan mine örneklerinin SEM görüntüleri de Şekil 1 de gösterilmektedir. Ağartma uygulanmayan mine yüzeyinin pörözsüz ve homojen olduğu görülmektedir. %35HP uygulanan mine yüzeyinin oldukça pöröz bir yapıda olduğu ve demineralizasyonun meydana geldiği söylenebilir. HP içerisinde ACP, Ca ve CaCl₂ eklenen ağartma ajanları uygulanan mine yüzeylerinin sadece HP uygulanan mine yüzeyleriyle karşılaştırıldığında pöröz yapının ve demineralizasyonun daha az olduğu görülmektedir.

TARTIŞMA

Günümüzde insanların mükemmel estetik anlayışı bembeyaz dişlerle güzel bir gülüşü içermektedir.

Şekil 1. Ağartma uygulanan ve uygulanmayan mine örneklerinin SEM görüntüleri



Diş renklenmelerinin giderilmesinde hidrojen peroksit içeren ağartma ürünlerinin kullanımı yeni bir uygulama değildir. 19. yüzyılın ortalarından deri yapılan çalışmalarla hidrojen peroksitin diş rengini değiştirebileceği kanıtlanmıştır. Genel olarak ofis tipi ağartma tekniğinde renk değiştirme sürecini hızlandırmak için %35 HP ve %10-25 karbamid peroksit tek başına veya ışıkla birlikte kullanılabilir. Cervantes ve ark. (1) tarafından yapılan araştırmaya göre ışık ile aktive edilen %25-38'lik HP ile tek seansta başarılı beyazlatma sonuçları elde edilebilir. Bu nedenle klinikte uygulanan ofis beyazlatma yöntemleri evde uygulanan beyazlatma yöntemlerine göre daha çok tercih edilmektedir.

Beyazlatma tedavilerinde kullanılan beyazlatıcı ajanların etkisi ve güvenilirliği uzun yıllar süren araştırmalarla kanıtlanmış olsa da çeşitli yan etkileri de bildirilmiştir (2). Hem hidrojen peroksit hem de karbamid peroksit kullanımından kaynaklı yumuşak dokuların yanması, kanserojen etki ve lezyon oluşumu arasında ilişki olduğunu gösteren çalışmalar da bulunmaktadır (3). Ayrıca mine yüzey pürüzlülüğünde artış ve mikrosertliğinde azalmanın meydana gelebileceği bildirilmektedir (2,4,5). Mine yüzey topografyasının incelendiği bir çalışmada mine yüzeyinde porozite, erozyon ve yüzeysel demineralizasyonda artış olduğu gözlenmiştir (6). Ağartma tedavisi sonrasında minenin kimyasal bileşimi, fiziksel ve mekanik özelliklerinde çok az değişiklik olmasına rağmen, bazı çalışmalar çelişkili sonuçlar vermektedir (5,6). Beyazlatma tedavileri ile mine yüzeyinin mikrosertlik ölçümleri üzerine sonuçları

tartışmalı olan ve ancak farklı yöntemler kullanan birçok çalışma bulunmaktadır (4,7,8).

Tedavi amacıyla canlı dokulara uygulanan malzemelerin biyouyumlu olması yani dokularda geçici veya kalıcı hasarlar oluşturmaması istenir (9). Bu nedenle bu çalışmada ağartma ajanlarının diş minesini yüzeylerinde neden olduğu demineralizasyonu önlemek amacıyla, beyazlatma tedavileri sırasında rutin olarak uygulanan remineralizasyon yerine, beyazlatma ajanlarına eklenen remineralize edici kalsiyum ve fosfat bileşiklerinin etkilerinin değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

Beyazlatma tedavileri ile ilgili araştırmalar genellikle in vivo ve in vitro koşullarda yapılmak üzere planlanmaktadır. Klinik araştırmalardaki bulgular tükürüğün remineralizasyon özelliklerinden etkilenebilmektedir (10). Bununla birlikte in vitro çalışmaların sayısal veri elde etme kolaylığı, kısa sürede tamamlanabilmesi nedeniyle kontrolünün daha kolay olması, daha az maliyetli olması, doğrudan ve hızlı değerlendirmeye olanak sağlaması gibi avantajları vardır (11,12,13). Bu nedenle çalışmamız klinik ortamın kısıtlılıklarını ortadan kaldırmak ve ağız ortamını taklit edebilmek için in vitro olarak planlandı.

Beyazlatma tedavileri ile ilgili in vitro çalışmalarda insan veya sığır dişleri kullanılmaktadır. (14,15) İnsan dişleri ile benzer radyodensite ve mine morfolojisine sahip olmaları, kolay bulunabilmeleri, tek bir sığır dişinden birçok çalışma örneği elde etme imkanlarından dolayı sığır dişleri tercih edilebilmektedir. (16,17) Bu nedenlerle bu çalışmada da yeni çekilmiş sığır dişleri kullanılmıştır. Önceki

çalışmalarda, her diştten tek bir örnek kullanılarak, beyazlatma işleminden önce ve sonra mine yüzeyinin mikrosertliği ve pürüzlülüğü inceleniyordu. (19,20,21) Ancak çalışmamızda mine örneklerinin yüzey özelliklerindeki değişimin yanı sıra kalsiyum ve fosfat miktarlarındaki değişimleri incelemek amacıyla, altın ile kaplanacağı ve SEM-EDS cihazı ile değerlendirileceği için 2 adet mine örneği aynı diştten alınarak beyazlatmanın etkisi değerlendirildi.

Hegde MN ve ark. (22), kazein fosfopeptid-amorf kalsiyum fosfatın (CPP-ACP) minenin yüzey altı lezyonları üzerinde remineralizasyon potansiyelini SEM-EDS analizi ile değerlendirmiştir. Çalışma sonucunda CPP-ACP'nin minenin yüzey altı lezyonlarının remineralize edilmesinde etkili olduğu ve SEM-EDS yönteminin kantitatif değerler sağladığı belirlendi. Bakry AS ve ark. (23), 45S5 bioglass pat ve topikal florid uygulandıktan sonra erozyona uğramış minenin kesitsel mikrosertliği ve kimyasal yüzey değişimlerini SEM-EDS ile değerlendirmişlerdir. Bu çalışmaların sonuçlarına göre SEM-EDS yönteminin minedeki mineral değişimlerinin kantitatif olarak değerlendirilmesinde etkili bir yöntem olduğu belirlenmiştir.

Konsantrasyonuna ve uygulama süresine bağlı olarak kullanılan beyazlatıcı ajanlar yüzeysel madde kaybı gibi diş yapısındaki olumsuz değişikliklerin yanı sıra mükemmel klinik başarı sağlayabilmektedir (25,26). Beyazlatma sırasında meydana gelen demineralizasyon sadece minede kayıplara neden olmakla kalmaz, aynı zamanda kolay ve kısa sürede renklenme oluşumuna da neden olabilir (27). Bu

durumu önlemek için, beyazlatma sonunda diş yüzeylerine rutin olarak remineralize edici ajanlar uygulanır. Bu uygulama beyazlatma tedavisi tamamlandıktan sonra birkaç seans daha gerektiren bir durumdur. Bu nedenle çalışmamızda diş beyazlatma ajanlarına remineralize edici ajanlar eklenerek diş dokusunda meydana gelebilecek olumsuz değişikliklerin daha oluşmadan önüne geçilmesi amaçlanmıştır. Böylece hastaların ve hekimin randevu sayısının azaltılması ve zamandan tasarruf edilmesi planlanmaktadır.

Son yıllarda yapılan çalışmalar florür, kalsiyum, kalsiyum glukonat, sodyum florür, kalsiyum klorür, ACP gibi remineralize edici maddelerin ağartma maddeleri ve çeşitli derecelerde etkili oldukları belirlenmiştir (19). CPP-ACP'in anti-karyojenik olduğu ve başlangıç mine çürüklerini remineralize ettiği bildirilmektedir (28, 29) CPP-ACP'in etki mekanizması, karbonat çözeltisinde ACP'in kristalleşmesi ve hidroksiapatit oluşumu ile mikroskobik mine yüzey defektlerinin bu kristallerle onarımı olarak açıklanmaktadır (30). Ağız ortamında CPP-ACP uygulandığında plak, bakteri, hidroksiapatit ve yumuşak dokulara bağlanarak mine yüzeylerinde biyokalsiyum ve fosfat lokalize olur. ACP, CPP-ACP bileşiminden ayrılır, Daha sonra diş yüzeyinde lokalize olur, serbest kalsiyum ve fosfat iyonlarıyla tamponlanarak mine yüzeyinde bu iyonların aşırı doyma durumunu oluşturarak demineralizasyonu azaltır ve remineralizasyonu artırır (31).

Kalsiyum ve klorun tuz şekli olan kalsiyumklorür, suda çözündüğünde ekzotermik reaksiyona neden olurken alkolde de çözünür. Çözeltide bir kalsiyum

iyonu kaynağı olarak işlev görür ve çökelmeye neden olur. Kalsiyum klorür, bu mekanizma ile diş minesini dokusunda remineralize edici bir ajan olarak kullanılır (32) Yüksek konsantrasyonlarda HP içeren ağartma işlemleri, mine yüzeyindeki Ca+2 konsantrasyonunu azaltabilir (33,34). Böylece minenin mikro sertliği azalır (35). Bu değişikliklerin tersine çevrilebilir olması, Attin ve ark. (36) göre klinik önemi az olduğu iddia edilmesine rağmen, ağartılmış mine üzerindeki bu tür yan etkilerin bilinmesi ve gerekli önlemlerin alınması önemlidir. Asit çözeltilerine az miktarda kalsiyum eklenmesi, mineden kaynaklanan mineral kaybını azaltabilir Hughes ve ark. (37) tarafından da bulunmuştur. Yüzey profilometrisi kullanan Borges AB ve ark. (33) %0.2'lik kalsiyum klorür ilavesiyle %35'lik hidrojen peroksit mine mikro sertliğinin arttığını belirlemişlerdir. Çalışmamızın sonuçları ayrıca ağartma maddesine kalsiyum klorür eklenmesinin minenin kalsiyum içeriğini arttırdığını göstermiştir.

Öte yandan, Oliveira ve ark. (39) kalsiyum içeren %10'luk karbamid peroksit ağartma maddesi kullandıkları çalışmalarında, kalsiyum ilavesinin mine yüzey sertliği ve remineralizasyonda herhangi bir artışa neden olmadığını bildirmişlerdir. Bu tür olumsuz sonuçların remineralizasyon ajanlarının konsantrasyonlarından veya kullanılan ağartma yöntemlerinden kaynaklanabileceğine inanıyoruz. Borges ve ark. (33), tarafından öne sürülen hipoteze göre, florür ve kalsiyum içeren ağartma maddeleri ile ağartılmış gruplarda mine yüzeyinde ve yüzey altı mikro sertliğinde önemli bir artış olacağı çalışmaları ile

doğrulanmıştır. Bu nedenle, remineralize edici ajanların ağartma ajanlarına olumlu etkisini doğrulamak için daha fazla klinik çalışma yapılmalıdır. Önceki çalışmalarda, kalsiyumun demineralizasyonu önleme etkinliği birçok kez gösterilmiştir. Bu nedenle çalışmamızda pozitif kontrol amacıyla kalsiyum içeren ticari bir diş ağartma ajanı kullanılmıştır. Remineralizasyonun araştırılması minedeki Ca, P ve Ca/P oranları belirleyebilmek için SEM-EDS analizi yapılmıştır. Yüzey mikroyapısının incelenmesi için de SEM görüntüleri alınmıştır. Kalsiyum ve fosfor insan yaşamı için önemlidir. *In vivo* iyonik formdaki kalsiyum ve fosforun bileşik formu kalsiyum fosfattır. Dikalsiyum fosfat (CaHPO₄, monetit veya DCP) trikalsiyum fosfata, sonrasında ise sıralı sentetik reaksiyonlarla hidroksiapatite dönüştürülür. Mineye sertleşmesi işlemi sırasında Ca/P oranı kademeli olarak (1) 'den (1.67) 'ye yükselir. Hidroksiapatit, minenin ana mineralidir ve ara ürün olarak küçük oranlarda kalsiyum fosfat ve bir miktar kalsiyum karbonat içerir (33).

Çalışmamızın sonuçlarına göre, HP grubunda (remineralize madde içermeyen-Kontrol grubu) önemli düzeyde demineralizasyon olduğu, diğer gruplarda ise istatistiksel bir fark olmamasına rağmen kalsiyum bileşiklerinin demineralizasyonu önlediği ve hatta yüzey kalsiyum değerlerini arttırdığı belirlendi. Remineralize edici madde içeren grupların SEM görüntüleri kontrol grubunun SEM görüntüleri ile karşılaştırıldığında, remineralize edici madde içeren grupların mine yüzeylerinin daha homojen olduğu ve yoğun mineral birikintileri bulunduğu gözlenmiştir. Mineral kaybı olan mine,

yalnızca HP uygulanan örneklerin (kontrol grubu örnekleri) yüzeylerinde açıkça görülmektedir.

Ağartma işleminden sonra alınan bazı mine örneklerinin yüzeylerinde ağartma işleminden sonra oluşan yüzey demineralizasyonu daha da artmaktadır. Bu nedenle ağartmadan sonra remineralize edici ajanların uygulanması çok önemlidir. Ancak geçmişte yeniden renklenmeyi ve ağartma sonrası hassasiyeti önlemek için florür, kalsiyum, kalsiyum klorür, ACP, CPP-ACP, hidroksi apatit gibi remineralize edici malzemeler kullanılmıştır. Bu uygulama hasta ve hekim için ek bir seans gerektirdiğinden zaman ve maliyet kaybına neden olmaktadır. Ek olarak, en önemli dezavantaj, minimal invaziv diş hekimliği kavramının tamamen tersi olan minenin demineralizasyonundan sonra remineralizasyon için başka bir uygulamanın yapılmasıdır.

Günümüzde koruyucu yaklaşımlar daha da önem kazanmakta, ağartma sonrası kullanılan remineralize edici maddeler; tedavi sırasında demineralizasyonu önlemek için ağartma ajanlarının yapısına

eklenmektedir. Bu sayede ek seans gerekmez ve demineralizasyon oluşmadan ağartma yapılabilir.

SONUÇ

Bu çalışmanın sonucunda, ağartma işlemi sırasında ağartma maddelerine remineralize edici maddelerin eklenmesinin, ağartma sonunda rutin olarak uygulanan remineralizasyondan daha faydalı olduğu belirlenmiştir. Bu şekilde hem hasta randevuları azalmakta hem de ağartma ajanlarının daha güvenli kullanımı sağlanmaktadır.

Ayrıca mine yüzeylerde mineral kaybının önlenmesi, ağartmanın hem renk stabilitesi hem de tedavinin kalıcılığı açısından ayrıca tercih edilecek bir durumdur.

Finansal Kaynak

Bu araştırma, Gazi Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi (BAP) tarafından desteklenmiştir. Proje Numarası:2533459

KAYNAKLAR

1. Borges, A.B., Zanatta, R., Barros, A., Silva, L., Pucci, C. and Torres C. Effect of hydrogen peroxide concentration on enamel color and microhardness. *Oper Dent* 2014;40(1):96-101.
2. Cervantes, A., Bolanho, A., Valera, M.C. and Araújo, M.A. Microhardness study of bovine enamel to bleaching treatment activated for different sources of light. *Braz Dent Sci.* 2006;9:78-86.
3. Giannini, M., Silva, A.P., Cavalli, V. and Paes Leme, A.F. Effect of carbamide peroxide-based bleaching agents containing fluoride or calcium on tensile strength of human enamel. *J Appl Oral Sci* 2006;14:82-7.
4. Tam, L. Vital tooth bleaching: Review and current status. *JCDA.* 1992;58:654-659.
5. Attin, T., Schmidlin, P.R., Wegehaupt, F. and Wiegand, A. Influence of study design on the impact of bleaching agents on dental

- enamel microhardness: A review. *Dent Mater.* 2009;25(2):143-157.
6. Soldani, P., Amaral, C.M., Rodrigues, J.A. Microhardness evaluation of in situ vital bleaching and thickening agents on human dental enamel. *Int J Periodontics Restorative Dent.* 2010;30:203-11.
 7. Akal, N., Over, H., Olmez, A., and Bodur, H. Effects of carbamide peroxide containing bleaching agents on the morphology and subsurface hardness of enamel. *J Clin Pediatr Dent.* 2001;25(4):293-296.
 8. Lewinstein, J., Fuhrer, N., Churaru, N. and Cardash, H. Effect of different peroxide bleaching regimens and subsequent fluoridation on the hardness of human enamel and dentin. *J Prosthet Dent.* 2004;92:337-42.
 9. Pinto, C.F., Paes Leme, A.F., Cavalli, V. and Giannini, M. Effect of 10% carbamide peroxide bleaching on sound and artificial enamel carious lesions. *Braz Dent J.* 2009;20:48-53.
 10. Lia Mondelli, R. F., Garrido Gabriel, T. R. C., Piola Rizzante, F. A., Magalhães, A. C., Soares Bombonatti, J. F., and Ishikiriyama, S. K. Do different bleaching protocols affect the enamel microhardness? *Eur J Dent.* 2015;1:25–30.
 11. Thylstrup, A., Bruun, C. and Holmen, L. In vivo caries models--mechanisms for caries initiation and arrestment. *Adv Dent Res.* 1994;8(2):144-57.
 12. White, D.J. The application of in vitro models to research on demineralization and remineralization of the teeth *Adv Dent Res.* 1995;9(3):175-193.
 13. Rodrigues, E., Delbem, A. C., Pedrini, D. and Cavassan, L. Enamel remineralization by fluoride-releasing materials: proposal of a pH-cycling model. *Braz Dent J.* 2010;21(5):446-51.
 14. Tang, G., Yip, H.K., Cutress, T.V. and Samaranyake, L.P. Artificial mouth model systems and their contribution to caries research. *J Dent.* 2003;31:161–171.
 15. Vidhya, S., Srinivasulu, S., Sujatha, M. and Mahalaxmi, S. Effect of grape seed extract on the bond strength of bleached enamel. *Oper Dent.* 2011;4:433-438.
 16. Khoroushi, M. and Aghelinejad, S. Effect of postbleaching application of antioxidant on enamel bond strength of three different adhesives. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal.* 2011;7:990-996.
 17. Scougall-Vilchis, R.J., Gonzalez-Lopez, B.S., Contreras-Bulnes, R., Rodriguez-Vilchis, L.E., Garcia-Nino de Rivera, M.W. and Kubodera-Ito, T. Influence of four systems for dental bleaching on the bond strength of orthodontic brackets. *Angle Orthod.* 2011;4:700-706.
 18. Titley, K. et al. The effect of concentrated hydrogen peroxide on the surface morphology of human tooth enamel. *J Endod.* 1988;14(2):69-74.
 19. Cakir, F.Y., Korkmaz, Y., Firat, E., Oztas, S.S., and Gurgan, S. Chemical analysis of enamel and dentin following the application of three different at-home bleaching systems. *Oper Dent.* 2011;5:529-536.
 20. Borges, A.B., Torres, C.R., de Souza, P.A., Caneppele, T.M., Santos, L.F. and Magalhães, A.C. Bleaching gels containing calcium and fluoride: effect on enamel erosion susceptibility. *Int J Dent.* 2012;34:7848.
 21. Hegde, M. N., Moany, A. Remineralization of enamel subsurface lesions with casein phosphopeptide-amorphous calcium phosphate: A quantitative energy dispersive X-ray analysis using scanning electron microscopy: An in vitro study. *J Conserv Dent.* 2012;1:61–67.
 22. Sda, S. Et Al. “the effect of fluoride therapies on the morphology of bleached human dental enamel ferreira. *Microsc Res Tech.* 2011;74(6):512-516.
 23. Hegde, M.N., Shetty, S. and Pardal, D. Remineralization of enamel sub-surface lesion using casein phosphopeptide-amorphous calcium phosphate. *J Conserv Dent.* 2007;10:19–25.

24. Bakry, A.S., Marghalani, H.Y., Amin, O.A. and Tagami, J. The effect of a bioglass paste on enamel exposed to erosive challenge. *J Dent.* 2014;42(11):1458-1463.
25. Alexandria, A.K., Nassur, C., Nóbrega, C.B.C., Valença, A.M.G., Rosalen, P.L. and Maia, L.C. In situ effect of titanium tetrafluoride varnish on enamel demineralization. *Braz Oral Res.* 2017;6(31):e86.
26. Danesh-Sani, S.A., Esmaili, M. Effect of 10% sodiuascorbate hydrogel and delayed bonding on shear bond strenght of composite resin anda resinmodified glass ionomer to bleached enamel. *J Conserv Dent.* 2011;3:241-6
27. Esmaili, M Danesh-Sani, S.A.,M ascorbate hydrogel and delayed bonding on shear bond strength of composite resin and resinmodified glass ionomer to bleached enamel. *J Conserv Dent.* 2011;3:241-246.
28. Rass, M.A. Long-term prognosis ofinternational endodontics and biternal bleaching of tetracycline-stained teeth. *Compendum,* 1998;10:1034-1050.
29. Mangal, T. Vital ve devital yapılmış diş yüzeylerine uygulanan farklı yüzey tedavilerinin tekrar renklenmeye ve çürük yapıcı mikroorganizmaların tutunmasına etkileri. Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 2014:10-22.
30. Walstra, P., Geurts, T. J., Noomen, A., Jellema, A., Boekel, van, MAJS. Dairy technology: principles of milk properties and processes. New York: Marcel Dekker,Inc. 1999.
31. Kumar, V.L., Itthagarun, A. and King, N.M. The effect of casein phosphopeptide-amorphous calcium phosphate on remineralization of artificial caries-like lesions: an in vitro study. *Aust Dent J.* 2008;1:34-40.
32. Sasaki, R.T., Catelan, A., Bertoldo Edos, S., Venâncio, P.C., Groppo, F.C., Ambrosano, G.M., Marchi, G.M., Lima, D.A. and Aguiar, F.H. Effect of 7.5% hydrogen peroxide containing remineralizing agents on hardness, color change, roughness and micromorphology of human enamel. *J Am Dent Assoc.* 2015;5:261-7.
33. Borges, A. B., Samezima, L. Y., Fonseca, L. P., Yui, K. C. K., Borges, A. L. S., & Torres, C. R. G. Influence of potentially remineralizing agents on bleached enamel microhardness. *Oper Dent.* 2009;34(5):593-597.
34. Al-Salehi, S. K., Wood, D. J. And Hatton, P. V. The effect of 24 hour non-stop hydrogen peroxide concentration on bovine enamel and dentine mineral content and microhardness. *J Dent.* 2007;35, (11):845–850.
35. Tezel, H., Ertas O.S., Ozata F., Dalgar H., and Korkut, Z.O. Effect of bleaching agents on calcium loss from the enamel surface. *Quintessence Int.* 2007;38 (4):339–347.
36. Zhang, Y. P., Din C. S., Miller S., Nathoo S.A., and A. Gaffar. Intra-oral remineralization of enamel with a MFP/DCPD and MFP/silica dentifrice using surface microhardness. *J Clin Dent.*1995;6(2):148–153.
37. Attin, T., Kocabiyik M., Buchalla W., Hannig C., and Becker K. Susceptibility of enamel surfaces to demineralization after application of fluoridated carbamide peroxide gels. *Caries Res.* 2003;37(2):93–99.
38. Hughes, J. A., West, N. X. Parker, D. M. van den Braak, M. H. and Addy, M. Effects of pH and concentration of citric, malic and lactic acids on enamel, in vitro. *J Dent.* 2000;28(2):147–152.
39. De Oliveira, R., Paes Leme, A. F., and Giannini, M. Effect of a carbamide peroxide bleaching gel containing calcium or fluoride on human enamel surface microhardness. *Braz. Dent. J.* 2004;16(2):103–106.

Prof. Dr. Hülya ERTEN "Farklı Remineralize Edici Maddeler İçeren Ağartma Ajanlarının Sıgır Diş Mine Yüzey Özellikleri Üzerine Etkilerinin Değerlendirilmesi" Van Dış Hekimliği Dergisi 2023;4(1);9-21.