



# LED ve Diyet Lazer ile Yapılan Ağartmanın Spektrofotometrik ve Morfolojik Açından Karşılaştırılması

## Spectrophotometric and Morphologic Comparison of Bleaching with LED and Diode Laser

 Ahmet HAZAR<sup>a</sup>,  
 Baran Can SAĞLAM<sup>b</sup>

<sup>a</sup>Restoratif Diş Tedavisi AD,  
<sup>b</sup>Endodonti AD,  
Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi  
Diş Hekimliği Fakültesi,  
Zonguldak, TÜRKİYE

Received: 10.10.2018  
Received in revised form: 01.04.2019  
Accepted: 02.04.2019  
Available online: 04.04.2019

Correspondence:  
Ahmet HAZAR  
Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi  
Diş Hekimliği Fakültesi,  
Restoratif Diş Tedavisi AD, Zonguldak,  
TÜRKİYE/TURKEY  
dt.ahmethazar@yahoo.com.tr

**ÖZET Amaç:** Bu in vitro çalışmada, hidrojen peroksit ağartma materyalinin LED ışık cihazı ve diyet lazer ile kullanıldığında ağartma etkinliklerinin spektrofotometre yardımıyla karşılaştırılması ve taramalı elektron mikroskopuyla mine yüzeyindeki değişikliklerin gözlemlenmesi amaçlanmıştır. **Gereçler ve Yöntemler:** Çalışmada 45 adet çekilmiş insan keser dişi kullanıldı. Dişler üç gruba ayrıldı (n=15). Grup 1 (kontrol): Dişler hiçbir aktivasyon yöntemi olmadan hidrojen peroksit ile ağartıldı. Grup 2: Dişler LED ışık kaynağı kullanılarak hidrojen peroksit ile ağartıldı. Grup 3: Dişler 810 nm diyet lazer kullanılarak hidrojen peroksit ile ağartıldı. Her gruptan üçer diş mikroskopik incelemede kullanılması için ayrıldı. Dişlerin ağartma öncesi ve sonrası renk ölçümleri bir spektrofotometre ile yapıldı ve taramalı elektron mikroskobu ile görüntüler alındı. Elde edilen veriler istatistiksel analiz için kaydedildi. **Bulgular:** En fazla renk değişimi diyet lazerin kullanıldığı grupta gözlenmesine rağmen, LED ve diyet lazerin kullanıldığı grupların ağartma etkinlikleri arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı. Diyet lazer grubunun ağartma etkinliği kontrol grubuna göre istatistiksel olarak daha yüksek bulundu. Bu çalışmanın sonuçlarına göre, sadece diyet lazerin kullanıldığı grupta mine yüzeyinde defektler gözlemlendi. **Sonuç:** Hidrojen peroksit ile ağartma işlemrinde diyet lazer kullanılması ağartma etkinliğinde anlamlı bir artışa neden olmuştur. Fakat diyet lazer ile yapılan ağartma işlemi sonrası mine yüzeyinde morfolojik değişiklikler gözlemlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Diş ağartma; hidrojen peroksit; lazer

**ABSTRACT Objective:** The aim of this in vitro study was to evaluate and compare the efficacy of hydrogen peroxide using with LED curing light and diode laser irradiation by spectrophotometer and observe it's effects on enamel structure by scanning electron microscope. **Material and Methods:** In this study, 45 extracted human incisors were used. The teeth were divided into 3 groups (n=15). Group 1 (control): Bleaching with hydrogen peroxide without any activation method. Group 2: Teeth were bleached with hydrogen peroxide using LED irradiation. Group 3: Teeth were bleached with hydrogen peroxide using diode laser irradiation. Three tooth from each group was selected for microscopic examination. The color of teeth were measured before and after bleaching by spectrophotometer and scanning electron microscopy images were taken and recorded. The obtained data were recorded for statistical analyses. **Results:** Although the highest color change was observed in diode laser group, no statistically significant differences was found between LED and diode laser group. The bleaching efficacy of diode laser group was found statistically higher than the control group. Enamel surface defects were observed only in the group of diode laser according to the results of this study. **Conclusion:** The diode laser application in bleaching treatments with hydrogen peroxide showed significant improvement in bleaching effectiveness. However, after bleaching with diode laser, morphological changes were observed in enamel surfaces.

**Keywords:** Tooth bleaching; hydrogen peroxide; laser

Güzel bir gülümseme ve görünüş sağlamak için diş rengi önemli bir kriterdir. Günümüzde dişlerdeki renk değişimleri, hastaların hekimlere başvurdukları en sık nedenlerden biridir.<sup>1</sup> Bunun yanında, dişlerinde renk değişiklikleri bulunmayan hastalar, daha beyaz dişler talep

etmektedir. Diş renklenmelerinin tedavileri arasında en konservatif estetik yaklaşım ağartma tedavisidir.<sup>2</sup>

Günümüzde çok çeşitli ağartma ürünleri olmasına rağmen, bunların çoğunda aktif madde hidrojen peroksittir ( $H_2O_2$ ). Hidrojen peroksit doğrudan kullanılmakta ya da sodyum perborat ve karbamid peroksitten kimyasal bir reaksiyon ile ortaya çıkmaktadır.<sup>3</sup>

Hidrojen peroksit, sudan biraz daha viskoz ve molekül ağırlığı 34,01 g/mol olan renksiz bir sıvıdır. Diş hekimliğinde %5-35 arasında değişen konsantrasyonlarda hidrojen peroksit kullanılmaktadır. %35 konsantrasyonda  $H_2O_2$  en yaygın kullanılan ofis tipi ağartma ajanıdır.<sup>4</sup>

$H_2O_2$ , serbest oksijen radikalleri ve hidrojen peroksit anyonları üreten güçlü bir oksitleyici ajan görevi görmektedir. Düşük molekül ağırlığı sayesinde mine ve dentin içerisine nüfuz edebilmekte ve burada oksijeni serbestleştirip yapıların içerisindeki organik ve inorganik bileşiklerin çift bağlarını bozmaktadır, böylelikle oksidasyon işlemi ile renk değişikliğine neden olan organik maddeleri renksiz maddelere dönüştürmektedir.<sup>5</sup>

Ağartma işlemi kısaca hidrojen peroksitin mine ve dentin dokularına nüfuz ederek ortamdaki organik kromofor materyaller ile etkileşime girmesi esasına dayanmaktadır. Organik kromoforlar, elektron bakımından zengin bölgelere sahip aromatik bileşikler veya şelatlar gibi biyoorganik metalik komplekslerden oluşan renkli moleküllerdir. Serbest oksijen radikalleri renkli moleküller ile karşılaştığında, bu moleküllerin yapılarını daha basit yapılara dönüştürmektedirler veya renkli materyallerin görünürlüğü azaltmak için optik özelliklerini değiştirmektedirler. Ağartma ajanın renkli moleküllerle nasıl etkileşime girdiği henüz belirlenememiş olsa da buna kimyasal oksidasyonun dâhil olduğu düşünülmektedir.<sup>6</sup> Bu serbest oksijen radikalleri, hidrojen atomlarını biyolojik moleküllerden çıkarabilmekte ve böylece renkli moleküllerin parçalanmasını sağlamaktadırlar, ancak bu reaksiyon sırasında biyolojik membranlara zarar verebilmektedir.<sup>5</sup>  $H_2O_2$  tek başına kullanılabildiği gibi daha hızlı ve daha güçlü bir ağartma

etkisi sağlamak için ışık kaynakları ve lazerler ile aktive edilerek de kullanılabilir. Piyasada üreticilerinin ısı veya ışık uygulaması gerektirdiğini öneren birçok ağartma ajanı bulunmaktadır.<sup>7</sup> Bu işlem için Diyot ve Nd:Yag gibi lazerler, LED, halojen ve plazma ark gibi ışık kaynakları kullanılmaktadır. Ağartma işleminde bu cihazların kullanılması, hidrojen peroksitte ısı artışı sağlayarak, organik moleküllerin oksidasyonu için gereken serbest radikallerin daha hızlı bir şekilde ortaya çıkmasını sağlamaktadır. Böylelikle ağartma işleminde hızlı ve etkili sonuçlar elde edilmektedir.<sup>8,9</sup>

Dişlerdeki renk değişimleri insan gözü tarafından değerlendirildiğinde, ortam ışığındaki farklılıklar ve retina içerisindeki koni ve çubuk hücrelerin farklılıkları nedeni ile standardizasyon sağlanamamaktadır. Bu nedenle renk değişikliklerini CIEL\*a\*b\* renk sistemine göre ölçen elektronik renk ölçüm cihazları geliştirilmiştir. CIEL\*a\*b\* renk sisteminin son üç harfi, renk düzlemindeki üç yönü ifade etmektedir (a\* kırmızı-yeşil kontrast, b\* sarı-mavi kontrast ve L\* parlaklığı veya beyazlığı belirtmektedir). Toplam renk değişikliğini ifade eden  $\Delta E$  değeri;  $\Delta a$ ,  $\Delta b$  ve  $\Delta L$  değerleri elde edilerek hesaplanmaktadır.<sup>10</sup>

Ağartma tedavisi konservatif bir işlem olmasına rağmen, yüksek konsantrasyonlarda ağartma ajanları ve bu ajanların ışık kaynakları ya da lazerler ile kullanılması; mine dokusunda mineral kaybı, porözite ve mikrosertliklerinde azalma gibi değişikliklere neden olabilmektedir. Geçmiş çalışmalarda, tam bir fikir birliği olmasa da ağartma işlemlerinin minede hafif yüzey değişikliklerine yol açabildiği ve remineralizasyon sonrası bu etkinin daha da azalabileceği bildirilmiştir.<sup>11,12</sup>

Bu çalışmada, %35 konsantrasyondaki hidrojen peroksitin aktive edilmeden, LED ışık kaynağı ve 810 nm diyot lazer ile aktive edilerek elde edilen ağartma etkinliklerinin bir spektrofotometre ile karşılaştırılması ve mine yüzeyine etkilerinin tarama elektron mikroskobu ile gözlemlenmesi amaçlanmıştır. Bu çalışmadaki sıfır hipotezimiz, LED ışık kaynağı ve diyot lazer ile yapılan aktivasyonun ağartma etkinliğini artıracığı ve ağartma işlemlerinin mine yüzeyinde değişikliğe neden olmayacağı şeklindedir.

## GEREÇ VE YÖNTEMLER

Bu çalışma için etik kurul onayı alınmıştır (Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi Klinik Araştırmalar Etik Kurul Başkanlığı, Protokol No: 2019-35-14/2) ve çalışma Helsinki Deklarasyonu Prensipleri'ne uygun olarak yapılmıştır. Bu in vitro çalışmada; periodontal nedenlerden ötürü çekilmiş, çürük, restorasyon ve gözle görülen bir kırık buldurmeyen 45 adet insan keser dişleri kullanılmıştır. Dişler üzerindeki tüm yumuşak doku ve debrisler temizlenmiş ve çalışmada kullanılmaya kadar distile su içerisinde saklanmıştır. Tüm gruplarda ağartma ajanı olarak Whiteness HP Maxx 35% (FGM Produtos Odontológicos-Ltd., Joinville, Santa Catarina, Brazilya) kullanılmıştır. İçeriğinde %35 hidrojen peroksit, kıvam artırıcı jel, pigment, glikol, inorganik içerik ve deiyonize su bulunan ağartma ajanı iki ayrı şişeden oluşmaktadır. Üretici firma talimatları doğrultusunda, iki şişe hâlinde bulunan peroksit ve kıvam artırıcı materyaller 3/1 oranında karıştırılarak ağartma ajanı hazırlanmıştır. Dişler üç gruba ayrılmıştır (n=15);

Grup 1: %35'lik H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> ağartma maddesi hiçbir aktivasyon yöntemi olmadan kullanılmıştır.

Grup 2: %35'lik H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> ağartma maddesi 1.000 mW/cm<sup>2</sup> gücünde bir LED ışık cihazı (Elipar Free-Light 2, 3M ESPE, ABD) ile 30 sn aktive edilerek kullanılmıştır.

Grup 3: %35'lik H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> ağartma maddesi 810 nm dalga boyunda 1,5W güçte bir diyet lazer (Picasso, AMD, ABD) ile 30 sn aktive edilerek kullanılmıştır.

Tüm gruplar için ağartıcı ajan üretici firma talimatları ile hazırlanmış ve dişlerin labial yüzeyine 15 dk boyunca uygulanmıştır. Ağartma işlemi iki seans olarak yedi günlük aralıklarla tekrarlanmıştır. Dişlerin renk ölçümleri, ağartma öncesi ve sonrası spektrofotometre (VITA Easyshade Compact, VITA, Almanya) yardımıyla uluslararası aydınlatma komisyonu tarafından tanımlanan CIEL\*a\*b\* renk sistemi temel alınarak ölçülmüştür. Her bir dişten üçer ölçüm yapılarak bu ölçümlerin ortalamaları alınmıştır. Tüm dişlerin Δa, Δb ve ΔL değerleri hesaplanmış ve aşağıdaki formül kullanılarak

toplam renk değişim değerini ifade eden ΔE değeri elde edilmiştir:

$$\Delta E^* = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2}$$

Mikroskopik inceleme için her gruptan rastgele üç diş seçilmiştir. Ağartma işleminden önce ve sonra mine morfolojik değişiklikleri gözlemek için taramalı elektron mikroskopu (Quanta™ 450 FEG, FEI, ABD) ile seçilen dişlerin mine yüzeylerinden görüntüler alınmıştır.

## İSTATİSTİKSEL ANALİZ

Elde edilen değerlerin istatistiksel analizi SPSS 19.0 yazılımı (SPSS, Inn., Chicago, IL, ABD) ile yapıldı. Tanımlayıcı istatistikler ortalama ve standart sapma ile gösterildi. Grupların birbirleri arasındaki farklarının belirlenmesinde tek yönlü varyans analizi (ANOVA) kullanıldı. p değerinin 0,05'ten düşük olması istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

## BULGULAR

ΔE değerlerine göre, tüm gruplarda etkili bir ağartma işlemi gerçekleşti. Tüm grupların ΔE değerleri Tablo 1'de görülmektedir. Tüm gruplar arasında en yüksek ΔE değeri 810 nm diyet lazerle aktive olan grupta (Grup 3), en düşük ΔE değeri ise hiçbir aktivasyon yöntemi kullanılmadan yapılan ağartma grubunda (Grup 1) gözlemlendi. Çalışmamızın sonuçlarına göre, Grup 3'ün ΔE değerleri, kontrol grubundan istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek bulundu (p<0,05).

Grup 3'ün ΔE değerlerinin, LED ışık cihazı ile aktive edilen beyazlatma grubundan (Grup 2) daha yüksek olduğu saptandı, ancak sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı değildir (p>0,05). Aynı şekilde, Grup 2'nin ΔE değerleri Grup 1'in değerlerinden daha yüksek olmasına karşın, istatistiksel olarak anlamlı değildir (p>0,05).

**TABLO 1:** Çalışmada kullanılan tüm grupların ΔE değerleri.

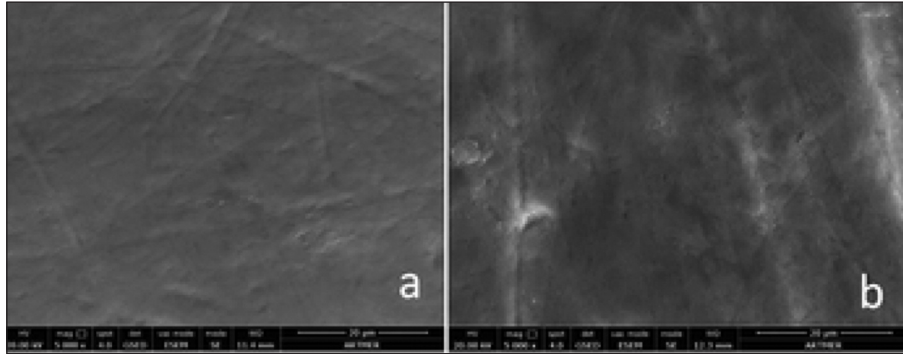
	Ortalama/standart sapma	Min-max
Grup 1: Kontrol	14,71±4,19 <sup>a</sup>	10,11-22,68
Grup 2: LED	17,39±3,29 <sup>ab</sup>	12,89-22,84
Grup 3: Diyet lazer	19,19±2,23 <sup>b</sup>	16,26-23,80

<sup>a</sup>Aynı üst simge harflerin olduğu gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamaktadır.

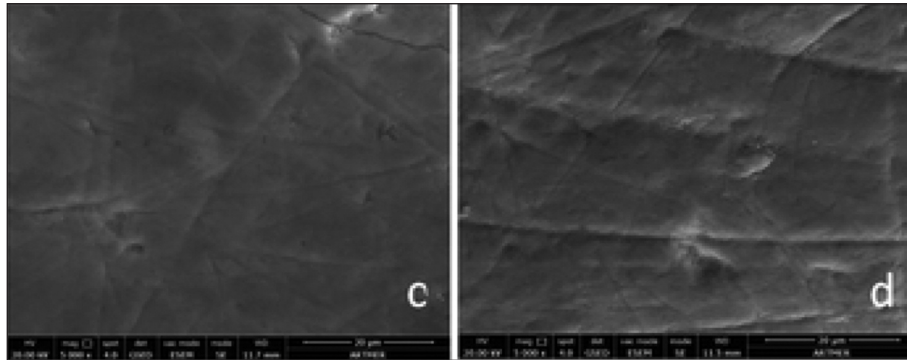
Ağartma öncesi ve sonrası tüm gruplardan alınan taramalı elektron mikroskop görüntüleri Resim 1, Resim 2 ve Resim 3'te görülmektedir. Grup 1 ve 2'deki tarama elektron mikroskop görüntülerinde, mine morfolojisinde herhangi bir değişiklik gözlenmedi, ancak Grup 3'ün ağartma uygulanmış mine yüzeyinde hafif yüzey değişikliği saptandı.

## TARTIŞMA

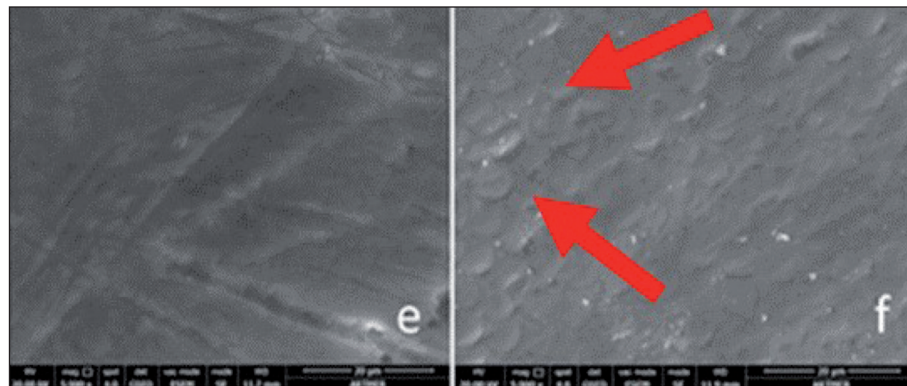
Ağartma ajanlarının içerisindeki  $H_2O_2$  konsantrasyonu, tüm ağartma süreci için kritik faktörlerden biridir.<sup>13</sup> Bu çalışmada, tüm gruplarda yaygın olarak kullanılan ofis tipi ağartma madesi olarak %35 konsantrasyonda  $H_2O_2$  kullanılmıştır.



RESİM 1: Grup 1'e ait beyazlatma öncesi (a) ve beyazlatma sonrası (b) Taramalı elektron mikroskopu görüntüleri.



RESİM 2: Grup 2'ye ait beyazlatma öncesi (c) ve beyazlatma sonrası (d) Taramalı elektron mikroskopu görüntüleri.



RESİM 3: Grup 3'e ait beyazlatma öncesi (e) ve beyazlatma sonrası (f) Taramalı elektron mikroskopu görüntüleri.

Spektrofotometri, renk değişimlerini değerlendirmek için standart bir yöntem olarak kullanılmaktadır. Operatör girişiminin olmaması, kalibrasyonun güvenilirliği ve ortam ışığı faktörünün etkisinin olmaması, spektrofotometrik analiz başlıca avantajları arasında yer almaktadır. Bu teknik, evrensel olarak standartlaştırılmıştır ve bir yazılımla çalışmaktadır, böylece subjektif değerlendirmelerin dezavantajlarından etkilenmemektedir.<sup>14</sup> Bu in vitro çalışmada, ağartılma uygulanmış dişlerin CIEL\*a\*b\* renk sistemine göre  $\Delta a$ ,  $\Delta b$  ve  $\Delta L$  değerlerini değerlendirmek için bir spektrofotometre kullanılmıştır.

Ağartma işlemleri sırasında; halojen, LED, ultraviyole, plazma ark ışık kaynakları ve lazerler, aktivatör, katalizör veya ısı artırıcı renklendiriciler içeren hidrojen peroksit bazlı ağartıcı maddeler kullanılmaktadır.<sup>15</sup>

Işık cihazları veya lazerden gelen enerji hidrojen peroksitin ayrışmasına neden olabilmekte ve bu da ağartma sırasında kimyasal reaksiyonları hızlandırabilmektedir. Lazerler, dişlerdeki renkli moleküllerin foto oksidasyonu veya fotokimyasal reaksiyonlar yoluyla ağartma jeli bileşenleri ile etkileşime girerek ağartmayı artırabilmektedir.<sup>16</sup>

Diyot lazer, ağartma işlemleri için kullanılması Amerikan Gıda ve İlaç Dairesi tarafından onaylanmış bir cihazdır.<sup>17</sup> Ağartma ajanını etkinleştirmek için dalga boyu 790 nm'den 980 nm'ye kadar değişen diyot lazer sistemleri, uygulanan güce bağlı olarak farklı sürelerde kullanılmaktadır. Diyot lazer aktivasyonu ile hem ısıya hem de ajan içeriğindeki pigment ile daha yoğun şekilde lazer enerjisinin absorpsiyonuna bağlı olarak ağartmanın daha hızlı ve daha etkili bir şekilde yapılabileceği bildirilmiştir.<sup>18</sup> Ağartma işlemlerinde diyot lazer uygulamasının etkinliğini ölçen birçok çalışma yapılmıştır.<sup>8,18,19</sup> Kio-mars ve ark., farklı dalga boylarına sahip diyot lazerin etkinliklerini değerlendirdikleri çalışmaları, farklı dalga boylarında diyot lazer ile ağartmanın benzer sonuçlar verdiğini belirtmişlerdir.<sup>20</sup> Bu çalışmada, önceki çalışmalardan referans alınarak, ağartma ajanının etkinliğini artırmak için 810 nm dalga boyunda bir diyot lazer 1,5 W güçte 30 sn uygulanmıştır.<sup>20,21</sup>

Çeşitli ışık kaynaklarının ve lazerlerin ağartma işlemlerindeki etkinlikleri birçok çalışma ile değerlendirilmiştir.<sup>18,21,22</sup> Bu in vitro çalışmada, 810 nm diyot lazer ve LED ışık cihazı ile aktive edilen ağartma teknikleri, hiçbir aktivasyon kullanılmadan yapılan ağartma tekniği ile karşılaştırılmıştır.

Elde edilen  $\Delta E$  değerlerine göre, sonuçlarımız; tüm grupların dişlerde ağartmayı sağladığını, bunun yanında diyot lazer ve LED ile aktive edilen ağartma işlemlerinin aktive edilmemiş kontrol grubuna göre daha etkili olduğunu göstermiştir. Bu sonuçlara göre, diyot lazer grubundan elde edilen veriler çalışmanın birinci hipotezini desteklemektedir. Bu sonuçlar, Kocak ve ark.'nın çalışması ile uyumluluk göstermektedir.<sup>23</sup> Çalışmamızda, diyot lazer grubu LED grubuna göre daha etkili bulursa da aradaki fark istatistiksel olarak anlamlı değildir.

Mine; ağırlıkça yaklaşık %96 mineral, %3 su ve %1 organik materyalden oluşmaktadır. İnsan vücudundaki en mineralize ve sert dokudur. Mine, uygun bir mineral dengesi sağlamak için oral biyofilm ile sürekli bir iyon değişimi içerisindedir. Son çalışmalar, mine içerisindeki bazı organik maddelerin dış kaynaklardan gelerek organik matriksin bir parçası olduğunu göstermektedir. Hidrojen peroksit, mine içerisine mine proteinleri ile dolu interprizmatik alanlara girerek nüfuz etmektedir. Çünkü mineralize inorganik içerik, organik içerikten daha kompakt bir yapıdadır bu nedenle hidrojen peroksitin hidroksiapatit kristalleri boyunca ilerlemesi zordur.<sup>24</sup>

Peroksit bazlı materyal çalışmalarının bazıları, bu ajanların, mine ve dentin kimyasını çok az etkilediğini ve bu durumun florid veya kalsiyum ilavesiyle önlenebileceğini göstermesine rağmen, kalsiyum/fosfat konsantrasyonunda önemli değişiklikler olduğunu gösteren çalışmalar da mevcuttur.<sup>25-28</sup>

Fourier transform infrared spektroskopisi (FTIR) analizini kullanan birkaç çalışmada, hidrojen peroksit uygulamasının mine ve dentin dokularında karbonat ve proteinlerin kaybına ve hidroksiapatit içeriklerinde değişikliklere neden olduğu belirtilmiştir.<sup>29,30</sup> Atomik kuvvet mikroskobu

[atomic force microscope (AFM)] ve FTIR kullanan diğer çalışmalar, dentin ve mine dokusundaki morfolojik değişikliklerin mine ve dentindeki organik matriksin kısmen parçalanmasından kaynaklandığını göstermiştir.<sup>24,31,32</sup> Sato ve ark.nın çalışmasında, ağartma işleminden sonra sistein katepsin ve matriks metalloproteinazın proteolitik aktivitelerinde önemli artış olduğu belirtilerek, ağartma ile diş içerisinde dinamik bir değişiklik olduğu ortaya çıkarılmıştır.<sup>33</sup> Bu çalışmaların dışında, mikrobilgisayarlı tomografi kullanılan çalışmalar, %35 karbamid peroksitin, mine dokusunda 250 µm derinliğinde bir demineralizasyona neden olduğunu göstermiştir.<sup>28,34</sup>

Doğal diş rengi, içteki dentin dokusu renginin dıştaki yarı saydam mine tabakası boyunca yansımalarıyla algılanmaktadır bu nedenle dişin renginde mine dokusunun ufak bir rolü bulunmaktadır.<sup>35</sup> Ağartma mekanizması incelendiğinde, dentinin diş rengi için baskın bir rol oynaması önemlidir. Çünkü bu durum, genel diş rengini değiştirmek için beyazlatıcı maddenin esas olarak dentin dokusu ile etkileşime girip girmediği sorusunu akıllara getirmektedir. Yapılan bazı çalışmalar, ağartma sırasındaki rengin dentin yüzeyindeki değişikliklerden etkilendiğini belirtse de birçok çalışmadan elde edilen sonuçlar, ağartmayla sağlanan renk değişiminin esasen minenin yarı saydamlığındaki azalmadan ve dolayısıyla alttaki dentin renginin maskelenmesinden kaynaklandığını ileri sürerek, minenin renk değişimine katkısının fazla olduğunu belirtmektedir. Minenin yarı saydamlığındaki değişiklik, deproteinizasyon, demineralizasyon ve oksidasyon yoluyla yüzeysel minenin mikromorfolojik değişiklikleriyle ilgilidir.<sup>36-39</sup>

Ağartma ile ilgili yüzey değişikliklerinin taramalı elektron mikroskobu [scanning electron microscope (SEM)], profilometre ve AFM ile incelendiği çalışmaların bazıları, ağartmanın yüzey topografyası üzerinde hiçbir etkisi olmadığını gösterse

de bazı çalışmalarda, mine yüzeylerinde önemli değişikliklerin olduğu belirtilmiştir.<sup>40-44</sup> Bu çalışmada, mine yüzeyindeki değişiklikleri gözlemek için tüm gruplardan ağartma işleminden önce ve sonra SEM görüntüleri çekilmiştir. SEM görüntülerinde, diyet lazerle aktive olan ağartma grubunda hafif yüzey değişikliği saptanmıştır. Bu sonuçlar, çalışmamızın ikinci hipotezini desteklememektedir. Bu sonuçlar, Dostalava ve ark. ile Hess JA ve ark.nın buldukları sonuçlarla uyumludur.<sup>45,46</sup> Bunun yanında, Dostolava ve ark.nın çalışmasında, diyet lazer ile ağartıldıktan sonra mine dokusunun bazı bölümlerinde hafif yüzey değişikliği gözlemlenmiştir.<sup>17</sup>

## SONUÇ

Bu çalışmanın limitleri dâhilinde elde edilen sonuçlarda, diyet lazerle aktive edilmiş ağartma grubunun mine yüzeyinde hafif yüzey değişikliği gözlemlenmesine rağmen, diyet lazer ile aktive edilen ağartma grubu, aktive edilmeyen kontrol grubuna göre daha etkin bir yöntem olarak bulunmuştur.

### Finansal Kaynak

*Bu çalışma sırasında, yapılan araştırma konusu ile ilgili doğrudan bağlantısı bulunan herhangi bir ilaç firmasından, tıbbi alet, gereç ve malzeme sağlayan ve/veya üreten bir firma veya herhangi bir ticari firmadan, çalışmanın değerlendirme sürecinde, çalışma ile ilgili verilecek kararı olumsuz etkileyebilecek maddi ve/veya manevi herhangi bir destek alınmamıştır.*

### Çıkar Çatışması

*Bu çalışma ile ilgili olarak yazarların ve/veya aile bireylerinin çıkar çatışması potansiyeli olabilecek bilimsel ve tıbbi komite üyeliği veya üyeleri ile ilişkisi, danışmanlık, bilirkişilik, herhangi bir firmada çalışma durumu, hissedarlık ve benzer durumları yoktur.*

### Yazar Katkıları

*Bu çalışma hazırlanırken tüm yazarlar eşit katkı sağlamıştır.*

## KAYNAKLAR

- Çelik Ç. [Management of tooth discolorations]. *Türkiye Klinikleri J Restor Dent-Special Topics*. 2017;3(2):104-12.
- Perdigão J, Baratieri LN, Arcari GM. Contemporary trends and techniques in tooth whitening: a review. *Pract Proced Aesthet Dent*. 2004;16(3):185-210.
- Dahl JE, Pallesen U. Tooth bleaching--a critical review of the biological aspects. *Crit Rev Oral Biol Med*. 2003;14(4):292-304. [Crossref]
- Plotino G, Buono L, Grande NM, Pameijer CH, Somma F. Nonvital tooth bleaching: a review of the literature and clinical procedures. *J Endod*. 2008;34(4):394-407. [Crossref] [PubMed]
- Feinman RA, Madray G, Yarbrough D. Chemical, optical, and physiologic mechanisms of bleaching products: a review. *Pract Periodontics Aesthet Dent*. 1991;3(2):32-6.
- Kwon SR, Wertz PW, Li Y, Chan DC. Penetration patterns of rhodamine dyes into enamel and dentin: confocal laser microscopy observation. *Int J Cosmet Sci*. 2012;34(1):97-101. [Crossref] [PubMed]
- de Freitas PM, Menezes AN, da Mota AC, Simões A, Mendes FM, Lago AD, et al. Does the hybrid light source (LED/laser) influence temperature variation on the enamel surface during 35% hydrogen peroxide bleaching? A randomized clinical trial. *Quintessence Int*. 2016;47(1):61-73.
- Gurgan S, Cakir FY, Yazici E. Different light-activated in-office bleaching systems: a clinical evaluation. *Lasers Med Sci*. 2010;25(6):817-22. [Crossref] [PubMed]
- Ontiveros JC. In-office vital bleaching with adjunct light. *Dent Clin North Am*. 2011;55(2): 241-53. [Crossref] [PubMed]
- Dietschi D, Benbacher N, Krejci I. In vitro colorimetric evaluation of the efficacy of home bleaching and over-the-counter bleaching products. *Quintessence Int*. 2010;41(6):505-16.
- Araujo Fde O, Baratieri LN, Araújo E. In situ study of in-office bleaching procedures using light sources on human enamel microhardness. *Oper Dent*. 2010;35(2):139-46. [Crossref] [PubMed]
- Cervantes A, Valera M, Araujo MD. Microhardness study of bovine enamel to bleaching treatment activated for different sources of light. *Braz Dent Sci*. 2006;9(3):78-86.
- Joiner A. The bleaching of teeth: a review of the literature. *J Dent*. 2006;34(7):412-9. [Crossref] [PubMed]
- Tung FF, Goldstein GR, Jang S, Hittelman E. The repeatability of an intraoral dental colorimeter. *J Prosthet Dent*. 2002;88(6):585-90. [Crossref] [PubMed]
- Kıvanç BH, Arisu HD, Ulusoy Ö, Sağlam BC, Görgül G. Effect of light-activated bleaching on pulp chamber temperature rise: an in vitro study. *Aust Dent J*. 2012;38(2):76-9. [Crossref] [PubMed]
- De Moor RJ, Verheyen J, Diachuk A, Verheyen P, Meire MA, De Coster PJ, et al. Insight in the chemistry of laser-activated dental bleaching. *ScientificWorldJournal*. 2015;2015: 650492. [Crossref] [PubMed] [PMC]
- Dostalova T, Jelinkova H, Housova D, Sulc J, Nemeč M, Miyagi M, et al. Diode laser-activated bleaching. *Braz Dent J*. 2004;15 Spec No:S11-3. [Crossref]
- Wetter NU, Barroso MC, Pelino JE. Dental bleaching efficacy with diode laser and LED irradiation: an in vitro study. *Lasers Surg Med*. 2004;35(4):254-8. [Crossref] [PubMed]
- Pleffken PR, Borges AB, Gonçalves SE, Rocha Gomes Torres C. The effectiveness of low-intensity red laser for activating a bleaching gel and its effect in temperature of the bleaching gel and the dental pulp. *J Esthet Restor Dent*. 2012;24(2):126-32. [Crossref] [PubMed]
- Kiomars N, Azarpour P, Mirzaei M, Hashemi Kamangar SS, Kharazifard MJ, Chiniforush N. Evaluation of the diode laser (810 nm,980 nm) on color change of teeth after external bleaching. *Laser Ther*. 2016;25(4):267-72. [Crossref] [PubMed] [PMC]
- Mirzaie M, Yassini E, Ganji S, Moradi Z, Chiniforush N. A comparative study of enamel surface roughness after bleaching with diode laser and Nd:YAG laser. *J Lasers Med Sci*. 2016;7(3):197-200. [Crossref] [PubMed] [PMC]
- Fekrazad R, Alimazandarani S, Kalhori KA, Assadian H, Mirmohammadi SM. Comparison of laser and power bleaching techniques in tooth color change. *J Clin Exp Dent*. 2017;9 (4):e511-e5. [Crossref] [PubMed] [PMC]
- Koçak S, Koçak MM, Sağlam BC. Clinical comparison between the bleaching efficacy of light-emitting diode and diode laser with sodium borborate. *Aust Endod J*. 2014;40(1): 17-20. [Crossref] [PubMed]
- Hegedüs C, Bistey T, Flóra-Nagy E, Keszthelyi G, Jenei A. An atomic force microscopy study on the effect of bleaching agents on enamel surface. *J Dent*. 1999;27(7):509-15. [Crossref]
- Cavalli V, Rodrigues LK, Paes-Leme AF, Soares LE, Martin AA, Berger SB, et al. Effects of the addition of fluoride and calcium to low-concentrated carbamide peroxide agents on the enamel surface and subsurface. *Photomed Laser Surg*. 2011;29(5):319-25. [Crossref] [PubMed]
- Rodrigues JA, Oliveira GP, Amaral CM. Effect of thickener agents on dental enamel microhardness submitted to at-home bleaching. *Braz Oral Res*. 2007;21(2):170-5. [Crossref] [PubMed]
- Berger SB, Cavalli V, Martin AA, Soares LE, Arruda MA, Brancaloni ML, et al. Effects of combined use of light irradiation and 35% hydrogen peroxide for dental bleaching on human enamel mineral content. *Photomed Laser Surg*. 2010;28(4):533-8. [Crossref] [PubMed]
- Efeoglu N, Wood DJ, Efeoglu C. Thirty-five percent carbamide peroxide application causes in vitro demineralization of enamel. *Dent Mater*. 2007;23(7):900-4. [Crossref] [PubMed]
- Bistey T, Nagy IP, Simó A, Hegedus C. In vitro FT-IR study of the effects of hydrogen peroxide on superficial tooth enamel. *J Dent*. 2007;35(4):325-30. [Crossref] [PubMed]
- Santini A, Pulham CR, Rajab A, Ibbetson R. The effect of 10% carbamide peroxide bleaching agent on the phosphate concentration of tooth enamel assessed by Raman spectroscopy. *Dent Traumatol*. 2008;24(2): 220-3. [Crossref] [PubMed]
- Ubalardini AL, Baesso ML, Medina Neto A, Sato F, Bento AC, Pascolato RC. Hydrogen peroxide diffusion dynamics in dental tissues. *J Dent Res*. 2013;92(7):661-5. [Crossref] [PubMed]
- Abouassi T, Wolkewitz M, Hahn P. Effect of carbamide peroxide and hydrogen peroxide on enamel surface: an in vitro study. *Clin Oral Investig*. 2011;15(5):673-80. [Crossref] [PubMed]
- Sato C, Rodrigues FA, Garcia DM, Vidal CM, Pashley DH, Tjäderhane L, et al. Tooth bleaching increases dentinal protease activity. *J Dent Res*. 2013;92(2):187-92. [Crossref] [PubMed] [PMC]
- Efeoglu N, Wood D, Efeoglu C. Microcomputerized tomography evaluation of 10% carbamide peroxide applied to enamel. *J Dent*. 2005;33(7):561-7. [Crossref] [PubMed]
- ten Bosch JJ, Coops JC. Tooth color and reflectance as related to light scattering and enamel hardness. *J Dent Res*. 1995;74(1): 374-80. [Crossref] [PubMed]
- Wiegand A, Vollmer D, Foitzik M, Attin R, Attin T. Efficacy of different whitening modalities on bovine enamel and dentin. *Clin Oral Investig*. 2005;9(2):91-7. [Crossref] [PubMed]
- Kwon SR, Wang J, Oyoyo U, Li Y. Evaluation of bleaching efficacy and erosion potential of four different over-the-counter bleaching products. *Am J Dent*. 2013;26(6):356-60.
- Ma X, Jiang T, Sun L, Wang Z, Zhou Y, Wang Y. Effects of tooth bleaching on the color and translucency properties of enamel. *Am J Dent*. 2009;22(6):324-8.
- Ma X, Li R, Sa Y, Liang S, Sun L, Jiang T, et al. Separate contribution of enamel and dentine to overall tooth colour change in tooth bleaching. *J Dent*. 2011;39(11):739-45. [Crossref] [PubMed]
- White DJ, Kozak KM, Zoladz JR, Duschner HJ, Götz H. Effects of crest whitestrips bleaching on surface morphology and fracture susceptibility of teeth in vitro. *J Clin Dent*. 2003;14(4):82-7.
- Duschner H, Götz H, White DJ, Kozak KM, Zoladz JR. Effects of hydrogen peroxide bleaching strips on tooth surface colour, surface microhardness, surface and subsurface ultrastructure, and microchemical (Raman spectroscopic) composition. *J Clin Dent*. 2006;17(3):72-8.
- Yeh ST, Su Y, Lu YC, Lee SY. Surface changes and acid dissolution of enamel after carbamide peroxide bleach treatment. *Oper Dent*. 2005;30(4):507-15.
- Borges AB, Torres CR, de Souza PA, Caneppele TM, Santos LF, Magalhães AC. Bleaching gels containing calcium and fluoride: effect on enamel erosion susceptibility. *Int J Dent*. 2012;2012:347848. [Crossref] [PubMed] [PMC]
- Canay S, Cehreli MC. The effect of current bleaching agents on the color of light-polymerized composites in vitro. *J Prosthet Dent*. 2003;89(5):474-8. [Crossref]
- Dostalova T, Jelinkova H, Housova D. Whitening of teeth using laser radiation support. *Prakt Zahn Lek*. 2003;51:75-82.
- Hess JA. Subsurface morphologic changes of Nd:YAG laser-etched enamel. *Lasers Surg Med*. 1997;21(2):193-7. [Crossref]