


Farklı Beyazlatıcı Diş Macunlarının Minenin Renk Değişimi ve Yüzey Pürüzlülüğü Üzerindeki Etkilerinin *In Vitro* Olarak Değerlendirilmesi

In Vitro Evaluation of the Effect of Commercial Whitening Toothpastes on Enamel Color Change And the Surface Roughness

Ayça SARIALIOĞLU GÜNGÖR *¹ 
aycagungor83@hotmail.com

Muhammet Enes ÖRCÜN ² 
menesorcun@hotmail.com

Nazmiye DÖNMEZ ³ 
nazmiyedonmez@hotmail.com

ÖZ

Amaç: Farklı içeriklere sahip dört beyazlatıcı diş macununun sığır dişi minesinin renk değişimi ve yüzey pürüzlülüğüne etkisini değerlendirmektir.

Gereç ve Yöntemler: Çalışma, 40 adet sığır kesici dişinin mine yüzeyleri üzerinde gerçekleştirildi. Kahve solüsyonunda renklendirilmiş dişler uygulanacak diş macununa göre 5 gruba ayrıldı: Signal White Now Gold (WNG), Colgate Optic White Expert (OWE), Colgate Optic White Charcoal (OWC), Rocs Sensation Whitening (SW) ve Kontrol grubu (distile su) (n=8). Örneklerin renklendirme sonrası ve fırçalama prosedürü sonrası yüzey pürüzlülükleri profilometre (MarSurf M300C, Mahr, Gottingen, Almanya) cihazı ile, renk ölçümleri spektrofotometre (VITA Easyshade, Zahnfabrik, Almanya) cihazı ile yapıldı. Örnekler şarj edilebilir diş fırçası kullanılarak 1:3 oranında distile su + macun karışımı ile 5 dk boyunca fırçalandı. Renk analizinde CIEDE2000 renk formülasyonuna uygun olarak L*, a*, b* değerleri kaydedildi ve ΔE00 değerleri hesaplandı. Verilerin istatistiksel analizi tek yönlü ANOVA ve Post hoc Tukey testleri kullanılarak değerlendirildi (p<0.05).

Bulgular: Örneklerin renklendirme sonrası ve fırçalama sonrası ölçülen pürüzlülük değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edildi (p<0.001). En yüksek pürüzlülük değişim yüzdesi (ΔRa) WNG grubunda gözlenirken (-55.16±3.77), en düşük ΔRa OWC grubunda bulundu (-39.73±8.84). Renk değişimi değerlendirildiğinde tüm beyazlatma macunları ile kontrol grubu arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulundu (p=0.004). Diş macunları arasında ise beyazlatma etkinlikleri açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadı (p>0.05). En düşük ΔE00 Kontrol grubunda elde edilirken (2.74±0.09), en yüksek ΔE00 OWC grubunda görüldü (5.4±0.88).

Sonuç: Çalışmada kullanılan beyazlatıcı diş macunları sığır dişlerinin mine yüzey pürüzlülüklerinde azalmaya sebep olmuş ve tüm gruplarda kayda değer bir beyazlatma elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Beyazlatıcı diş macunu, Yüzey pürüzlülüğü, Renk değişimi, CIEDE2000, Mine

Geliş: 20.03.2023

Kabul: 21.04.2023

Yayın: 30.04.2023

ABSTRACT

Aim: To evaluate the effect of four whitening toothpastes on the color change and surface roughness of bovine enamel.

Material and Methods: 40 extracted bovine incisors were used. The samples stained in coffee were divided into 5 groups according to the toothpaste: Signal White Now Gold (WNG), Colgate Optic White Expert (OWE), Colgate Optic White Charcoal (OWC), Rocs Sensation Whitening (SW), and control group (distilled water)(n=8). Surface roughness of the samples after coffee staining and brushing procedure was done with a profilometer (MarSurf M300C, Gottingen, Germany), color measurements were made with a spectrophotometer (VITA Easyshade, Zahnfabrik, Germany). The samples were brushed for 5 minutes with a 1:3 mixture of distilled water+toothpaste using a rechargeable toothbrush. For color analysis, L*,a*,b* values were recorded and ΔE00 were calculated with the CIEDE2000 formulation. Statistical analysis were evaluated using one-way ANOVA and Post hoc Tukey tests (p<0.05).

Results: 40 extracted bovine incisors were used. The samples stained in coffee were divided into 5 groups according to the toothpaste: Signal White Now Gold (WNG), Colgate Optic White Expert (OWE), Colgate Optic White Charcoal (OWC), Rocs Sensation Whitening (SW), and control group (distilled water)(n=8). Surface roughness of the samples after coffee staining and brushing procedure was done with a profilometer (MarSurf M300C, Gottingen, Germany), color measurements were made with a spectrophotometer (VITA Easyshade, Zahnfabrik, Germany). The samples were brushed for 5 minutes with a 1:3 mixture of distilled water+toothpaste using a rechargeable toothbrush. For color analysis, L*,a*,b* values were recorded and ΔE00 were calculated with the CIEDE2000 formulation. Statistical analysis were evaluated using one-way ANOVA and Post hoc Tukey tests (p<0.05).

Conclusion: All the whitening toothpastes tested in the study caused a decrease in the surface roughness of bovine enamel and a remarkable whitening was obtained in all groups.

Keywords: Whitening toothpaste, Surface roughness, Color change, CIEDE2000, Enamel

Received: 20.03.2023

Accepted: 21.04.2023

Published: 30.04.2023

Atıf/ Citation: Sarialioğlu Güngör A, Örcün ME, Dönmez N. Farklı beyazlatıcı diş macunlarının minenin renk değişimi ve yüzey pürüzlülüğü üzerindeki etkilerinin in vitro olarak değerlendirilmesi. NEU Dent J. 2023;5:25-34.

* Sorumlu Yazar/Corresponding Author

- Dr. Öğr. Üyesi, İstanbul Galata Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Restoratif Diş Tedavisi AD, İstanbul, Türkiye
- Diş Hekimliği Lisans Öğrencisi, Bezmialem Vakıf Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, İstanbul, Türkiye
- Prof. Dr., Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Restoratif Diş Tedavisi AD, Bolu, Türkiye



"This article is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/). (CC BY-NC 4.0)

GİRİŞ

Günümüz diş hekimliği uygulamaları içinde diş beyazlatma tedavileri, en çok uygulanan tedavilerden biri olmuştur. Diş hekimleri tarafından kliniklerde profesyonel olarak uygulanan beyazlatma işlemlerinin yanı sıra, hastalar tarafından evde kullanılabilen beyazlatıcı diş macunları gibi ürünler de bulunmaktadır. Diş yüzeyindeki plak ve lekelerin, aşındırıcı partiküller içeren diş macunları tarafından uzaklaştırılma mekanizması son yıllarda araştırma konuları arasında yer almaktadır. Sodyum bikarbonat, alüminyum oksit, silika, hidrojen peroksit (HP), karbamit peroksit (KP) gibi farklı kimyasal maddeler içeren beyazlatıcı diş macunları dişleri beyazlatma etkisini sahiptirler. Literatürde beyazlatıcı etkiye sahip diş macunlarının, diş minesini ve restoratif materyallerin yüzeyinde değişikliklere sebep olduğu pek çok çalışma yer almaktadır.¹⁻⁴ Diş macunlarında kullanılan abrazyonlara örnek olarak; silika hidrat, kalsiyum karbonat (CaCO_3), dikalsiyum fosfat (CaHPO_4), kalsiyum pirofosfat ($\text{Ca}_2\text{O}_7\text{P}_2$), alüminyum oksit (Al_2O_3), perlit, sodyum bikarbonat (NaHCO_3) verilebilir.⁵ Aşındırma mekanizmasının etkisi; aşındırıcı partiküllerin boyutuna, şekline, sayısına, dağılımına, konsantrasyonuna⁵ ve ayrıca macunun pH'ına bağlı olarak değişmektedir.⁶ Price ve ark.⁷'ı yaptıkları çalışmada beyazlatıcı diş macunlarının ortalama pH'ının 4.22-8.35 aralığında olduğunu belirtmişlerdir. Aşındırıcıların göreceli güvenliği mine ve dentin için ayrı ayrı standardize edilmiş ve Radyoaktif Dentin Abrazyonu (RDA) ile Radyoaktif Mine Abrazyonu (REA) olarak adlandırılmıştır. Böylece diş macunlarının aşındırıcılıkları karşılaştırılabilmekte ve tüketicilerin kullanımına uygun olup olmadığı değerlendirilebilmektedir.^{8,9} Beyazlatıcı diş macunlarında temizleme etkinliğine katkıda bulunmak için yapılarına hidrojen peroksit, kalsiyum peroksit, sodyum pirofosfat, sodyum sitrat gibi çeşitli kimyasal ajanlar eklenmiştir.⁵

Dışsal renklenmeler pelikülün yapısına katılarak oluşmaktadır. Bu nedenle pelikül üzerinde etkili proteinleri parçalayan enzimler bu renklenmelerin uzaklaştırılmasında kullanılabilirler.⁵ Beyazlatma amacıyla macunların yapısına papain ve bromelain gibi enzimler eklenebilmektedir. 1960 yılında yapılan klinik bir çalışmada proteolitik enzim içeren bir diş macununun dış etkenlere bağlı oluşan renklenmeleri azalttığı ilk kez gösterilmiştir.¹⁰

Papain (c.papaya), antiinflamatuvar özellikleri olan kimyasal bir ajandır.¹¹ Papain içeren diş macunları nötre yakın pH'ya sahip olduklarından, enzim aktivitesi sonucu minede demineralizasyon gerçekleşmemektedir.¹² Ananastan elde edilen bromelain de proteolitik özellikleri olup oral mikroorganizmaların diş yüzeyine tutunmasını engelleyen bir enzimdir.¹³

Günümüzde beyazlatıcı etkileri olduğu iddiasıyla aktif karbon veya aktif kömür içerikli macunlar piyasada satılmaktadır. Aktif karbon geniş yüzey alanına sahip olup dışsal renklenmelere sebep olan pigmentleri ve lekeleri absorbe etme yeteneği sayesinde beyazlatma etkisi göstermektedir.¹⁴ Brooks ve ark.¹⁵ 50 adet aktif kömür içeren diş macununu inceledikleri çalışmalarında, üretici firmaların bu macunları tüketiciyi cezbetmek amacıyla bitkisel ve organik gibi etiketlerle piyasaya sunduklarını ortaya koymuşlardır. Yazarlar ilgili diş macunlarının etkili bir beyazlatma etkisine sahip olduklarını kanıtlayacak klinik çalışmaya literatürde rastlamamışlardır. İncelenen 50 macun içerisinde sadece 4 tanesinin florür içerdiği görülmüştür.

Literatürde aktif kömür içerikli preparatların çürük üzerindeki etkilerini gösteren farklı çalışmalar mevcuttur. Bazı preparatların çürük insidansını azalttığı sonucunu, aktif kömürün antimikrobiyal etkiye sahip olmasıyla ve tükürük akış hızını artırmasıyla açıklamışlardır.¹⁶

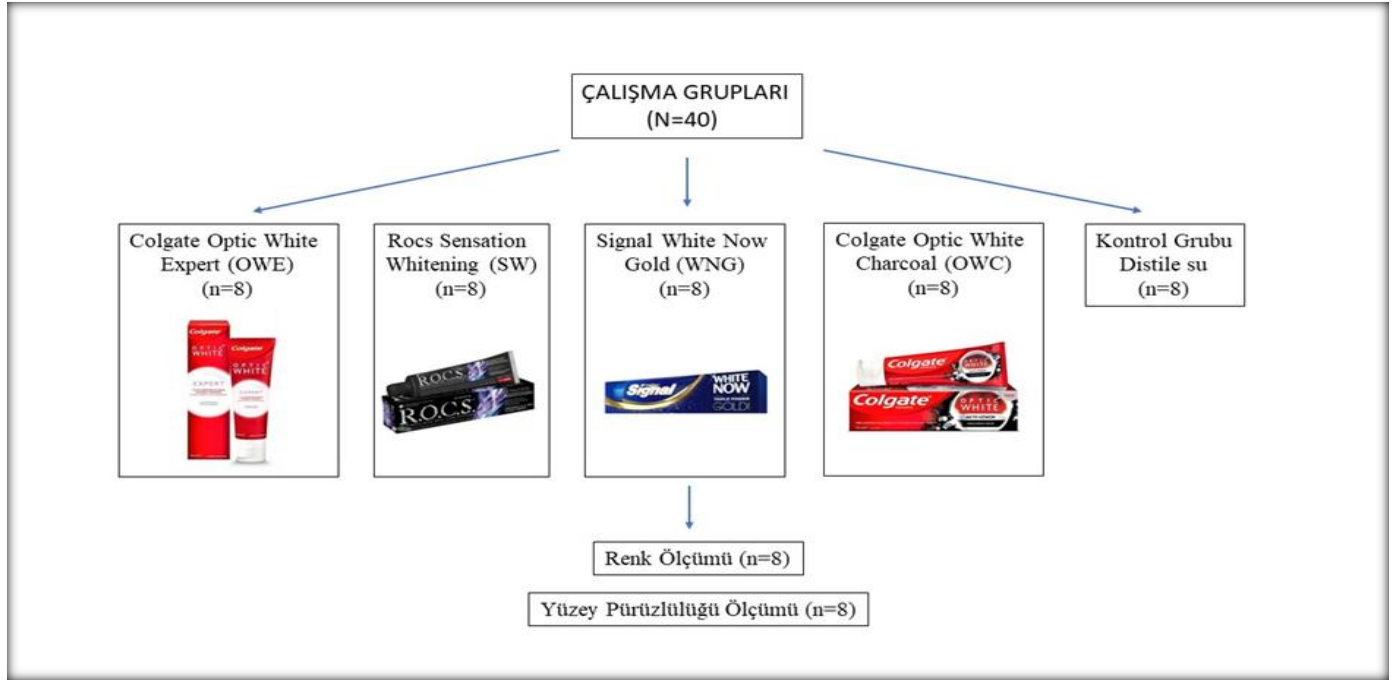
Literatürde aktif kömür, enzim, hidrojen peroksit içerikli beyazlatıcı etkiye sahip diş macunlarının diş minesinin pürüzlülüğü üzerine etkisinin araştırıldığı çalışmaya pek rastlanılmamıştır.

Bu *in vitro* çalışmanın amacı, sığır dişi minelerinin 3 farklı beyazlatıcı diş macunu ve 1 florlu diş macunu ile fırçalanması sonrası meydana gelen renk ve yüzey pürüzlülüğü değişim değerlerinin incelenmesidir.

Çalışmanın sıfır hipotezleri;

- 1) Farklı beyazlatıcı özelliklere sahip diş macunları diş minesinin yüzey pürüzlülük değerlerinde değişime neden olmazlar.
- 2) Farklı beyazlatıcı özelliklere sahip diş macunları diş minesini yüzeyinde oluşan renklenmelerin giderilmesinde etkilidirler.

Şekil 1: Çalışmada kullanılan materyallerin ve uygulanan analizlerin şematize edilmesi



Tablo 1: Çalışmada kullanılan beyazlatıcı diş macunlarının içerikleri ve lot numaraları

Beyazlatıcı Diş Macunu (Lot numarası)	Firma Adı	İçerik	Beyazlatıcı Kimyasal Ajan
Colgate Optic White Expert (030920PL 1121)	Colgate-Palmolive Company, İstanbul, Türkiye	Sodyum monoflorofosfat (1000 ppm), gliserin, kalsiyum pirofosfat, propilen glikol, peg/ppg-116/66 kopolimer, peg-12, pvp, tetrasodyum pirofosfat, sodyum lauril sülfat, silika, aroma, sodyum sakkarin, fosforik asit, hidrojen peroksit, bht, limonen	Hidrojen peroksit
Rocs Sensation Whitening (L050)	Rocs, Münih, Almanya	Sorbitol, silika, gliserin, su, ksilitol, kokamidopropil betain, aroma, ksantin sakızı, kalsiyum gliserofosfat, bromelain, magnezyum klorit, sodyum sakkarin, sodyum benzoat, titanyum dioksit	Bromelain
Signal White Now Gold (0130FCC)	Unilever, İstanbul, Türkiye	Sorbitol, su, hidrate silika, sodyum lauril sülfat, selüloz sakızı, PEG-32, sodyum sakkarin, trisodyum fosfat, pvm/ma kopolimer, sodyum florid (1450 ppm), cl 74160	cl 74160
Colgate Optic White Charcoal (240620PL 1131)	Colgate Palmolive, Polonya	Aqua, Sorbitol, Silika, PEG-12, Tetrapotasyum Pirofosfat, Sodyum Lauril Sülfat, Aroma, Potasyum Hidroksit, Selüloz sakızı, Fosforik asit, Kokamidopropil betain, Sodyum florür, Sodyum Sakkarin, Ksantan sakızı, Aktif kömür, Limonen, CI 77891.	Aktif kömür

GEREÇ VE YÖNTEMLER

Örnek sayısının belirlemek için Power analizi yapıldı (G* Power 3.1.9.4). Anlamlılık düzeyi 0.05, test gücü 0.80 ve etki büyüklüğü 0.42 olacak şekilde grup başına örnek sayısı 8 olarak belirlendi.

Diş örneklerinin Hazırlanması

Tüketim için sakrifiye edilen sığırlardan çürük, çatlak ve defekt içermeyen 40 adet keser diş elde edildi. Dişlerin üzerinde kalan doku artıkları periodontal küret ve polisaj lastiği ile uzaklaştırılıp, dişler %0,1'lik timol çözeltisinde 1 hafta bekletildi. Tüm dişler mine-sement sınırından su soğutması altında düşük devirli mikrotom (Mecatome T180 Cutting-Machine, PRESI, Fransa) kullanılarak kron ve kök olmak üzere 2 parçaya ayrıldı. Dişlerin kron kısımları bukkal yüzeyleri görünecek şekilde, 3 cm çapında teflon kalıp kullanılarak kendiliğinden sertleşen soğuk akriliğe gömüldü. Örneklerin yüzeylerinin cila işlemleri 800, 1000, 1200, 2000 grit silisyum karbür kâğıtlar (Metkon, Bursa, Türkiye) ile polisaj makinasında (Minitech 233 Polishing Machine, PRESI, Fransa) minimum doku kaybına sebep olacak şekilde yapıldı. Mine örnekleri renklendirme işlemine geçmeden önce 24 saat boyunca 20 ml 37°C distile su içerisinde bekletildi.

Örneklerin Renklendirilmesi

Distile sudan çıkarılan örnekler hava spreyi kullanılarak kurutuldu. Tüm örnekler, 20 ml çözünebilir kahve (Nescafe Classic, Nestle, Vevey, İsviçre) (30 gr kahve, 600 ml su ile filtre edildikten sonra elde edilen solüsyon) içeren solüsyonda, günde 2 dk olmak üzere 6 aylık kahve kullanımı hesaplanarak toplamda 6 saat boyunca bekletildi. 6 saatin sonunda örnekler kahve solüsyonundan çıkarıldı. Tüm örnekler kahve artıklarının giderilmesi amacıyla distile su ile yıkandı ve hava su spreyi ile kurutuldu.

Kullanılan beyazlatıcı özellikli diş macununa göre dişler 4 gruba (n=8) ayrıldı. Kontrol grubundaki dişler distile su ile fırçalandı. Fırçalama periyoduna başlamadan önce tüm dişlerin başlangıç yüzey pürüzlülüğü ve renk ölçümleri yapıldı.

Günlük ideal diş fırçalama süresinin 120 sn olduğu kabul edildiğinde, bir dişin fırçayla temas etme süresi

6 sn olmaktadır. Örneklerin her biri günde 3 kere ve her biri 6 sn olacak şekilde 6 aylık fırçalama süresi hesaplanarak fırçalandı. Diş fırçasına takılan fırça başlığının örnek yüzeyine paralel olması ve kılların tamamının örnek yüzeyine dik olarak temas etmesi sağlandı. Örnekler, fırça başlığının her bir örneğe 2N yük uyguladığı^{17,18}, bu çalışma için özel olarak hazırlanmış bir düzeneğe yerleştirildi. Çalışmada şarj edilebilir diş fırçası olarak Oral-B Genius 8000 beyaz şarjlı diş fırçası (Procter&Gamble Satış Dağıtım Ltd, İstanbul, Türkiye), fırça başlığı olarak ise Oral-B Cross Action fırça başlığı (Procter&Gamble Ltd, İstanbul, Türkiye) kullanıldı. Çalışmada dört farklı diş macunu (Colgate Optic White Expert, Rocs Sensation Whitening, Signal White Now Gold, Colgate Optic White Charcoal) ile kontrol grubu olarak distile su kullanıldı (Tablo 1, Şekil 1). Her bir grupta 8 örnek olacak şekilde tüm mine örnekleri 5 gruba ayrıldı:

Grup 1: Colgate Optic White Expert (OWE)

Grup 2: Rocs Sensation Whitening (SW)

Grup 3: Signal White Now Gold (WNG)

Grup 4: Colgate Optic White Charcoal (OWC)

Grup 5 (Kontrol): Distile su

Kontrol grubu hariç her gruptaki örnekler 4 farklı beyazlatıcı diş macunuyla 1:3 oranında hazırlanmış (EN ISO 11609:2010) diş macunu:su karışımının bulunduğu bir kaba yerleştirildi.^{19,20} Fırçalama işlemi her 1dk sonrasında fırça ucu tekrar karışım kaplarına batırıldı, fırçalama işlemine 1 örnek için toplamda 5 dk olacak şekilde devam edildi.²¹ Distile su kontrol grubu için aynı işlemler macunsuz bir şekilde fırçanın ucunun distile su dolu kaba batırılması ile gerçekleştirildi. Fırça başlıkları her 10 dk sonunda değiştirildi. Diş fırçasının pilleri 100 dk'da bir değiştirilerek güç kaybı engellendi. Her fırçalama periyodundan sonra örnekler su ile yıkandı, üzerlerinde kalan macunlardan arındırmak için ultrasonik temizleyicide 5 dk bekletildi. Fırçalama periyodundan sonra renk ve yüzey pürüzlülüğü ölçümleri tekrarlandı.

Yüzey Pürüzlülüğü Ölçümü

Mine örneklerinin yüzey pürüzlülüklerinin ölçümü masa üstü yüzey pürüzlülük ölçme cihazı (MarSurf M 300 C, Mahr, Gottingen, Almanya) kullanılarak

yapıldı. Profilometre cihazı kesme hızı 0.25 mm, okuma uzunluğu 1.25 mm ve hızı 0.05 mm/ s olacak şekilde standardize edildi. Kahve ile renklendirme sonrası ve fırçalama periyodu sonrasında her bir örnekte iğne taramalı bir uç ile üç ayrı noktadan yüzey pürüzlülüğü ölçümü yapılarak ortalamaları yüzey pürüzlülük değerleri (Ra0 ve Ra1) olarak kayıt edildi. Örneklerin renklendirme ve fırçalama işlemi sonrası yüzey pürüzlülük değerleri arasındaki farklılığın değerlendirilmesi için, farklı diş macunları (ve kontrol grubu) ile fırçalama sonrası ölçülen pürüzlülük değerlerinden (Ra1), kahve ile renklendirme sonrası ölçülen pürüzlülük değerleri (Ra0) çıkartılarak 100 ile çarpıldı. Elde edilen pürüzlülük değerleri ΔRa olarak kayıt edildi.

$$\Delta Ra = [\text{macun ile fırçalama sonrası pürüzlülük (Ra1)} - \text{kahve ile renklendirme sonrası pürüzlülük (Ra0)}] \times 100$$

Renk Ölçümü

Tüm örneklerin renk analizi kahve ile renklendirme sonrası ve farklı macunlar ile fırçalama işlemi bittikten 24 saat sonra VITA Easyshade Advance 4.0 Spektrofotometre cihazı ile gerçekleştirildi. Spektrofotometre kendi kalibrasyon aletiyle kalibre edilerek her örneğin merkezinden ölçümler yapıldı. Ölçümler sırasında her 5 örnekte cihaz yeniden kalibre edildi. Tüm renk ölçümleri, sırasında standardizasyonu sağlamak amacıyla, klinik spektrofotometre kullanılarak standart beyaz arka plana karşı D65 standart aydınlatmasına göre CIEDE2000 renk sistemi ile gerçekleştirildi. Her bir örnekten 3'er kez ölçüm yapılarak her bir ölçüm için L_0^* , a_0^* ve b_0^* ve L_1^* , a_1^* ve b_1^* değerleri kaydedildi. Elde edilen ölçümler arasındaki renk değişim miktarlarının ΔE_{00} hesaplanmasında aşağıdaki formülden yararlanıldı:²²

$$\Delta E_{00} = \left[\left(\frac{\Delta L}{k_L S_L} \right)^2 + \left(\frac{\Delta C}{k_C S_C} \right)^2 + \left(\frac{\Delta H}{k_H S_H} \right)^2 + R_T \left(\frac{\Delta C}{k_C S_C} \right) \left(\frac{\Delta H}{k_H S_H} \right) \right]^{1/2}$$

Elde edilen ΔE_{00} değerleri %50:%50 algılanabilir eşik değeri ve %50:%50 kabul edilebilir eşik değeri ile karşılaştırılarak değerlendirildi. CIEDE2000 renk sistemi için Paravina ve ark.'nın çalışmalarında belirttiği algılanabilir eşik değeri (0,81 ΔE_{00}) ve kabul edilebilir eşik değeri (1,77 ΔE_{00}) referans alındı.²²

İstatistiksel Analiz

Verilerin analizinde SPSS 14.01 paket programı kullanıldı. Verilere ilişkin tanımlayıcı istatistikler hesaplandı. Verilerin normallik değeri Saphiro Wilks testi ile belirlendi. Renk ölçümüne ait veriler (ΔE_{00} , ΔL , Δa , Δb) tek yönlü ANOVA ve Post hoc Tukey testi ile analiz edildi. Yüzey pürüzlülüğüne ait verilerin analizinde iki yönlü ANOVA testi kullanıldı. Anlamli bulunan etkileşim terimlerinin çözümlenmesi için Bonferroni düzeltmesi ile basit etkiler analizi uygulandı. Tüm istatistiksel değerlendirmelerde anlamlılık $p < 0.05$ olarak kabul edildi.

BULGULAR

Yüzey Pürüzlülüğü Bulguları

Tüm deney grupları için, kahve ile renklendirme sonrası ve farklı diş macunları ile fırçalama sonrası ölçülen ortalama pürüzlülük (Ra) değerleri ve standart sapma değerleri Tablo 2'de gösterildi.

Her bir deney grubundaki örneklerin renklendirme sonrası ve fırçalama sonrası ölçümü yapılan pürüzlülük değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edildi ($p < 0.001$). Tüm deney gruplarında örneklerin pürüzlülük değerlerinin istatistiksel olarak anlamlı şekilde azaldığı görüldü (Tablo 2).

Deney grupları arasında ΔRa değerleri açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı ($p = 0.617$) tespit edildi (Tablo 3). En yüksek pürüzlülük azalması Signal White Now Gold (WNG) grubunda gözlenirken (-55.16 ± 3.77), en düşük pürüzlülük değişim yüzdesi Colgate Optic White Charcoal (OWC) grubunda bulundu (-39.73 ± 8.84).

Tablo 2: Tüm deney grupları için, renklendirme sonrası (Ra₀) ve farklı diş macunları ile fırçalama sonrası (Ra₁) ölçülen ortalama pürüzlülük ve standart sapma değerleri

	Ra ₀	Ra ₁	p	
	Ort. ± Std. sapma	Ort. ± Std. sapma	Zaman	Grup
OWC	0.37 ± 0.06 ab, A	0.2 ± 0.03 ab, B	<0.001	0.016
WNG	0.79 ± 0.22 a, A	0.37 ± 0.09 a, B		
OWE	0.36 ± 0.05 b, A	0.16 ± 0.02 b, B		
SW	0.32 ± 0.03 b, A	0.14 ± 0.01 b, B		
Kontrol	0.44 ± 0.09 ab, A	0.23 ± 0.05 ab, B		

a,b,c: Aynı sütunda farklı küçük harflerle gösterilen pürüzlülük ortalama değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlıdır (p<0.05).

A,B: Her bir diş macunu için aynı satırda büyük harflerle gösterilen iki pürüzlülük ortalaması arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlıdır (p<0.05).

Tablo 3: Örneklerin başlangıç ve farklı diş macunları ile fırçalama sonrası ölçülen pürüzlülük değerleri arasındaki farkın (ΔRa), deney gruplarına göre istatistiksel karşılaştırma sonuçları

	ΔRa (%)	
	Ort. ± Std. Sapma	p
OWC	-17 ± 8.84	0.617
WNG	-42 ± 7.99	
OWE	-20 ± 7.77	
SW	-18 ± 3.77	
Kontrol	-21 ± 6.38	

Renk Analizi Bulguları

Tüm gruplardaki sığır dişi mine örneklerinin beyazlatıcı macunlara göre renk değişim farklılıkları (ΔL, Δa, Δb, ΔE₀₀) incelendi ve elde edilen bulguların istatistiksel bulguları ve gruplar arasındaki farklılıklar Tablo 4 ve Şekil 2'de gösterildi.

Gruplar arası karşılaştırmada; ΔL ve Δb değerleri açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmazken (p = 0.302; p = 0.113), Δa değerleri açısından tüm gruplar arasında istatistiksel açıdan anlamlı fark bulundu (p = 0,008) (Tablo 4).

Gruplar arası karşılaştırmada CIEDE 2000 formülasyonunda en yüksek renk değişimi değerleri

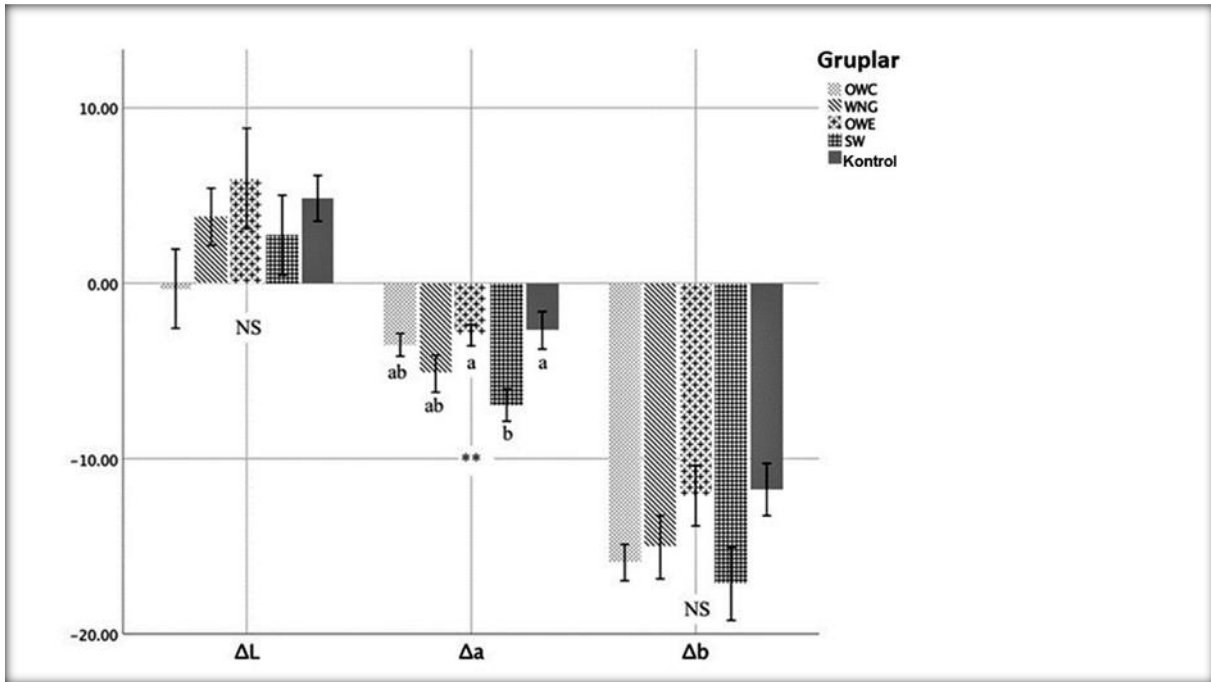
(ΔE₀₀) OWC grubunda görülürken, beyazlatıcı macunlar arasında istatistiksel açıdan anlamlı fark gözlenmedi (p>0.05). Ancak tüm beyazlatma macunları ile kontrol grubu arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulundu (p = 0.004). En düşük renk değişim değeri Kontrol grubunda izlendi (2.74 ± 0.09).

Beyazlatmaya bağlı renk değişimi değerleri (ΔE₀₀); etkili değil (≤0.8), orta etkili (>0.8, ≤1.8), iyi etkinlik (>1.8, ≤ 3.6), çok iyi etkinlik (>3.6, ≤ 5.4) ve mükemmel etkinlik (>5.4) olarak yorumlanmaktadır.²³Buna göre çalışmada kullanılan tüm diş macunlarının beyazlatıcı etkiye sahip olduğu söylenebilir (Tablo 4).

Tablo 4: Deney gruplarına ait ΔL , Δa , Δb , $\Delta E00$ değerlerinin ortalama ve standart sapmalarının gösterilmesi

	$\Delta E00$	ΔL	Δa	Δb
	<i>Ort. \pm Std. Sapma</i>			
OWC	5.4 \pm 0.88 a	-0.31 \pm 2.25	-3.51 \pm 0.65 ab	-15.92 \pm 1.04
WNG	4.85 \pm 0.76 a	3.79 \pm 1.63	-5.16 \pm 1.05 ab	-15.05 \pm 1.8
OWE	4.36 \pm 0.8 a	5.98 \pm 2.86	-2.96 \pm 0.6 a	-12.11 \pm 1.72
SW	5.01 \pm 0.73 a	2.74 \pm 2.27	-6.95 \pm 0.91 b	-17.14 \pm 2.08
Kontrol	2.74 \pm 0.09 b	4.84 \pm 1.3	-2.69 \pm 1.07 a	-11.76 \pm 1.49
p	0.004	0.302	0.008	0.113

a,b,c: Aynı sütunda farklı küçük harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlıdır ($p < 0,05$).

Şekil 2: Deney gruplarına ait ΔL , Δa , Δb değerleri

TARTIŞMA

Günümüzde kitle iletişim araçlarının da katkısıyla diş estetiğine karşı olan ilgi oldukça artmıştır.^{24,25} Hastaların beyazlatma konusunda artan taleplerini karşılamak amacıyla, üretici firmalar profesyonel beyazlatma sistemlerinin yanı sıra beyazlatıcı diş macunlarını da içeren geniş bir ürün yelpazesini hekim ve hastaların kullanımına sunmuştur.²⁶ KP ya da HP esaslı diş beyazlatma ürünleri profesyonel diş hekimleri tarafından uygulanmalıdır. Aksi halde hastalar tarafından bilinçsiz kullanımı olumsuz biyolojik reaksiyonlara yol açabilir.²⁷

Kompozit materyallerin yüzey özelliklerinin diş macunlarının farklı beyazlatıcı etki mekanizmaları, pH'ları ve RDA değerlerinden etkilendiği literatürde bildirilmiştir.^{6,28,29} Bu çalışmada Türkiye'de yaygın olarak kullanılan dört farklı beyazlatıcı mekanizmaya

sahip (kimyasal ajan, enzim, optik ajan ve aktif karbon içeren) diş macunu kullanıldı ve sığır dişi minesinin yüzey özellikleri üzerine etkileri değerlendirildi. Dört farklı beyazlatıcı diş macununun dişlerin yüzey pürüzlülüğüne etkisi değerlendirildiğinde; örneklerin renklendirme sonrası ve fırçalama sonrası ölçülen pürüzlülük değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğu tespit edildi. Tüm deney grupları için, örneklerin başlangıç pürüzlülük değerlerinin istatistiksel olarak anlamlı şekilde azaldığı gözlemlendiğinden çalışmanın 1. Hipotezi reddedildi.

Renklenmeyi önlemek ve beyazlatıcı etkiyi sağlamak adına macunların içerisine çeşitli partiküller dahil edilmiştir. Bir diş macununun renklenmeyi gidermek ve aşındırıcı etkisi arasında doğrudan bir ilişki her zaman bulunmamaktadır. Güncel çalışmalar, görece

düşük aşındırma etkisine sahip diş macunlarının, önemli derecede temizleme ve diş beyazlatma etkinliğine sahip olduklarını doğrulamaktadır.³⁰

Pürüzlü bir mine yüzeyi, pigmentlerin emilimine daha uygun bir yüzey oluşturduğundan bu yüzeylerde daha çok dışsal renklemeye rastlanmaktadır.²⁸ Palandi ve ark.³¹ aktif kömür içeren diş macunlarının diş minesinin yüzey pürüzlülüğünü artırdığını bildirmişlerdir. Bu çalışmada ise Palandi ve ark.nın bulgularına zıt olarak tüm gruplarda fırçalama sonrası ölçülen pürüzlülük değerlerinin başlangıç değerlerine göre azaldığı görüldü ve en düşük pürüzlülük değişim yüzdesi aktif kömür içeren beyazlatıcı diş macunu grubunda (OWC (-17 ± 8.84)) gözlemlendi. Diş macunları % 25'ten %60'a kadar değişen oranlarda aşındırıcı partiküller içerirler. Bu aşındırıcı partiküller mine yüzeyinde oluşan dışsal renklemelerin giderilmesinde ve yeni renklemelerin önlenmesinde önemli bir rol oynarlar.³² Bu partiküllerin bileşimi, büyüklüğü, şekli ve özellikleri diş macunlarında farklılık gösterirler ve macunun aşındırıcı gücünü büyük oranda etkilerler. Ancak literatürde, diş macununun aşındırıcı etkisinin sadece içerdiği aşındırıcı maddelerin özelliklerine bağlı olmadığını, bileşime katılan diğer maddeler aşındırma derecesini etkilediği için macunun tüm bileşimi esas alınarak incelenmesi gerektiği belirtilmiştir.^{33,34} Bu çalışmanın sonuçlarına göre deney grupları arasında ΔRa değerleri açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmamasının nedeni, çalışmada kullanılan tüm diş macunlarının aşındırıcı partikül olarak silika içermesi olabilir. Simionato ve ark.³⁵ farklı içeriklerdeki beyazlatıcı diş macunlarının sığır dişleri üzerindeki etkilerini in situ olarak değerlendirdikleri çalışmalarında, flor içeren diş macunlarının mine yüzey pürüzlülüğünde artışa sebep olduğunu belirtmişlerdir. Bu çalışmada test edilen diş macunlarının içerikleri incelendiğinde; WNG diş macununun tüm gruplar arasında en yüksek flor içeriğine sahip olduğu, OWC diş macununun ise flor içermediği görülmektedir. Çalışmada en yüksek pürüzlülük azalmasının WNG grubunda, en düşük pürüzlülük değişim yüzdesinin ise OWC grubunda bulunmasının nedeni florun remineralizasyon etkisi olarak değerlendirilebilir.

Bu çalışmada restoratif materyaller üzerinde oluşan renk değişimi değil, diş minesinin üzerinde oluşan renk değişimi incelenmiş olup gruplar arası karşıla-

tırmada CIEDE 2000 formülasyonuna göre renk değişim değerleri en yüksekte en düşüğe doğru sırasıyla; OWC >SW>WNG>OWE>Kontrol şeklindedir. Paravina ve ark.nın ΔE_{00} skorlamasına göre çalışmada kullanılan beyazlatıcı macunların beyazlatma etkinliği çok iyi (>3.6; ≤ 5.4) olarak değerlendirilebilir.²³ Bu çalışmada elde edilen ΔE_{00} değerleri 4.36 - 5.4 aralığında olduğu için çalışmada kullanılan farklı beyazlatıcı özelliklere sahip diş macunları diş minesini yüzeyinde oluşan renklemelerin giderilmesinde etkilidir denebilir. Buna göre; çalışmanın 2. Hipotezi kabul edildi.

Vaz ve ark.¹⁴ sığır kesici dişlerinde aktif kömür, mikropartiküller ve HP içeren beyazlatıcı diş macunlarının renklemesi üzerine yaptıkları çalışmada diş macunları arasında fark olmadığını bulmuşlardır. Palandi ve ark.³¹ aktif kömür tozunun normal ve beyazlatıcı diş macunları ile kombine kullanıldığında beyazlatıcı etkinliğinin artmadığını belirtmişlerdir. Bu çalışmada da literatürdeki çalışmaların^{31,36} bulgularına benzer şekilde her ne kadar beyazlatıcı macunlar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark gözlenmesine de aktif kömür içeren diş macununun en yüksek beyazlatma etkisine sahip olduğu gözlemlendi.

Aktif kömür içeren diş macunlarının beyazlatıcı etkisi, aktif kömürün renk pigmentlerine ve kromoforları yüksek adsorbsiyon kapasitesine bağlıdır. Aktif kömürün, oldukça pöröz yapıda olması ve geniş bir yüzey alanına sahip olması nedeniyle diş yüzeyini etkili bir şekilde temizleyebildiği bildirilmiştir.¹⁵

Diş macunlarındaki temel beyazlatma etkisi, aşındırıcı maddeler ile peroksit bileşikler, sürfaktanlar, polifosfatlar ve enzimler arasındaki etkileşime dayanmaktadır.³⁷⁻³⁹ Diş yüzeyindeki dışsal renklemeler, diş macunundaki aşındırıcı bileşenler ile çıkarılabilirken, iç kaynaklı renklemeler, HP veya KP ile elde edilen oksidasyon yoluyla çıkarılabilir.⁴⁰ Temel olarak beyazlatma işlemi peroksitlerin serbest radikallere dönüşmesi ile gerçekleşir. Hidrojen peroksitin bu özelliğinden yararlanmak için bazı beyazlatıcı diş macunlarının içerisine düşük konsantrasyonlarda HP eklenmiştir.⁴⁰ Literatüre göre dişlerdeki renklemeler HP ve KP ile etkili bir şekilde giderilebilmektedir.⁴¹ Bu çalışmada HP içeren diş macununun (OWE) çok iyi beyazlatma skoru ile beyazlatıcı etki gösterdiği bulundu.

Bu çalışmanın limitasyonu, incelenen diş macunlarının bağıl dentin aşındırıcılık (RDA) indeksinin değerlendirilmemiş olmasıdır. Bu bir *in vitro* çalışma olduğundan, yüzey sertliğini etkileyen diş yüzeyini doğal olarak remineralize eden tükürük faktörü de dahil olmak üzere çok sayıda etken nedeniyle ağız ortamı tamamen taklit edilemedi. Tükürüğün varlığı, beyazlatıcı diş macununun konsantrasyonunu seyrelterek diş yapısı üzerindeki etkinin azalmasına neden olabilir. Fırçalama tekniği, beslenme alışkanlıkları ve ağız hijyeni alışkanlıkları da yüzey morfolojisi değişikliklerini etkileyebilir. Beyazlatıcı diş macunlarının uzun vadeli etkileri ve bu sonuçların klinik çalışmalarda test edilmesi ileriki çalışmalarda ele alınmalıdır.

SONUÇ

Bu *in vitro* çalışmanın sınırlamaları dahilinde, dört diş macununun da kahve ile renklendirilmiş sığır diş minesinde zamanla yüzey pürüzlülüğünde azalmaya neden olduğu ve renklenmenin giderilmesinde etkili olduğu sonucuna varıldı. En yüksek yüzey pürüzlülük değişimi WNG grubunda gözlemlendi. Test edilen tüm diş macunları numunelerin renginde değişikliğe neden oldu. OWC, beyazlatıcı bir diş macunu olarak en yüksek etkinliği gösterdi. Bu sonuçlar çalışmada kullandığımız tüm beyazlatıcı diş macunlarının sığır dişlerinin mine yüzey pürüzlülüğünün azalmasına neden olduğunu ve tüm gruplarda dikkat çekici bir beyazlık elde edildiğini göstermektedir. Bu nedenle hastalara beyazlatıcı diş macunları kullanmaları önerilebilir.

Etik Kurul Onayı: Bu çalışmada tüketim için sakrifiye edilen sığır dişleri kullanıldığından etik kurul onayı alınmamıştır.

Finansal Destek: Bu çalışma için herhangi bir kurum veya kuruluşun finansal destek alınmamıştır.

Çıkar Çatışması: Bu çalışmada herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

Yazar Katkıları: Tasarım: ASG, Veri toplama veya veri girişi yapma: ASG, EÖ, Analiz ve yorum: ASG, ND, Literatür tarama: ASG, ND, Yazma: ASG, EÖ, ND.

KAYNAKLAR

- Hossain A, Okawa S, Miyakawa O. Effect of toothbrushing on titanium surface: an approach to understanding surface properties of brushed titanium. *Dent Mater.* 2006;22:346-52.
- Sharif N, MacDonald E, Hughes J, Newcombe RG, Addy M. The chemical stain removal properties of 'whitening' toothpaste products: studies in vitro. *Br Dent J.* 2000;188:620-4.

- 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;15:25-34.
- Maldupa I, Brinkmane A, Rendeniece I, Mihailova A. Evidence based toothpaste classification, according to certain characteristics of their chemical composition. *Stomatologija.* 2012;14:12-22.
- Joiner A. Whitening toothpastes: A review of literature. *J Dent.* 2010;38: 17-24.
- Turker SB, Bıskın T. Effect of three bleaching agents on the surface properties of three different esthetic restorative materials. *J Prosthet Dent.* 2003;89: 466-73.
- Price RB, Sedarous M, Hiltz GS. The pH of tooth-whitening products. *J Can Dent Assoc.* 2000;66:421-6.
- Hefferren JJ. A laboratory method for assessment of dentifrice abrasivity. *J Dent Res.* 1976;55:563-73.
- Hefferren JJ. Historical view of dentifrice functionality methods. *J Clin Dent.* 1998;9:53-6.
- Harrison JWE, Salisbury GB, Abbott DD, Packman EW. Effect of enzyme-toothpastes upon oral hygiene. *J Periodontol.* 1963;34:334-7.
- Flindt ML. Allergy to alpha-amylase and papain. *Lancet.* 1979;30:1407-8.
- Lopes MC, Mascarini RC, Ds Silva BM, Florio FM, Basting RT. Effect of a papain-based gel for chemomechanical caries removal on dentin shear bond strength. *J Dent Child (Chic).* 2007;74:93-7.
- Desser L, Holomanova D, Zavadova E, Pavelka K, Mohr T, Herbacek I. Oral therapy with proteolytic enzymes decreases excessive TGF-beta levels in human blood. *Cancer Chemother Pharmacol.* 2001;47:10-5.
- Vaz VTP, Jubilato DP, Oliveira MRM, Bortolatto JF, Flores MC, Dantas AAR, Oliveira Junior OB. Whitening toothpaste containing activated charcoal, blue covarine, hydrogen peroxide or microbeads: which one is the most effective? *J Appl Oral Sci.* 2019;14:20180051.
- Brooks JK, Bashirelahi N, Reynolds MA. Charcoal and charcoal-based dentifrices: A literature review. *J Am Dent Assoc.* 2017;148:661-70.
- Kalita C, Choudhary B, Saikia AK, Sarma PC. Caries prevalence of school-going boys and girls according to cleaning methods and soft drink-taking frequency in different localities, in and around Guwahati City. *J Indian Soc Pedod Prev Dent.* 2016;34:249-56.
- Jasse FF, De Campos EA, Lefever D, Di Bella E, Salomon JP, Krejci I, Ardu S. Influence of filler charge on gloss of composite materials before and after in vitro toothbrushing. *J Dent.* 2013;41:41-4.
- Lefever D, Krejci I, Ardu S. Laboratory evaluation of the effect of toothbrushing on surface gloss of resin composites. *Am J Dent.* 2014;27:42-6.
- O'Neill C, Kreplak L, Rueggeberg FA, Labrie D, Shimokawa CAK, Price RB. Effect of Tooth Brushing on Gloss

- Retention and Surface Roughness of Five Bulk-Fill Re-sin Composites. *J Esthet Restor Dent.* 2018;30:59-69
20. Lai G, Zhao L, Wang J, Kunzelmann KH. Surface properties and color stability of dental flowable composites influenced by simulated toothbrushing. *Dent Mater J.* 2018;37:717-24.
21. Lefever D, Perakis N, Roig M, Krejci I, Ardu S. The effect of toothbrushing on surface gloss of resin composites. *Am J Dent.* 2012;25:54-8.
22. Paravina RD, Ghinea R, Herrera LJ, Bona AD, Igiel C, Lin-ninger M, Sakai M, Takahashi H, Tashkandi E, Perez Mdel M. Color difference thresholds in dentistry. *J Esthet Restor Dent.* 2015;27:1-9.
23. Paravina RD, Pérez MM, Ghinea R. Acceptability and perceptibility thresholds in dentistry: A comprehensive review of clinical and research applications. *J Esthet Restor Dent.* 2019;31:103-12.
24. A. Khalid, C. Quinonez. Straight, white teeth as a social prerogative, *Sociol. Health Illn.* 2015;37:782-96.
25. Abbasi MS, Lal A, Das G, Salman F, Akram A, Ahmed AR, ve ark. Impact of Social Media on Aesthetic Dentistry: General Practitioners' Perspectives. *Healthcare (Basel).* 2022;10:2055.
26. Joiner A, Pickles MJ, Lynch S, Cox Wirral TF. The measurement of enamel wear by four toothpastes. *Int Dent J.* 2008;58:23-8.
27. Dahl JE, Pallesen U. Tooth bleaching—a critical review of the biological aspects, *Crit Rev Oral Biol Med.* 2003; 14:292-304.
28. Heintze SD, Forjanic M, Ohmiti K, Rousson V. Surface deterioration of dental materials after simulated toothbrushing in relation to brushing time and load. *Dent Mater.* 2010;26:306-19.
29. Patil PA, Ankola AV, Hebbal MI, Patil AC. Comparison of effectiveness of abrasive and enzymatic action of whitening toothpastes in removal of extrinsic stains – a clinical trial. *Int J Dent Hyg.* 2015;13:25-9.
30. Addy M, Shellis R. Interaction between attrition, abrasion and erosion in tooth wear. *Dental Erosion.* 2006;20:17-31.
31. Palandi SS, Kury M, Picolo MZD, Coelho CSS, Cavalli V. Effects of activated charcoal powder combined with toothpastes on enamel color change and surface properties. *J Esthet Restor Dent.* 2020;32:783-90.
32. Roselino L de M, Chinelatti MA, Alandia-Román CC, Pires-de-Souza Fde C. Effect of brushing time and dentifrice abrasiveness on color change and surface roughness of resin composites. *Braz Dent J.* 2015;26:507-13.
33. Dobler L, Hamza B, Attin T, Wegehaupt FJ. Abrasive enamel and dentin wear Resulting from brushing with toothpastes with highly discrepant relative enamel abrasivity (REA) and relative dentin abrasivity (RDA) values. *Oral Health Prev Dent.* 2023;21:41-8.
34. Svinnsseth PN, Gjerdet NR, Lie T. Abrasivity of toothpastes. An in vitro study of toothpastes marketed in Norway. *Acta Odontol Scand.* 1987;45:195-202.
35. Simionato AA, Vivanco RG, Tonani-Torrieri R, Arruda CNF, Pires-de-Souza FCP. Whitening effect of different toothpastes on bovine dental enamel: an in situ study. *Braz Dent J.* 2023;34:61-70.
36. Karaoğlanoğlu AN, Oktay S, Aybala E, Ersöz B. Determination of the whitening effect of toothpastes on human teeth. *Odovtos-Int J Dent Sc.* 2022;24:67-75.
37. Demarco FF, Meireles SS, Masotti AS. Over-the-counter whitening agents: a concise review. *Braz Oral Res.* 2009;23:64-70.
38. Tanoue N, Matsumura H, Atsuta M. Analysis of composite type and different sources of polymerization light on in vitro toothbrush/dentifrice abrasion resistance. *J Dent.* 2000;28:355-9.
39. De Menezes M, Turssi CP, Hara AT, Messias DC, Serra MC. Abrasion of eroded root dentine brushed with different toothpastes. *Clin Oral Investig.* 2004;8:151-5.
40. Karataş M, Duymuş ZY. In vitro evaluation of the efficacy of different over-the-counter products on tooth whitening. *Braz Dent J.* 2015;26:373-7.
41. Kwon SR, Wertz PW. Review of the Mechanism of Tooth Whitening. *J Esthet Restor Dent.* 2015;27:240-57.