

Özgün araştırma makalesi

Farklı diş beyazlatma yöntemlerinin dişlerde renk değişimi ve yüzey özelliklerine etkileri

Işıl Turp¹, İlkın Tuncel², Volkan Turp³,
Aslıhan Üşümez⁴

¹Bezmialem Vakıf Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Protetik Diş Tedavisi AD, İstanbul, Türkiye, ²Nişantaşı Üniversitesi, Diş Protez Teknolojisi Meslek Yüksek Okulu, İstanbul, Türkiye, ³İstanbul Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Protetik Diş Tedavisi AD, İstanbul, Türkiye, ⁴Dentalplus Ağız ve Diş Sağlığı Polikliniği, İstanbul, Türkiye.

ÖZET

AMAÇ: Işık ile aktive edilmeden, LED ışık kaynağı ile ve erbium-doped yttrium aluminium garnet (Er: YAG) lazer ile aktive edilen %40 konsantrasyondaki hidrojen peroksit (HP) beyazlatma jeli ile beyazlatma işleminin renk değişikliğine, yüzeyin mikrosertlik ve pürüzlülük özelliklerine olan etkilerini incelemektir.

GEREÇ VE YÖNTEM: Çalışmada çekilmiş sağlıklı üçüncü büyük azı dişleri kullanılmıştır. Akrilik bloklara gömülen dişler 2200 grit'e kadar zımpara ile zımparalanarak minede düz yüzeyler elde edilmiştir. Biri kontrol grubu (Grup K) olmak üzere toplam dört grup değerlendirilmiştir. Bunlar; aktivasyon yapılmaksızın beyazlatma jeli uygulanan grup (Grup J), 385-515 nm dalga boyunda ve 3200 mW/cm² güçte ışık üreten LED ışık kaynağı ile beyazlatma yapılan grup (Grup LED) ve 50 mJ enerji ile 10 Hz'de ve VLP modunda (1000 µs atım süresi) ile kullanılan Er:YAG lazer ile aktivasyon yapılan gruptur (Grup Er:YAG). Beyazlatma işleminin öncesinde ve sonrasında spektrofotometre ile renk ölçümü yapılmış ve renk değişimi (ΔE_{00}) CIEDE2000 formülü ile hesaplanmıştır. Bir hafta örnekler yapay tükürük içerisinde bekletildikten sonra 980 g yük 15 s boyunca uygulanarak mikrosertlik ölçümleri ve kontakt tipi bir profilometre ile pürüzlülük ölçümleri yapılmıştır. Veriler Oneway ANOVA testi ve Kruskal Wallis testi ile değerlendirilmiştir.

BULGULAR: Beyazlatma yapılan tüm gruplarda renk değişikliği gözle fark edilebilir eşliğinin üzerinde saptanırken gruplar arası anlamlı farklılık bulunmamıştır ($p > 0.05$). Kontrol grubu ile beyazlatma yapılan gruplarda mikrosertlik ve pürüzlülük değerleri anlamlı bir değişim göstermemiştir ($p > 0.05$).

SONUÇ: Beyazlatma işleminden bir hafta sonra diş minesinin yüzey özellikleri beyazlatma yapılmamış mineden farklı değildir.

ANAHTAR KELİMELER: Er:YAG lazer; LED; mikrosertlik; ofis tipi beyazlatma; pürüzlülük; renk değişimi,

KAYNAK GÖSTERMEK İÇİN: Turp I, Tuncel İ, Turp V, Üşümez A. Farklı Diş Beyazlatma Yöntemlerinin Dişlerde Renk Değişimi ve Yüzey Özelliklerine Etkileri. Acta Odontol Turc 2023;41(1):1-8

EDİTÖR: Hacer Deniz Arısu, Gazi Üniversitesi, Ankara, Türkiye

YAYIN HAKKI: © 2023 Turp I, Tuncel İ, Turp V, Üşümez A. Bu eserin yayın hakkı [Creative Commons Attribution License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/) ile ruhsatlandırılmıştır. Sınırsız kullanım, dağıtım ve her türlü ortamda çoğaltım, yazarlar ve kaynağın belirtilmesi kaydıyla serbesttir.

FINANSAL DESTEK: Bu çalışma Bezmialem Vakıf Üniversitesi Biinsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından desteklenmiştir (Proje No : 12-2014/32).

ÇIKAR ÇATIŞMASI: Bulunmamaktadır.

[Abstract in English is at the end of the manuscript]

GİRİŞ

Güzellik eski zamanlardan beri insanoğlu için hep ulaşılacak istenen bir kavram olagelmıştır. Dişlerin güzelliğinin de yüz güzelliğine etkisi yadsınamayacağı için, bu genel insani istekten bağımsız düşünülemez. Her ne kadar güzellik göreceli bir kavram olsa da, açık renkli dişler daha güzel olarak kabul edilmektedir. Bu nedenle hastalar tarafından daha açık renkli dişler talep edilmektedir. Bu talebi karşılamak için dişlere beyazlatma işlemi uygulanması, diğer restoratif yöntemlere göre daha konservatif bir yöntemdir.

Diş beyazlatma literatürde "whitening" denilen ifadeye değil, "bleaching" denen ifadeye karşılık gelmektedir. Amerikan Food and Drug Administration'a (FDA) göre "Whitening" diş renkleşmelerin uzaklaştırılarak hastanın kendi doğal diş renginin ortaya çıkarılmasıdır. "Bleaching", yani diş beyazlatma ise dişin doğal renginden daha açık bir renge çevrilmesidir. Yani dişin içindeki renk değiştirilmesidir.¹

Makale gönderiliş tarihi: 13 Aralık 2022; Yayına kabul tarihi: 09 Mart 2023
*İletişim: Dr. Öğretim Üyesi Işıl Turp, Bezmialem Vakıf Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Protetik Diş Tedavisi AnaBilim Dalı, İstanbul, Türkiye;
E-posta: isilbayramgurler@yahoo.com

Dişlerin beyazlatılmasına dair ilk tanımlama 1867'ye kadar uzanmaktadır.² Günümüzde ise en sık kullanılan beyazlatma yöntemleri ev tipi ve ofis tipi beyazlatma yöntemleridir. Bu uygulamalarda genellikle hidrojen peroksit (H₂O₂) (HP) materyali kullanılmaktadır. HP, ya HP şeklinde beyazlatma materyalinde bulunmaktadır ya da karbamid peroksitten salınmaktadır. Ofis tipi beyazlatmada işlem süresini kısaltmak için HP'in dekompoze olmasını hızlandıran çeşitli teknikler kullanılmaktadır. Kimyasal teknik (örn: beyazlatma jelinin pH'ının alkali olması), fizikokimyasal teknik (örn: beyazlatma jelinin fotooksidasyonu) ve fiziksel teknik (örn: beyazlatma jelinin ısı ile aktive edilmesi) bunlar arasında sayılabilir. Fizikokimyasal ve fiziksel teknik "power bleaching" olarak da adlandırılmaktadır.^{3,4}

Diş beyazlatma işleminde amaç, dişin herhangi bir morfolojik ve kimyasal değişiklik olmadan beyazlatılmasıdır. Ancak diş beyazlatma işleminin çeşitli istenmeyen etkileri de bildirilmiş ve araştırılmıştır. Pulpada ısı artışı, mine ve dentinde morfolojik değişiklikler, mineral içeriğinin değişmesi, mikrosertlikte azalma, mine geçirgenliğinde artış, kırılma dayanımında azalma, çürüğe yatkınlık, beyazlatılmış mineye bağlantının azalması incelenen bu etkilerdendir.⁵ Dişler beyazlatılırken diş yüzeyinde istenmeyen etkilerin oluşmasına sebep olarak, mine yapısındaki organik ve inorganik bileşenlerin oksidasyon ile zayıflaması ana sebep olarak görülmektedir.⁶

Beyazlatma jellerinin ışık ile aktive edilmesinde çeşitli ışık kaynakları kullanılabilir.^{7-10,15} En sık kullanılanları diyot ışık kaynaklarıdır (LED, light emitting diode). Maliyetlerinin düşük olması ve ulaşılabilir olmaları tercih edilme nedenlerindedir.⁷⁻⁹ 2940 nm dalga boyuna sahip Er:YAG lazerlerin beyazlatma işleminde kullanımı ise son yıllarda artmaktadır. Bu dalga boyunun suda emilme potansiyeli yüksek olduğu ve beyazlatma jelleri de yüksek oranda (%40-65) su içerdikleri için lazerin büyük ölçüde jelin yüzeydeki 10-50 µm kalınlığındaki kısmı tarafından emildiği, böylece pulpada daha az yan etki görüldüğü ve güvenli olduğu belirtilmektedir.^{9,10} Ancak mine yüzeyindeki etkileri hakkında sınırlı bilgi bulunmaktadır.⁸

Bu nedenlerle bu çalışmanın amacı Er: YAG lazer ile aktive edilen yüksek konsantrasyondaki HP beyazlatma jeli ile yapılan beyazlatma işleminin renk değişikliğine, yüzeyin sertlik ve pürüzlülük özelliklerine olan etkilerini incelemek ve bunları LED ışık kaynağı ve aktive edilmeden uygulanan beyazlatma jeli ile karşılaştırmaktır. Sıfır hipotezi yüksek konsantrasyondaki HP beyazlatma jeli ile ışıkla aktive edilmeden, LED ışık kaynağı ile aktive edilerek ve Er: YAG lazer ile aktive edilerek beyazlatma yapıldığında, dişte renk değişikliğine veya diş yüzeyinde pürüzlülük ve sertlikte herhangi bir değişikliğe sebep olmayacağıdır.

GEREÇ VE YÖNTEM

Çalışmanın uygunluğu Bezmialem Vakıf Üniversitesi Girişimsel Olmayan İşlemler Etik Kurulu'nun

20.09.2022 tarihli toplantısında görüşülmüş ve oy birliği ile kabul edilmiştir. (Etik Kurul Karar No: 2022/269). Bu çalışmada 20 adet çeşitli nedenlerle yeni çekilmiş ve mine yüzeyinde çatlak veya malformasyon bulunmayan 3. molar diş kullanılmıştır. Çekim sonrası dişler distile su içerisinde muhafaza edilmiştir. Örneklerin hazırlanması için dişlerin kökleri mine-sement birleşiminin 2 mm altından kesilerek uzaklaştırılmıştır. Dişler üzerindeki yumuşak doku ve birikintileri kazınmış ve su ile karıştırılmış pomza ile cilalanarak uzaklaştırılmıştır. Daha sonra oklüzalden servikale doğru, diş lingual ve bukkal olarak yarıya bölünmüştür. Pulpa artıkları temizlendikten sonra dişlerin bukkal veya lingual yüzeyleri yukarıda kalacak şekilde otopolimerizan akrilik rezine (SC, Imicryl, Konya, Türkiye) gömülmüştür. Örneklerin yüzeyleri sırasıyla 600, 1000, 1200, 2000 ve 2200 grit zımpara kağıdı ile akan su altında zımparalanarak düzleştirilmiş ve cilalanmıştır.

Daha sonra örnekler her birinde 10'ar adet örnek bulunacak şekilde rastgele 4 gruba ayrılmıştır. Grupların kodları ve gruplara uygulanan işlemler Tablo-1'de görülmektedir.

Beyazlatma işlemi için %40 HP içeren ofis tipi bir beyazlatma jeli (Opalescence Boost, Ultradent, South Jordan, ABD) kullanılmıştır. Beyazlatma yapılan örneklerde jel, üretici firma önerisi doğrultusunda kullanıma hazırlanmış ve 20'şer dakikalık 2 uygulama şeklinde kullanılmıştır. Jeli aktive etmek için Er:YAG lazer veya LED ışık kaynağı kullanılacak olan gruplarda 20 sn. aktivasyon sonrasında 20 dk.'lık sürenin dolması beklenmiştir. Daha sonra jel hava ve su spreyi ile 10 sn. süresince yıkanmıştır. Yeni jel uygulanmasından önce de 5 sn. boyunca kurutulmuştur.

Kontrol Grubu (Grup K): Bu gruptaki örnekler hiçbir beyazlatma işlemi uygulanmamıştır.

Aktivasyonsuz beyazlatma grubu (Grup J): Bu gruptaki örnekler LED veya Er:YAG lazer ile aktivasyon olmaksızın beyazlatma işlemi uygulanmıştır. Beyazlatma jeli iki kere uygulanmış ve 20'şer dakika diş yüzeyinde tutulmuştur.

LED grubu (Grup LED): Örneklerin üzerine beyazlatma jeli uygulandıktan sonra LED ışık kaynağı (Valo Cordless, Ultradent, South Jordan, ABD) ile aktivasyon sağlanmıştır. Kullanılan LED ışık kaynağı, 385-515 nm dalga boyunda ve 3200 mW/cm² güçte ışık üretmektedir. Her jel uygulamasının ardından LED ışık kaynağı 20 sn boyunca kullanılmıştır. Jel her örnek için 2 defa diş yüzeyine uygulandığından toplamda LED

Tablo 1. Çalışmada değerlendirilen gruplar

Grup Kodu	Uygulanan İşlem
Grup K	Hiçbir işlem uygulanmamıştır.
Grup J	Sadece beyazlatma jeli uygulanmıştır.
Grup LED	Beyazlatma jeli LED ışık kaynağı ile aktive edilmiştir.
Grup Er:YAG	Beyazlatma jeli Er:YAG lazer ile aktive edilmiştir.

ışık kaynağı kullanım süresi 40 sn'dir.

Er:YAG lazer grubu (Grup Er:YAG): Örneklerin üzerine beyazlatma jeli uygulandıktan sonra Er:YAG lazer (LightWalker AT, Fotona, Ljubljana, Slovenya) ile R17 (R17 for LightWalker AT, Fotona, Ljubljana, Slovenya) ucu kullanılarak aktivasyon sağlanmıştır. Er:YAG lazer 50 mJ enerji ile 10 Hz'de ve VLP modunda (1000 µs atım süresi) ayarlanarak kullanılmıştır. Her jel uygulamasının ardından lazer 20 sn boyunca kullanılmıştır. Jel her örnek için 2 defa dış yüzeyine uygulandığından toplamda lazer kullanım süresi 40 sn'dir.

Deneyler boyunca örnekler yapay tükürük içerisinde tutulmuştur. Yapay tükürük Shannon11 tarafından önerilen aşağıdaki kimyasal bileşim kullanılarak elde edilmiştir:

(2 L distile su için)

NaF	8.4 mg
NaCl	2560 mg
CaCl ₂	332.97 mg
MgCl ₂ .6H ₂ O	250 mg
KCl	189.48 mg
CH ₃ COOK	3015 mg
K ₃ PO ₄ .3H ₂ O	772 mg

6.5-7 pH değerindeki çözeltinin berrak görünümde olması için 0.1 mL H₃PO₄ (Merck, %85) çözeltisi eklenmiştir.

Renk Değişimi Değerlendirmesi

Beyazlatma uygulanan gruplarda (Grup J, LED, Er:YAG) srasıyla beyazlatma işlemi öncesinde ve sonrasında spektrofotometre (VITA Easyshade, Vita Zahnfabrik H. Rauter GmbH, Bad Saeckingen, Almanya) ile renk ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Spektrofotometre üretici talimatları doğrultusunda her ölçüm öncesinde kalibre edilmiştir. Elde edilen veriler CIE sistemine göre sırasıyla L*, a* ve b* harfleriyle ifade edilen; açıklık, kırmızı-yeşil ve mavi-sarı koordinatlarıyla kaydedilmiştir. Her örnekten beyazlatma öncesinde ve beyazlatma sonrasında dörder adet ölçüm yapılmış ve ortalamaları istatistiksel analizlerde kullanılmıştır. Renk değişimi (ΔE00) CIEDE2000 formülü (International Commission on Illumination 2000 colour-difference formula) kullanılarak aşağıdaki şekilde hesaplanmıştır:

$$\Delta E00 = [(\Delta L/KLSL)^2 + (\Delta C/KCSC)^2 + (\Delta H/KHSH)^2 + RT(\Delta C/KCSC)(\Delta H/KHSH)]^{1/2}$$

Bu formülde ΔL, ΔC ve ΔH sırasıyla parlaklık, doygunluk ve renk farkını ifade etmektedir ve ΔE00'nin hesaplanmasında kullanılmıştır.

Mikrosertliğin Değerlendirilmesi

Örneklerin mikrosertlik değerlerinin ölçümleri beyazlatma işleminden bir hafta sonra mikrosertlik

cihazında (HMV 2E model, Shimadzu, Japonya) 980 g yük, 15 s boyunca uygulanarak gerçekleştirilmiştir. Her örnekten 6 adet ölçüm yapılmış ve bu ölçümlerin ortalaması örneğe ait mikrosertlik değeri olarak değerlendirilmiştir.

Yüzey Pürüzlülüğünün Değerlendirilmesi

Örneklerin pürüzlülük değerlerinin ölçümleri beyazlatma işleminden bir hafta sonra gerçekleştirilmiştir. Tüm deney gruplarının ve kontrol grubunun yüzey pürüzlülüklerinin ölçümü için stilüsü bulunan kontakt tipi bir profilometre (Marsuf M300C, Mahr, Göttingen, Almanya) kullanılmış ve örneklerin yüzeyinden dokuz farklı ölçüm yapılmıştır. Bu ölçümlerin üç tanesi yatay, üç tanesi dikey ve üç tanesi de oblik yönde gerçekleştirilmiştir. Her üç ölçümden sonra cihaz kalibre edilmiştir. Bu ölçümlerin ortalama Ra değeri (ortalama pürüzlülük değeri) istatistiksel değerlendirmede örneğin yüzey pürüzlülüğü değeri olarak kullanılmıştır.

İstatistiksel Analiz

Çalışmaya başlamadan önce gruplardaki örnek sayısını saptamak için yapılan power analizinde benzer çalışma verileri dikkate alınmıştır.⁹ %95 güven aralığında, %80 güç için, 1.69 etki büyüklüğünde WSSPAS (Web-Based Sample Size & Power Analysis Software) programı kullanılarak örnek sayısının her grup için en az 7 olması gerektiği saptanmıştır. Ancak çalışmamızın referans çalışma ile birebir aynı olmadığı göz önünde bulundurularak her grup için 10 adet örnek hazırlanmıştır.

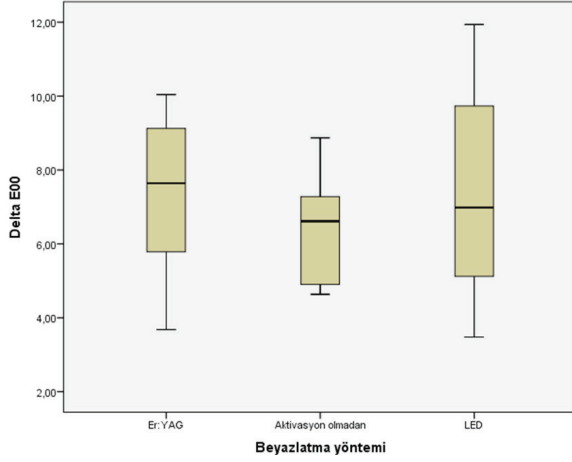
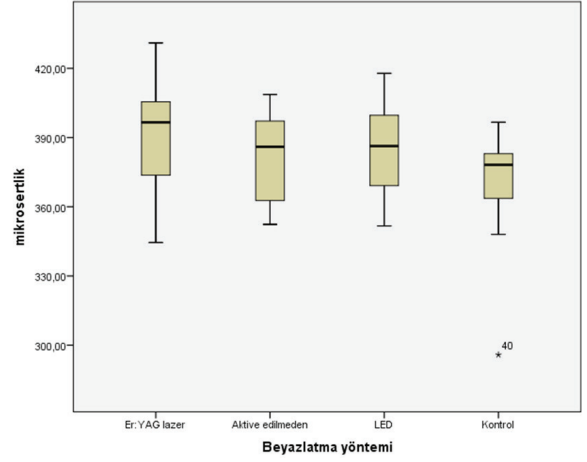
Çalışmamızda elde edilen verilerin değerlendirilmesinde SPSS 24 Programı (Statistical Package for Social Sciences, SPSS Inc, Chicago, ABD) kullanılmıştır. Shapiro Wilk testi ile dağılımların normalliği değerlendirilmiştir. Grupların dağılımı normal bulunduğu için ΔE00 değerlerinin karşılaştırılmasında Oneway ANOVA testi kullanılmıştır. Mikrosertlik ve yüzey pürüzlülüğü değerlerinin karşılaştırmalarında ise dağılımların normalliği sağlanmadığı için Kruskal Wallis testi kullanılmıştır.

BULGULAR

Gruplara ait ΔE00 değerlerinin tanımlayıcı istatistikleri Tablo 2'de görülmektedir. Resim 1'de ise değerlerin dağılımları görülmektedir. Her ne kadar en yüksek ΔE00 değeri ortalamasına Er:YAG grubunda rastlansa da, gruplar karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar saptanmamıştır (p>0.05).

Kontrol ve deney gruplarına ait mikrosertlik değerlerinin tanımlayıcı istatistikleri Tablo 3'te, dağılımları Resim 2'de verilmiştir. Yapılan istatistiksel karşılaştırma sonucunda gruplar arasında anlamlı farklılığa rastlanmamıştır (p>0.05).

Kontrol ve deney gruplarına ait yüzey pürüzlülüğü değerlerinin tanımlayıcı istatistikleri Tablo 4'da dağılımları Resim 3'te verilmiştir. İstatistiksel değerlendirme sonrasında gruplar arasında anlamlı farklılığa rastlanmamıştır (p>0.05).

Resim 1. Gruplara ait $\Delta E00$ değerlerinin dağılımı

Resim 2. Gruplara ait mikrosertlik değerlerinin dağılımı

Tablo 2. Gruplara ait $\Delta E00$ değerlerinin tanımlayıcı istatistikleri

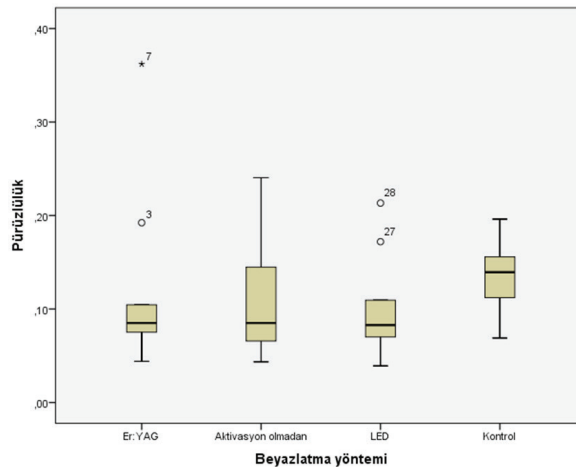
	Ortalama	Standart sapma	Standart hata	Minimum	Maksimum
Grup J	6.46	1.42	0.45	4.63	8.87
Grup LED	7.38	2.93	0.93	3.48	11.94
Grup ER:YAG	7.38	2.06	0.65	3.68	10.04

Tablo 3. Gruplara ait mikrosertlik değerlerinin tanımlayıcı istatistikleri

	Ortalama	Standart sapma	Standart hata	Minimum	Maksimum
Grup K	367.95	28.47	9.00	295.83	396.67
Grup J	381.45	20.82	6.58	352.33	408.67
Grup LED	386.18	20.78	6.57	351.67	417.83
Grup ER:YAG	389.85	26.22	8.29	344.50	431.00

Tablo 4. Gruplara ait pürüzlülük değerlerinin tanımlayıcı istatistikleri

	Ortalama	Standart sapma	Standart hata	Minimum	Maksimum
Grup K	0.13	0.04	0.01	0.07	0.20
Grup J	0.11	0.06	0.02	0.04	0.24
Grup LED	0.10	0.05	0.02	0.04	0.21
Grup ER:YAG	0.12	0.09	0.03	0.04	0.36



Resim 3. Gruplara ait pürüzlülük değerlerinin dağılımı

TARTIŞMA

Çalışmamızda renk ölçümleri spektrofotometre cihazı ile gerçekleştirilmiştir. Bu cihazın seçilmesinin nedenleri arasında kullanım ve taşınma kolaylığı ve küçük alanlarda hassas ölçüm yapılabilmesine imkan vermesi sayılabilmektedir.¹² Ayrıca spektrofotometrenin insan görme sistemine en benzeyen alternatif olduğu da bildirilmiştir.¹³

Er:YAG, Er,Cr:YSGG veya diod lazer gibi lazerlerin beyazlatma işlemine etkilerinin lazer enerjisinin ısıya dönüşmesi ile (fototermal etki) ortaya çıktığı bildirilmiştir.¹⁴ 10 °C'lik bir ısı artışı HP'nin dekompozisyon hızını 2.2 kat arttırmaktadır.¹⁵ Isı artışı ile hidroksil radikallerinin açığa çıkarken, beyazlatma ajanının penetrasyon derinliği de artmaktadır.^{15,16} Böylece uygulama süresi kısılırken tedavinin etkinliği arttığı bildirilmektedir. Ancak fazla ısı artışının minenin dehidratasyonuna ve pulpada geri dönüşümsüz değişikliklere neden olabileceği unutulmamalıdır.¹⁵ 5.5 °C'lik bir ısı artışının pulpada inflamasyona, ağrıya ve dejenerasyona neden olduğu belirtilmiştir.¹⁷

Fototermal etki sonucu hem ısı artışı hem de HP'nin penetrasyonunda artış olduğu için beyazlatma sonrası diş hassasiyetinde de artış meydana gelmektedir. Bu nedenle beyazlatma sırasında jel ile olan interaksiyonun fototermalden ziyade fotokimyasal şekilde olmasına, yani HP'nin kimyasal reaksiyonunun ışığın kendisi ile olmasına çalışılmaktadır. Beyazlatma işlemi hızlandırmak için kuartz tungsten halojen lambalar, plazma ark lambalar, LED'ler ve çeşitli dalga boylarında lazerler gibi farklı ışık kaynakları kullanılmıştır.¹ Beyazlatma işleminin yoğun ışık kaynağı ile kullanımını öneren araştırmacıların bazıları, beyazlatma jelinin içine çeşitli renklendiriciler konulmasını tavsiye etmektedirler.^{17,18} Bu sayede ışığın jel içindeki absorpsiyonunun artacağını ve pulpadaki ısı artışının azalacağını öne sürmektedirler.^{17,18} Böylece jelin ısısının artmasının yanı sıra (fototermal etki) fotodinamik reaksiyonlar gibi başka fotokimyasal reaksiyonlar da tetiklenebilmektedir.^{17,18} Fotokimyasal reaksiyonun etkinliğinde ise beyazlatma jeli içine konulan boyar madde önem arz etmektedir. Jele eklenen boyar maddelerin absorpsiyonlarının en yüksek noktalarının LED veya lazer dalga boyu emisyonuna yakın şekilde olması, olabilecek en iyi fotokimyasal reaksiyonun ortaya çıkmasını sağlamaktadır. Yani her dalga boyu tamamlayıcı rengi ile daha iyi çalışmaktadır. Buna göre yeşil ışığı en iyi tamamlayıcı rengi olan kırmızı jel absorbe etmektedir. Lazer ve LED'ler en iyi turuncu jel ile, infrared diod ise mavi jel ile çalışmaktadır.¹⁷ Çalışmamızda değerlendirilen ışık kaynakları Er:YAG lazer ve LED olduğu için beta-karoten ile renklendirilmiş bir beyazlatma jeli kullanılmıştır.

Grup Er:YAG örneklerin beyazlatma işleminde kullandığımız lazer cihazının firmasının, bu cihaz ile beraber kullanılmak üzere piyasaya sürdüğü kendi beyazlatma jeli de mevcuttur. Ancak piyasadaki farklı beyazlatma jellerinin aynı oranda HP içerse de farklı

formülasyonlara, pH'a ve katkılara (kalınlaştırıcı, forid, hassasiyet önleyici ajanlar) sahip olabilecekleri bildirilmiştir. Aynı HP oranına sahip olsalar da farklı üreticilerin farklı jellerini karşılaştırmak yöntemlerin etkinliğini değerlendirmek için uygun olmayacağı belirtilmiştir.¹⁹ Bu nedenle çalışmamızda lazer cihazı için aynı firma tarafından üretilen ve bizim kullandığımız jel ile aynı renge sahip olan beyazlatma jeli değil, diğer gruplarda da kullanılan beyazlatma jeli kullanılmıştır. Bu şekilde pH, katkı, formülasyon ve renk farklılığının neden olabileceği sapmalar ortadan kaldırılırken yöntemlerin farklılığı daha net değerlendirilebilmiştir.

CIELab ve CIEDE2000 sistemlerinin her ikisi de nesnelerin renk farklılıklarını belirlemek için geliştirilmiştir. CIEDE2000 sisteminin CIELab'a göre görsel algı ile korelasyonunun daha iyi olduğu bildirilmiştir.²⁰ Bu nedenle çalışmamızda CIEDE2000 sistemi kullanılmıştır.

Renk farklılığının gözle görülebilme eşiğinin CIEDE2000 için $\Delta E_{00} > 1.8$ olduğu bildirilmiştir.²¹ Çalışmamızda tüm gruplarda ölçülen ΔE_{00} değerleri 1.8 eşik değerinin üstündedir (Tablo 2).

Beyazlatma prosedürünü hızlandırmak için kullanılan ışık kaynakları arasında LED ışık kaynakları kolay bulunabilmeleri, düşük maliyetleri açısından avantajlıdır. Bu nedenle çalışmamızda da yaygın kullanımları nedeni ile değerlendirilmiştir. Ancak çalışmamız bulgularına göre beyazlatma jelinin LED ışık kaynağı ile aktive edilmesinin renk değişimine anlamlı bir katkısı olmadığı görülmüştür. Bu bulgu Marson ve ark.²² ile Hahn ve ark.²³ renk değişimini değerlendirdikleri in-vivo çalışmalarındaki sonuçlarla paralellik göstermektedir.

Her ne kadar çalışmamızda değerlendirilen Er:YAG lazer ışık kaynağından farklı lazerler değerlendirilmiş olsa da Sürmelioğlu ve ark.¹⁴ ve Hahn ve ark.²³ da, çalışmamızla paralellik gösterecek şekilde lazer ile aktive edilen gruplar ile hiç aktivasyon yapılmadan jel kullanılan gruplar arasında renk değişiminde anlamlı farklılık saptamamışlardır. Nguyen ve ark.⁹ ise Er:YAG lazer ile aktive edilen ve hiç aktivasyon yapılmayan %35 HP jellerinin beyazlatma etkinliklerini karşılaştırmışlar ve Er:YAG lazerin ΔE değerini anlamlı derecede arttırdığını bildirmişlerdir. Ergin ve ark.⁸, Er:YAG lazer ve LED ışık kaynağı ile beyazlatma etkinliğini değerlendirdikleri çalışmalarında, çalışmamızla paralellik gösterir şekilde renk değişimi açısından anlamlı fark bulamamışlardır. Çalışmamız bulgularına göre ise tüm gruplar arasında (Grup J, Grup LED, Grup Er:YAG) anlamlı farka rastlanmayarak sıfır hipotezi kabul edilmiştir. Literatürdeki farklı sonuçlar bildiren çalışmalarla çalışmamız bulguları arasındaki farklılığın, materyal ve metodlar arasındaki farklılıklardan kaynaklanmış olabileceğini düşünmekteyiz. Çünkü bu çalışmalarda farklı marka beyazlatma jelleri değerlendirilmiş ve karşılaştırmalarda CIEDE2000 sistemi değil, CIELab sistemi kullanılmıştır.

Her ne kadar beyazlatma işleminde morfolojik ve kimyasal değişiklikler ortaya çıkmadan beyazlatma amaçlansa da, yüzey pürüzlülüğünde ve sertlik değerinde değişimler bildirilmiştir.¹ Organik ve inorganik elementlerin oksidasyonu ile mine yapısının zayıflaması bu durumun ana nedeni olarak görülmektedir.⁶

Sertlik, karmaşık stresler de dahil olmak üzere farklı sebeplerden kaynaklı penetrasyonlara maruz kalan materyalin veya dokunun yüzeyinin kalıcı deformasyonlara karşı gösterdiği direnç olarak tanımlanmaktadır. Aşınmaya gösterilen direnç ile orantılı olduğu belirtilmektedir.²⁴ Her ne kadar mikrosertlik değerlendirmeleri yüzeyde meydana gelen değişimler ile ilgili ayrıntılı bir bilgi vermese de, deneyler sonrası demineralizasyon ve remineralizasyon da dahil yüzeyde meydana gelen değişiklikleri saptamakta kullanılmaktadır; mine yüzeyinin demineralizasyonunun belirlenmesinde faydalı bir araç olarak değerlendirilmektedir.^{25,26}

Konu ile ilgili çalışmalarda sertlik ölçümü hemen yapıldığında genellikle düşüş bildirilmiştir.¹⁰ Ancak ölçüm süresi uzadığında, yani örnekler beyazlatma sonrasında remineralize edici ajanlarda veya yapay tükürükte bekletildiğinde sertlik değerinde anlamlı değişiklik görülmemiştir.^{19,27-30} Bu durumun açıklaması olarak *in vitro* koşullarda beyazlatma ile ortaya çıkan sertlikteki azalmanın yapay tükürüğün remineralize edici etkisi ile ortadan kalktığı şeklindedir.^{19,27-30} Çalışmamızda da kontrol grubu ve deney grubu örnekleri mikrosertlik değerleri arasında anlamlı fark çıkmamıştır ve sıfır hipotezinin ilgili kısmı kabul edilmiştir. Mikrosertlik ölçümlerini beyazlatma işleminden bir hafta sonra yaptığımızı ve bu süre boyunca örneklerin yapay tükürük içerisinde tutulduğunu göz önünde bulundurduğumuzda çalışmamız sonuçları literatür ile paralellik göstermektedir. Beyazlatma sonrası sertlik değerinde bir düşüş olmuşsa bile bir hafta içerisinde yapay tükürüğün remineralize edici etkisiyle eski sertlik değerine tekrar ulaşılmış olması muhtemeldir.

Mine yüzeyinin pürüzlülüğünün artmasının basınç karşısında minenin dayanımının azalmasına, geçirgenliğin artmasına, lekelenmelere ve plak adezyonunun artmasına ve buna bağlı olarak çürük riskinin yükselmesine neden olduğu bildirilmiştir.^{31,32} Literatürde ofis tipi beyazlatma işleminin pürüzlülüğü arttırdığını^{33,34} ve arttırmadığını^{35,36} bildiren çalışmalar mevcuttur.

Sertlik ile benzer şekilde pürüzlülük değerleri için de yapılan çalışmalarda farklı sonuçlar sergilenmektedir. Literatürde Er:YAG lazer ile beyazlatma sonrasında yüzey morfolojisinde anlamlı bir değişim olmadığını belirten çalışma³⁷ mevcut olduğu gibi beyazlatma işlemi ile minenin yüzey morfolojisinin değiştiğini, ancak bu değişimin remineralize edici ajanlar kullanıldığında geri döndüğünü bildiren çalışma da vardır.²⁸ Ergin ve ark.⁸, Er:YAG lazer ve LED ışık kaynağı ile beyazlatma işlemini değerlendirdikleri çalışmalarında ışık kaynaklarının ikisinin de yüzey pürüzlülüğünü arttırdığını, ancak

kaynakların ikisi arasında anlamlı farka rastlanmadığını bildirmişlerdir.

Minenin organik ve inorganik yapısının oksidasyonu nasıl yüzey özelliklerini etkiliyorsa, HP'nin pH değeri de yüzey özelliklerini etkilemektedir. HP'nin pH değerinin 7 üzerinde olduğu durumlarda, yani alkali pH'da, reaktivitesi çok fazla arttığı için raf ömrü kısaldığı; ancak asit pH'a sahip olduğunda da hem demineralizasyonla minede hasara sebep olduğu için bir beyazlatma ajanı olarak daha az güvenilir olduğu hem de beyazlatma etkinliğinin azaldığı bildirilmiştir. HP'nin en etkili olduğu pH aralığının 9.5-10.8 olduğu ve bu nedenle HP preparatları kullanım öncesi genellikle alkalize edici bir ajanla karıştırıldığı belirtilmiştir.¹

Sa ve ark.³⁸, da benzer şekilde asidik ve nötral pH'a sahip jellerin beyazlatma etkinlikleri arasında anlamlı fark gözlememişlerdir. Sun ve ark.³⁹ da çalışmalarında asidik pH'a sahip %30 HP ve nötral pH'a sahip %30 HP'yi değerlendirmiştir. Her ne kadar renk değişimi açısından bir fark gözlenmemiş olsa da, asidik pH'a sahip HP kullanıldığında yüzey pürüzlülüğünün ve mikrosertlik değerlerinin muhtemel demineralizasyona bağlı olarak düştüğü, ancak nötral pH'a sahip HP kullanıldığında ölçümler beyazlatma işleminden hemen sonra yapılmasına rağmen anlamlı bir fark bulunmadığı bildirilmiştir.³⁹ Yani yapay tükürüğün remineralizasyon süreci gerçekleşmeden bile nötral pH'a sahip HP preparatı yüzey pürüzlülüğüne ve mikrosertlikte azalmaya neden olmamıştır. Çalışmamız bulguları bir hafta yapay tükürükte bekletilen örneklerin mikrosertlik ve pürüzlülük değerlerinde anlamlı değişiklik olmadığını göstermektedir ve sıfır hipotezini pürüzlülük ile ilgili kısmı kabul edilmektedir. Çalışmamızda kullandığımız Opalescence Boost preparatının pH değeri nötral bir değer olan 7.52 olarak bildirilmiştir.³⁸ Bu durumda bir hafta sonrasında olduğu gibi beyazlatmanın hemen sonrasında da mikrosertlik ve pürüzlülük değerlerinde değişim olmaması muhtemeldir. İleri çalışmalarda farklı periodlarda ölçümler yapılarak remineralizasyon süreci ile ilgili daha fazla bilgi edinilmesi, hastalara verilecek beyazlatma sonrası tavsiyeler için faydalı olacaktır.

Çalışmamızın *in vivo* koşulları tamamen yansıtmamasını engelleyen bazı sınırlamaları mevcuttur. Örnekler hazırlanırken mine yüzeyinin ölçümlerin yapılabilmesi için zımpara kağıdı ile düzleştirilmiş olması, bunlar arasında sayılabilir. Bu işlem ne yazık ki doğal dişlerin yüzeyinden farklı olarak minenin yüzeyindeki prizmatik tabakanın kısmen veya tamamen uzaklaştırılmasına neden olmuştur.

Çalışmamız sonuçlarına göre deney gruplarının hiçbirinde artmış yüzey pürüzlülüğü görülmemiştir. Bu durumun nedeni ölçümlerin 7 gün yapay tükürük içerisinde bekleyen örneklerin ölçüm öncesi remineralize olması olabilir. Ancak bu 7 gün içerisinde deney koşullarında, ağız içi uygulamadan farklı olarak dişler fırçalanmamıştır. Oysa beyazlatma sürecinde dişlerin fırçalanmasının yüzey pürüzlülüğünü

arttırabileceği bildirilmiştir.⁴⁰ Bu durum çalışmamızın bir diğer sınırlaması olarak değerlendirilebilir.

SONUÇ

Çalışmanın sınırlamaları dahilinde, elde edilen bulguların ışığında, klinik kullanımda beyazlatma işleminin LED ışık kaynağı veya Er:YAG lazer ile aktivasyon olmaksızın yapılması renk değişimi, mikrosertlik ve yüzey pürüzlülüğü açısından bir fark yaratmamaktadır ve daha az teçhizat ile aktivasyonsuz yapılabilir. Ancak sınırlamalar göz önünde bulundurularak, farklı beyazlatma jellerinin incelendiği ve inceleme periyodlarının daha sık ve uzun olduğu ileri çalışmaların yapılması gerekmektedir.

KAYNAKLAR

1. 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. *ScientificWorld Journal* 2015;650492.
2. M'Quillen JH. Bleaching discolored teeth. *Dental Cosmos* 1867;8:457-65.
3. Sulieman M, Addy M, Rees JS. Development and evaluation of a method *in vitro* to study the effectiveness of tooth bleaching. *J Dent* 2003;31:415-22.
4. Joiner A. The bleaching of teeth: a review of the literature. *J Dent* 2006;34:412-9.
5. De Moor RJ, Verheyen J, Verheyen P, Diachuk A, Meire MA, De Coster PJ, *et al.* Laser teeth bleaching: evaluation of eventual side effects on enamel and the pulp and the efficiency *in vitro* and *in vivo*. *ScientificWorldJournal* 2015;835405.
6. McEvoy SA. Chemical agents for removing intrinsic stains from vital teeth. II. Current techniques and their clinical application. *Quintessence Int* 1989;20:379-84.
7. Shahabi S, Assadian H, Mahmoudi Nahavandi A, Nokhbatolfoghahaie H. Comparison of Tooth Color Change After Bleaching With Conventional and Different Light-Activated Methods. *J Lasers Med Sci* 2018;9:27-31.
8. Ergin E, Ruya Yazici A, Kalender B, Usumez A, Ertan A, Gorucu J, *et al.* *In vitro* comparison of an Er:YAG laser-activated bleaching system with different light-activated bleaching systems for color change, surface roughness, and enamel bond strength. *Lasers Med Sci* 2018;33:1913-8.
9. Nguyen C, Augros C, Rocca JP, Lagori G, Fornaini C. KTP and Er:YAG laser dental bleaching comparison: a spectrophotometric, thermal and morphologic analysis. *Lasers Med Sci* 2015;30:2157-64.
10. Benetti F, Lemos CAA, de Oliveira Gallinari M, Terayama AM, Briso ALF, de Castilho Jacinto R, *et al.* Influence of different types of light on the response of the pulp tissue in dental bleaching: a systematic review. *Clin Oral Investig* 2018;22:1825-37.
11. Shannon IL. Fluoride Treatment Programs for High-caries-risk Patients. *Clin Prevent Dent* 1982;4:11-20.
12. Guan YH, Lath DL, Lilley TH, Willmot DR, Marlow I, Brook AH. The measurement of tooth whiteness by image analysis and spectrophotometry: a comparison. *J Oral Rehabil* 2005;32:7-15.
13. Joiner A, Hopkinson I, Deng Y, Westland S. A review of tooth colour and whiteness. *J Dent*. 2008;36:2-7.
14. Surmelioglu D, Yalcin ED, Orhan K. Analysis of enamel structure and mineral density after different bleaching protocols using micro-computed tomography. *Acta Odontol Scand* 2020;78:618-25.
15. Buchalla W, Attin T. External bleaching therapy with activation by heat, light or laser--a systematic review. *Dent Mater* 2007;23:586-96.
16. Gurgan S, Cakir FY, Yazici E. Different light-activated in-office bleaching systems: a clinical evaluation. *Lasers Med Sci* 2010;25:817-22.
17. Zanin F. Recent Advances in Dental Bleaching with Laser and LEDs. *Photomed Laser Surg* 2016;34:135-6.
18. Baik JW, Rueggeberg FA, Liewehr FR. Effect of light-enhanced bleaching on *in vitro* surface and intrapulpal temperature rise. *J Esthet Restor Dent* 2001;13:370-8.
19. 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;35:139-46.
20. Pérez Mdel M, Saleh A, Yebra A, Pulgar R. Study of the variation between CIELAB delta E* and CIEDE2000 color-differences of resin composites. *Dent Mater J* 2007;26:21-8.
21. Paravina RD, Ghinea R, Herrera LJ, Bona AD, Igjel C, Linninger M, *et al.* Color difference thresholds in dentistry. *J Esthet Restor Dent* 2015;27:1-9.
22. Marson FC, Sensi LG, Vieira LC, Araújo E. Clinical evaluation of in-office dental bleaching treatments with and without the use of light-activation sources. *Oper Dent* 2008;33:15-22.
23. Hahn P, Schondelmaier N, Wolkewitz M, Altenburger MJ, Polydorou O. Efficacy of tooth bleaching with and without light activation and its effect on the pulp temperature: an *in vitro* study. *Odontology* 2013;101:67-74.
24. Mair LH, Stolarski TA, Vowles RW, Lloyd CH. Wear: mechanisms, manifestations and measurement. Report of a workshop. *J Dent* 1996;24:141-8.
25. Featherstone JD, ten Cate JM, Shariati M, Arends J. Comparison of artificial caries-like lesions by quantitative microradiography and microhardness profiles. *Caries Res* 1983;17:385-91.
26. Attin T, Hannig C, Wiegand A, Attin R. Effect of bleaching on restorative materials and restorations--a systematic review. *Dent Mater* 2004;20:852-61.
27. Attin T, Schmidlin PR, Wegehaupt F, Wiegand A. Influence of study design on the impact of bleaching agents on dental enamel microhardness: a review. *Dent Mater* 2009;25:143-57.
28. Coceska E, Gjorgievska E, Coleman NJ, Gabric D, Slipper JJ, Stevanovic M, *et al.* Enamel alteration following tooth bleaching and remineralization. *J Microsc* 2016;262:232-44.
29. Parreiras SO, Vianna P, Kossatz S, Loguercio AD, Reis A. Effects of light activated in-office bleaching on permeability, microhardness, and mineral content of enamel. *Oper Dent* 2014;39:E225-30.
30. Marcondes M, Paranhos MP, Spohr AM, Mota EG, da Silva IN, Souto AA, *et al.* The influence of the Nd:YAG laser bleaching on physical and mechanical properties of the dental enamel. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater* 2009;90:388-95.
31. Markovic L, Jordan RA, Lakota N, Gaengler P. Micromorphology of enamel surface after vital tooth bleaching. *J Endod* 2007;33:607-10.
32. Attin T, Müller T, Patyk A, Lennon AM. Influence of different bleaching systems on fracture toughness and hardness of enamel. *Oper Dent* 2004;29:188-95.
33. de Vasconcelos AA, Cunha AG, Borges BC, Vitoriano Jde O, Alves-Júnior C, Machado CT, *et al.* Enamel properties after tooth bleaching with hydrogen/carbamide peroxides in association with a CPP-ACP paste. *Acta Odontol Scand* 2012;70:337-43.
34. Sasaki RT, Arcanjo AJ, Flório FM, Basting RT. Micromorphology and microhardness of enamel after treatment with home-use bleaching agents containing 10% carbamide peroxide and 7.5% hydrogen peroxide. *J Appl Oral Sci* 2009;17:611-6.
35. Mondelli RF, Azevedo JF, Francisoni PA, Ishikiriyama SK, Mondelli J. Wear and surface roughness of bovine enamel submitted to bleaching. *Eur J Esthet Dent* 2009;4:396-403.
36. Ourique SA, Arrais CA, Cassoni A, Ota-Tsuzuki C, Rodrigues JA. Effects of different concentrations of carbamide peroxide and bleaching periods on the roughness of dental ceramics. *Braz Oral Res* 2011;25:453-8.
37. Domínguez A, García JA, Costela A, Gómez C. Influence of the light source and bleaching gel on the efficacy of the tooth whitening process. *Photomed Laser Surg* 2011;29:53-9.
38. Sa Y, Chen D, Liu Y, Wen W, Xu M, Jiang T, *et al.* Effects of two in-office bleaching agents with different pH values on enamel surface structure and color: an in situ vs. *in vitro* study. *J Dent* 2012;40:e26-34.

39. Sun L, Liang S, Sa Y, Wang Z, Ma X, Jiang T, *et al.* Surface alteration of human tooth enamel subjected to acidic and neutral 30% hydrogen peroxide. *J Dent* 2011;39:686-92.
40. Worschech CC, Rodrigues JA, Martins LR, Ambrosano GM. Brushing effect of abrasive dentifrices during at-home bleaching with 10% carbamide peroxide on enamel surface roughness. *J Contemp Dent Pract* 2006;7:25-34.

Effect of different bleaching methods on the colour change and surface properties

ABSTRACT

OBJECTIVE: The aim of the current study was to investigate the effect of bleaching of 40% hydrogen peroxide without any light activation, with LED light activation or with Er:YAG laser activation on colour change, surface microhardness and surface roughness.

MATERIALS AND METHOD: Third molar teeth were used in the study. Their enamel surfaces were flattened with sandpaper up to 2200 grit after they were embedded in acrylic resin. One control and three experimental groups were evaluated. The experimental groups were the group

bleaching gel was applied without any light activation (Group J), the group bleaching gel was activated with LED light source with a wavelength of 385-515 nm and power of 3200 mW/cm² (Group LED) and the group bleaching gel was activated with Er:YAG laser in the VLP mode (1000 µs pulse time) with 50 mJ energy and 10 Hz frequency (Group Er:YAG). Colour was measured before and after bleaching and the difference (ΔE_{00}) was calculated using the CIEDE2000 formula. The microhardness of the specimens were measured after 980 g load application for 15 s and the surface roughness was measured with a contact-type profilometer after storage in artificial saliva for one week. Statistical analysis was carried out with Oneway ANOVA test.

RESULTS: In all bleaching groups, the color change was found to be above the visual detection threshold, but there was no significant difference between the groups. ($p>0.05$). There wasn't also any statistically significant difference in microhardness and surface roughness between the groups ($p>0.05$).

CONCLUSION: The surface properties of the enamel one week after bleaching didn't differ from non-bleached enamel.

KEYWORDS: Colour change; Er:YAG laser; in-office bleaching; LED; microhardness; roughness