



**DİŞ HEKİMİ KONTROLÜNDE OLMAYAN FARKLI BEYAZLATMA  
AJANLARININ MİNE YÜZEYİNDE OLUŞTURDUĞU RENK  
DEĞİŞİKLİĞİ, YÜZEY PÜRÜZLÜLÜĞÜ VE MİKROSERTLİK  
ÖLÇÜMLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ**

**Seden TÜZEL**

**DOKTORA TEZİ  
RESTORATİF DİŞ TEDAVİSİ ANABİLİM DALI**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**MART 2024**

## ETİK BEYAN

Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu,

bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

Seden TÜZEL

22/03/2024

**DİŞ HEKİMİ KONTROLÜNDE OLMAYAN FARKLI BEYAZLATMA AJANLARININ  
MİNE YÜZEYİNDE OLUŞTURDUĞU RENK DEĞİŞİKLİĞİ, YÜZEY  
PÜRÜZLÜLÜĞÜ VE MİKROSERTLİK ÖLÇÜMLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ  
(Doktora Tezi)**

Seden TÜZEL

GAZİ ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Mart 2024

**ÖZET**

Kişiler tarafından uygulanabilen farklı diş beyazlatma ürünlerinin diş minesinde meydana getirdiği renk değişimi, yüzey pürüzlülüğü ve yüzey mikrosertlik üzerine olan etkisinin *in vitro* olarak değerlendirilmesini amaçladığımız çalışmada, 150 adet çekilmiş maksiller santral kesici diş kullanıldı. Test örneklerinin başlangıç renk ölçümleri yüzey pürüzlülüğü ölçümleri, yüzey mikrosertlik ölçümleri gerçekleştirildi. Test örnekleri 14 gün boyunca kahve solüsyonu ile renklendirildi. Renklendirme sonrası renk, yüzey pürüzlülük ve yüzey mikrosertlik ölçümleri aynı koşullar altında tekrarlandı. Test örnekleri randomize 5 gruba ayrıldı: Grup (1) Beyazlatıcı ağız gargarası Crest 3D White Glamorous White (Protector Gamble, Cincinnati, Ohio, ABD); Grup (2) Beyazlatıcı kalem Colgate Optic White Overnight (Colgate-Palmolive, New York, ABD); Grup (3) Beyazlatıcı band Crest 3D Whitestrips DentalWhitening Kit Glamorous White (Protector Gamble, Cincinnati, Ohio, ABD); Grup (4) Işık ile aktive beyazlatıcı sistem Osvel Dentalight Go Mavi Işık Teknolojisi ile Diş Beyazlatma Cihazı (Buddy Dış Ticaret ve Sanayi Ltd Şti, İzmir); Grup (5) Ev tipi beyazlatıcı sistem Opalescence PF %10 Melon (Ultradent Products, Inc. South Jordan, Utah, ABD). Beyazlatıcı ürünler, üretici talimatlarına göre test örneklerine uygulandı. Beyazlatma uygulamasını takiben test örneklerinin renk, yüzey pürüzlülük ve yüzey mikrosertlik ölçümleri aynı koşullar altında gerçekleştirildi. Test örneklerinin renk ölçümleri spektrofotometre cihazı (Vita Easy Shade V, Vita Zahnfabrik, H. Rauter GmbH Co. Bad Sackingen, Almanya) ile, yüzey pürüzlülüğü ölçümleri profilometre cihazı (Surfest SJ-301, Mitutoyo®, Tokyo, Japonya) ile, yüzey mikrosertlik ölçümleri Vicker's yüzey sertlik cihazı (Shimadzu® HVM-2, Kyoto, Japonya) ile gerçekleştirildi. Çalışmada elde edilen bulguların istatistiksel analizleri IBM SPSS Statistics 22 programı kullanımı ile gerçekleştirildi. İstatistiksel analiz sonuçlarına göre, tez çalışmamızda kullanılan beyazlatıcı ürünlerden Grup (3) Beyazlatıcı band ve Grup (4) Işık ile aktive beyazlatıcı sistem klinik olarak kabul edilebilir  $\Delta E$  değeri ( $\Delta E = 3.3$ ) eşliğinin üstünde bir renk değişikliği, Grup (5) Ev tipi beyazlatıcı sistemde ise klinik olarak kabul edilebilir  $\Delta E$  değeri ( $\Delta E = 3.3$ ) eşliğinin çok üstünde bir renk değişikliği elde edildi. Grupların tümünde, başlangıç, renklendirme sonrası ve beyazlatma sonrası yüzey pürüzlülük değerlerinde görülen değişimler istatistiksel anlamlı saptandı. Grupların tümünde, başlangıç, renklendirme sonrası ve beyazlatma sonrası, yüzey mikrosertlik değerlerinde görülen değişimler istatistiksel anlamlı farklılık sergiledi. Grup (5)'in beyazlatma sonrası yüzey mikrosertlik ortalaması, Grup (1), Grup (2), Grup (3) ve Grup (4)'ten anlamlı derecede düşük tespit edildi. Çalışmamızda kullanılan beyazlatıcı ürünlerin hepsi, yüzey pürüzlülük değerinde artma ve yüzey mikrosertlik değerlerinde azalmaya neden oldu, en etkili beyazlatma ev tipi beyazlatma uygulaması ile elde edildi.

Bilim Kodu : 1015  
Anahtar Kelimeler : Over-the-Counter, Hidrojen peroksit, Karbamid peroksit, Pürüzlülük, Mikrosertlik  
Sayfa Adedi : 139  
Danışman : Prof. Dr. Mine Betül ÜÇTAŞLI

EVALUATION OF DISCOLORATION, SURFACE ROUGHNESS AND  
MICROHARDNESS OF OVER-THE-COUNTER BLEACHING AGENTS ON  
ENAMEL

(Ph.D. Thesis)

Seden TÜZEL

GAZİ UNIVERSITY  
GRADUATE SCHOOL OF HEALTH SCIENCES

March 2024

ABSTRACT

The *in vitro* study aimed to evaluate the effect of over-the-counter tooth whitening products on tooth enamel color change, surface roughness, and microhardness. 150 maxillary central incisors were used. The initial color measurements of tested specimens were performed using a spectrophotometer, surface roughness measurements using a surface profilometer, and surface microhardness measurements using a Vickers surface hardness device. Test specimens were discolored with a coffee solution for 15 days, and after the discoloration procedure, the color change, surface roughness, and surface microhardness measurements were performed again. Then, the tested specimens were randomly divided into 5 groups: Group(1) Whitening mouthwash Crest 3D White Glamorous White (Protector Gamble, Cincinnati, Ohio, USA); Group (2) Whitening pen Colgate Optic White Overnight (Colgate-Palmolive, New York, USA); Group (3) Whitening strips Crest 3D Whitestrips Dental Whitening Kit Glamorous White (Protector Gamble, Cincinnati, Ohio, USA); Group(4) Light-activated whitening Osveld Dentalight Go Teeth Whitening System with Blue Light Technology (Buddy Foreign Trade and Industry, Izmir); Group (5) Home whitening Opalescence PF %10 Melon (Ultradent Products, Inc. South Jordan, Utah, USA). All whitening systems were applied according to the manufacturer's instructions. After the whitening procedure, the color change, surface roughness, and surface microhardness measurements were performed again. The color measurements of tested specimens were performed using a spectrophotometer (Vita Easy Shade V, Vita Zahnfabrik, H. Rauter GmbH Co. Bad Sackingen, Germany), surface roughness measurements using a surface profilometer (Surfest SJ-301, Mitutoyo®, Tokyo, Japan), and surface microhardness measurements using a Vickers surface hardness device (Shimadzu® HMV-2, Kyoto, Japan). Obtained data were statistically analyzed using the IBM SPSS Statistics 22 program. Group (3) whitening strip, Group (4) light-activated whitening system, and Group (5) home whitening system showed a color change above the threshold of clinically acceptable  $\Delta E$  values ( $\Delta E = 3.3$ ). All groups showed statistically significant differences in surface roughness values at the beginning, after discoloration, and after whitening procedures. Comparing the surface microhardness values of the beginning, after discoloration, and after whitening procedures showed statistically significant differences. The average microhardness values of Group (5) after the whitening procedure was lower than all the other groups after the whitening procedures. All whitening products used in the study caused an increase in surface roughness and a decrease in surface microhardness values. The most effective color change was observed in the home whitening group.

Science Code : 1015  
Key Words : Over-the-Counter, Hydrogen peroxide, Carbamide peroxide, Roughness,  
Micro hardness  
Page Number : 139  
Supervisor : Prof. Dr. Mine Betül ÜÇTAŞLI

## TEŞEKKÜR

Doktora eğitimim süresince bilgi ve tecrübelerini paylaşan, sevgi ve sabrı ile beni yönlendiren, güler yüzü ile yolumu aydınlatan, değerli danışman hocam Prof. Dr. Mine Betül ÜÇTAŞLI'ya,

Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Restoratif Diş Tedavisi Anabilim Dalı öğretim üyeleri Prof. Dr. Oya BALA, Prof. Dr. Hacer Deniz ARISU, Prof. Dr. Suat ÖZCAN, Doç. Dr. Cemile KEDİCİ ALP, Doç. Dr. Sinem AKGÜL, Doç. Dr. Hanife ALTINIŞIK'a,

İlk danışmanım olan ve tez konumun oluşmasında bana fikirleri ile yol gösteren, değerli hocam Prof. Dr. Hülya ERTEN'e,

Doktora eğitimim boyunca yolumun kesiştiği, dostluklarını her zaman hissettiğim, yardımlarını benden esirgemeyen Dr. Öğr. Üyesi Ceyda SARI, Uzm. Dt. Rumeysa ESER, Uzm. Dt. Evrim KAYA, Dr. Dt. İlke TORBALI ÇOKKEÇECİ ve tüm asistan arkadaşlarıma,

Her zaman yanımda olan ve desteklerini daima hissettiğim sevgili annem Bediha KONUK, babam Zekeriya KONUK, ablam Senem KAYA, abim Hakan KAYA'ya,

Doğdukları andan itibaren hayatımı güzelleştiren, canım oğlum Yavuz Selim TÜZEL ve canım kızım Nil TÜZEL'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

## İÇİNDEKİLER

|                                                              | <b>Sayfa</b> |
|--------------------------------------------------------------|--------------|
| ÖZET .....                                                   | iv           |
| ABSTRACT.....                                                | v            |
| TEŞEKKÜR.....                                                | vi           |
| İÇİNDEKİLER .....                                            | vii          |
| ÇİZELGELERİN LİSTESİ.....                                    | x            |
| ŞEKİLLERİN LİSTESİ.....                                      | xi           |
| RESİMLERİN LİSTESİ .....                                     | xii          |
| SİMGELER VE KISALTMALAR.....                                 | xiii         |
| 1. GİRİŞ.....                                                | 1            |
| 2. GENEL BİLGİLER .....                                      | 5            |
| 2.1. Dış Renklenmeleri .....                                 | 5            |
| 2.1.1. Dış kaynaklı (eksternal) renklenmeler .....           | 5            |
| 2.1.2. İç kaynaklı (internal) renklenmeler .....             | 6            |
| 2.2. Dişlerde Görülen Renk Değişikliklerinin Tedavisi .....  | 10           |
| 2.2.1. Makro abrazyon.....                                   | 10           |
| 2.2.2. Mikro abrazyon .....                                  | 10           |
| 2.2.3. Rezin infiltrasyon tekniği .....                      | 11           |
| 2.2.4. Dış beyazlatma tedavileri .....                       | 11           |
| 2.3. Renk Algısı ve Renk Sistemleri.....                     | 34           |
| 2.3.1. Munsell renk sistemi .....                            | 35           |
| 2.3.2. CIEL*a*b* renk sistemi.....                           | 36           |
| 2.4. Diş Hekimliğinde Kullanılan Renk Ölçüm Yöntemleri ..... | 37           |
| 2.4.1. Geleneksel renk ölçüm yöntemleri.....                 | 38           |
| 2.4.2. Dijital renk ölçüm yöntemleri .....                   | 38           |

|                                                                 | <b>Sayfa</b> |
|-----------------------------------------------------------------|--------------|
| 2.5. Yüzey Pürüzlülük Ölçüm Yöntemleri .....                    | 41           |
| 2.5.1. Mekanik profilometre .....                               | 41           |
| 2.5.2. Optik profilometre .....                                 | 42           |
| 2.5.3. Taramalı elektron mikroskobu (SEM) .....                 | 42           |
| 2.5.4. Atomik kuvvet mikroskobu (AFM) .....                     | 42           |
| 2.6. Yüzey Sertlik Ölçüm Yöntemleri .....                       | 43           |
| 2.6.1. Brinell sertlik ölçüm yöntemi.....                       | 44           |
| 2.6.2. Rockwell sertlik ölçüm yöntemi .....                     | 45           |
| 2.6.3. Shore sertlik ölçüm yöntemi .....                        | 45           |
| 2.6.4. Mohs sertlik ölçüm yöntemi.....                          | 45           |
| 2.6.5. Barcol sertlik ölçüm yöntemi .....                       | 46           |
| 2.6.6. Knoop sertlik ölçüm yöntemi.....                         | 46           |
| 2.6.7. Vicker's sertlik ölçüm yöntemi .....                     | 47           |
| 3. GEREÇ VE YÖNTEM.....                                         | 49           |
| 3.1. Gereç.....                                                 | 49           |
| 3.1.1. Dişler .....                                             | 49           |
| 3.1.2. Çalışmada kullanılan beyazlatıcı materyaller.....        | 50           |
| 3.1.3. Çalışmada kullanılan yapay tükürük .....                 | 51           |
| 3.1.4. Renklendirme işlemi için kullanılan kahve solüsyonu..... | 52           |
| 3.1.5. Spektrofotometre .....                                   | 52           |
| 3.1.6. Profilometre.....                                        | 53           |
| 3.1.7. Vicker's sertlik ölçüm cihazı.....                       | 54           |
| 3.2. Yöntem.....                                                | 55           |
| 3.2.1. Dişlerin hazırlanması.....                               | 55           |
| 3.2.2. Başlangıç ölçümlerinin yapılması .....                   | 56           |
| 3.2.3. Renklendirme işleminin yapılması .....                   | 58           |

|                                                                    | <b>Sayfa</b> |
|--------------------------------------------------------------------|--------------|
| 3.2.4. Renklendirme sonrası ölçümlerin yapılması .....             | 58           |
| 3.2.5. Diş beyazlatma tedavilerinin uygulanması.....               | 59           |
| 3.2.6. Beyazlatma tedavileri sonrasında ölçümlerin yapılması ..... | 64           |
| <b>4. BULGULAR .....</b>                                           | <b>65</b>    |
| 4.1. Renk Değişimi ile İlgili Bulgular.....                        | 65           |
| 4.2. Yüzey Pürüzlülüğü ile İlgili Bulgular.....                    | 70           |
| 4.3. Yüzey Mikrosertliği ile İlgili Bulgular .....                 | 74           |
| <b>5. TARTIŞMA .....</b>                                           | <b>79</b>    |
| <b>6. SONUÇ VE ÖNERİLER .....</b>                                  | <b>111</b>   |
| <b>KAYNAKLAR .....</b>                                             | <b>113</b>   |
| <b>EKLER.....</b>                                                  | <b>133</b>   |
| EK-1. Etik Kurul İzni.....                                         | 134          |
| <b>ÖZGEÇMİŞ .....</b>                                              | <b>138</b>   |

## ÇİZELGELERİN LİSTESİ

| Çizelge                                                                                                  | Sayfa |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| Çizelge 2.1. Dışsal renklenmelerin sınıflandırılması.....                                                | 6     |
| Çizelge 3.1. Kullanılan beyazlatıcı materyallerin içeriği.....                                           | 51    |
| Çizelge 3.2. Yapay tükürüğün bileşenleri.....                                                            | 51    |
| Çizelge 3.3. Kullanılan diş beyazlatıcı sistemler .....                                                  | 59    |
| Çizelge 4.1. Grup içi ve gruplar arası renk değerlendirilmesi .....                                      | 65    |
| Çizelge 4.2. Gruplar arası post hoc değerlendirmeler.....                                                | 65    |
| Çizelge 4.3. Grup içi post hoc değerlendirmeler .....                                                    | 66    |
| Çizelge 4.4. Grupların başlangıç, renklendirme sonrası, beyazlatma sonrası ‘a’ değeri ortalamaları ..... | 69    |
| Çizelge 4.5. Grupların başlangıç, renklendirme sonrası, beyazlatma sonrası ‘b’ değeri ortalamaları ..... | 70    |
| Çizelge 4.6. Grupların başlangıç, renklendirme sonrası, beyazlatma sonrası ‘L’ değeri ortalamaları ..... | 70    |
| Çizelge 4.7. Grup içi ve gruplar arası yüzey pürüzlülük değerlendirmesi .....                            | 70    |
| Çizelge 4.8. Gruplar arası post hoc değerlendirmeler .....                                               | 71    |
| Çizelge 4.9. Grup içi post hoc değerlendirmeler.....                                                     | 71    |
| Çizelge 4.10. Grup içi ve gruplar arası yüzey mikrosertlik değerlendirmesi.....                          | 74    |
| Çizelge 4.11. Gruplar arası post hoc değerlendirmeler .....                                              | 74    |
| Çizelge 4.12. Grup içi post hoc değerlendirmeler.....                                                    | 74    |

## ŞEKİLLERİN LİSTESİ

| Şekil                                                                        | Sayfa |
|------------------------------------------------------------------------------|-------|
| Şekil 2.1. Munsell renk sistemi .....                                        | 35    |
| Şekil 2.2. CIE L* a* b* renk sistemi.....                                    | 37    |
| Şekil 4.1. Grup içi ve gruplar arası renk değerlendirmesi.....               | 68    |
| Şekil 4.2. Grup içi ve gruplar arası yüzey pürüzlülük değerlendirmesi .....  | 71    |
| Şekil 4.3. Grup içi ve gruplar arası yüzey mikrosertlik değerlendirmesi..... | 75    |

## RESİMLERİN LİSTESİ

| Resim                                                                              | Sayfa |
|------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| Resim 3.1. Zımpara cihazı .....                                                    | 50    |
| Resim 3.2. Kahve solüsyonu .....                                                   | 52    |
| Resim 3.3. Spektrofotometre .....                                                  | 53    |
| Resim 3.4. Profilometre cihazı.....                                                | 54    |
| Resim 3.5. Sertlik cihazı .....                                                    | 54    |
| Resim 3.6. Test örneklerinin spektrofotometre ile renk ölçümü .....                | 56    |
| Resim 3.7. Test örneklerinin profilometre cihazı ile yüzey pürüzlülük ölçümü ..... | 57    |
| Resim 3.8. Test örneklerinin sertlik cihazı ile yüzey mikrosertlik ölçümü .....    | 58    |
| Resim 3.9. Beyazlatıcı gargara .....                                               | 60    |
| Resim 3.10. Beyazlatıcı kalem.....                                                 | 61    |
| Resim 3.11. Beyazlatıcı band.....                                                  | 62    |
| Resim 3.12. Işık ile aktive beyazlatıcı sistem .....                               | 62    |
| Resim 3.13. Bireysel plaklar .....                                                 | 63    |
| Resim 3.14. Ev tipi beyazlatıcı sistem .....                                       | 64    |

## SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış simgeler ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

| <b>Simgeler</b>                               | <b>Açıklamalar</b>         |
|-----------------------------------------------|----------------------------|
| %                                             | Yüzde                      |
| $\geq$                                        | Büyük eşit                 |
| °                                             | Derece                     |
| °C                                            | Derece santigrat           |
| CaCl                                          | Kalsiyum klorür            |
| CH <sub>4</sub> N <sub>2</sub> O              | Üre                        |
| CH <sub>6</sub> N <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | Karbamid Peroksit          |
| dk                                            | Dakika                     |
| gr                                            | Gram                       |
| H                                             | Hidrojen                   |
| H <sub>2</sub> O                              | Su                         |
| H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>                 | Hidrojen Peroksit          |
| HO <sub>2</sub>                               | Perhidroksil               |
| KCl                                           | Potasyum klorür            |
| kg                                            | Kilogram                   |
| kgf                                           | Kilogram kuvvet            |
| KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>               | Potasyum dihidrojen fosfat |
| l                                             | Litre                      |
| mg                                            | Miligram                   |
| MgCl <sub>2</sub>                             | Magnezyum klorür           |
| mM                                            | Mikromol                   |
| mm                                            | Milimetre                  |
| mm <sup>2</sup>                               | Milimetre kare             |
| mN                                            | Milnewton                  |
| MPa                                           | Mega Paskal                |
| N                                             | Newton                     |
| NaOH                                          | Sodyum hidroksit           |

**Simgeler****Açıklamalar**

|                       |               |
|-----------------------|---------------|
| <b>nm<sup>2</sup></b> | Nanometrekare |
| <b>-OH</b>            | Hidroksil     |
| <b>sn</b>             | Saniye        |
| <b>μ</b>              | Mikron        |
| <b>μm</b>             | Mikrometre    |

**Kısaltmalar****Açıklamalar**

|              |                                                                                    |
|--------------|------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>ABD</b>   | Amerika Birleşik Devletleri                                                        |
| <b>ADA</b>   | Amerikan Diş Hekimleri Birliği                                                     |
| <b>AFM</b>   | Atomik kuvvet mikroskobu                                                           |
| <b>ANOVA</b> | Varyans analizi                                                                    |
| <b>BHN</b>   | Brinell sertlik numarası                                                           |
| <b>CIE</b>   | Commission Internationale de l'Eclairage                                           |
| <b>DNA</b>   | Deoksiribo Nükleik Asit                                                            |
| <b>EDS</b>   | X-ışını spektroskopisi                                                             |
| <b>FDA</b>   | Amerikan Gıda ve İlaç Dairesi                                                      |
| <b>GPX</b>   | Glutatyon peroksidaz                                                               |
| <b>HP</b>    | Hidrojen peroksit                                                                  |
| <b>KHN</b>   | Knoop sertlik numarası                                                             |
| <b>KP</b>    | Karbamid peroksit                                                                  |
| <b>LED</b>   | Işık yayan diyot                                                                   |
| <b>n</b>     | Örneklem sayısı                                                                    |
| <b>OTC</b>   | Diş Hekimi kontrolünde olmayan reçetesiz ürünler<br>(Over-the-Counter=Tezgah üstü) |
| <b>PAP</b>   | Fitalomidoperoksikaproik asit                                                      |
| <b>pH</b>    | Asidite katsayısı                                                                  |
| <b>PVC</b>   | Polivinilklorür                                                                    |
| <b>SEM</b>   | Taramalı elektron mikroskop                                                        |
| <b>TNF-β</b> | Tümör nekroz faktörü-β                                                             |
| <b>VHN</b>   | Vicker's sertlik numarası                                                          |

## 1. GİRİŞ

Estetik, güzelliği inceleyen felsefe dalıdır. Güzel olarak tanımlanan varlıkları, hangi normlara ve standartlara göre değerlendirdiğimizi inceler. Bir başka deyişle estetik, sanatsal yaratıcılığın, sanatta ve yaşamda güzel ve güzellik denen kavramın bilimi, güzeli araştıran bilim dalı olarak da tanımlanır.

Kişilerin fiziksel görünümüne verdikleri önemin artması ve genellikle güzel bir gülümsemenin sağlık ve güzellik ile ilişkilendirilmesi, diş hekimliği pratiğinde estetik uygulamaların popüleritesini arttırdı (Bruhn, Darby, McCombs ve Lynch, 2012; Samorodnitzky-Naveh, Geiger ve Levin, 2007). İnsanlar yaşlanırken, yaşlanmanın fiziksel görünüm üzerindeki olumsuz etkilerine karşı koyabilmek için estetik girişimlere daha fazla kaynak ayırır. Estetik diş hekimliği, bu akımdan muaf değildir. Gülümseme, güzellik kavramında baş rolü oynar ve gülümseme estetiği toplum tarafından oldukça talep görür. Dental estetik söz konusu olduğunda, gülümseme estetiğini etkileyen pek çok faktör vardır. Bunlar, diş çürüğü gibi patolojik oluşumların yanı sıra, dişlerde görülen şekil ve boyut anomalileri, travma, periodontal hastalık, gelişimsel anomalilere bağlı eksik diş varlığı ve diş renklenmeleridir. Bu faktörlerin hepsi, gülümseme estetiğini olumsuz yönde etkiler (Grillon, Di Bella, Krejci ve Ardu, 2023).

Hastaların estetik kaygılarının giderilmesi için rezin kompozit restorasyon, mekanik abrazyon, seramik vener, kron restorasyonları, diş beyazlatma uygulamaları tedavi seçenekleridir. Diş beyazlatma tedavisi, renklenmiş dişlere kimyasal ajan uygulanması ile mine ve derin dentin dokusunda organik pigmentlerin okside edilmesiyle diş renginin açılmasıdır. Günümüzde, hastaların daha güzel görünmeye yönelik kaygılarının artmasıyla, diş beyazlatma tedavi uygulamalarına talep arttı. 1990'lı yıllardan günümüze kadar kullanılan diş beyazlatma materyallerinin gelişimi ile diş beyazlatma tedavi işlemleri daha sık uygulanmaya başladı (Tüzel ve Can, 2022).

Diş hekimliği uygulamalarında, estetik amaçlara yönelik tedavi işlemleri 1800'lü yıllara kadar iner (Kwon, 2010). 1864'te Truman ilk defa devital dişlerin beyazlatılması üzerine bir araştırma gerçekleştirdi. 1884'te Harlan, 'hidrojen dioksit' olarak tanımlandığı hidrojen peroksiti beyazlatma tedavisinde kullandı (Tüzel ve Can, 2022).

Dişlerde görülen renklenmelerin sınıflandırması eksternal (dışsal) veya internal (içsel) kaynaklıdır (Zantner, Derdilopoulou, Martus ve Kielbassa, 2006). Ayrıca 'lekenin içselleştirilmesi' olarak tanımlanan üçüncü sınıflama, dişin dış yapısında bulunan lekenin, çürük, kırık, çatlak, travma, sızdıran restoratif marjin gibi nedenlerle, dişin iç yapısına girdiği klinik durumu ifade eder (Sulieman, 2008).

Diş beyazlatma tedavi işlemleri, vital ve devital dişlerde, hastanın ihtiyaçları ve mevcut renklenmenin tipi göz önüne alınarak farklı tekniklerle uygulanır. Vital dişler için uygulanan tedavi çeşitleri; klinikte uygulanan beyazlatma yöntemleri (ofis bleaching, power bleaching), diş hekimi denetiminde hastanın evde uyguladığı yöntemler (nightguard vital bleaching, home bleaching) ve diş hekimi denetimi olmadan hastanın kendisinin evde uyguladığı yöntemler (OTC =Over-the-Counter) olarak sınıflandırılır. OTC ürünler, 2000'li yılların başında, diş hekimi kontrolünde uygulanan tedavilere göre daha düşük maliyetle diş renginin beyazlatılması için alternatif olarak Amerika Birleşik Devletlerinde (ABD) kullanıma sunuldu (Demarco, Meireles ve Masotti, 2009). Günümüzde, düşük karbamid peroksit veya hidrojen peroksit seviyelerine sahip jel, gargara, sakız, diş macunu, beyazlatıcı band, kalem veya paint-on jeller piyasada bulunur (Hasson, Ismail ve Neiva, 2006). Tüketiciler, OTC ürünleri, eczane, süpermarket ve internet üzerinden temin eder (Auschill, Hellwig, Schmidale, Sculean ve Arweiler, 2005).

Diş beyazlatma işlemi sırasında meydana gelen reaksiyon sonucunda, minenin organik matriksi etkilenir ve yüzey morfolojisinde değişiklikler oluşur (Attin, Schmidlin, Wegehaupt ve Wiegand, 2009; Berger ve diğerleri, 2014). Diş yüzeyinde meydana gelen değişikliklerin değerlendirilmesi için çeşitli *in vitro* ve *in vivo* çalışmalar yapıldı. Diş beyazlatıcı ajanların, içeriklerinde bulunan oksitleyici materyaller, kalsiyum, fosfat ve florür gibi mine dokusunun önemli bileşenlerinin konsantrasyonlarını azaltarak, minenin kimyasal bileşimini değiştirir (de Abreu, Sasaki, Amaral, Florio ve Basting, 2011; Sasaki, Flório ve Basting, 2009). Diş beyazlatma işlemi sonrasında, minenin yüzey mikrosertlik değerinin azalması, mine prizmalarının morfolojisini değiştiren mineral kaybıyla ilişkili olabilir (Khoroushi, Shirban, Kaveh ve Doustfateme, 2016). Diş beyazlatma tedavilerinden sonra, minenin yapısında meydana gelen değişiklikler bazı araştırmacılar tarafından önemsiz, diğer araştırmacılar tarafından ise önemli bulundu. Dolayısıyla, ev tipi veya ofis tipi beyazlatmanın etkinliği ve bu tedavilerin diş dokuları üzerinde meydana getirdikleri etkiler konusunda fikir birliği yoktur (Berga Caballero, Forner Navarro, ve Amengual Lorenzo, 2006). Peroksit içerikli,

diş beyazlatma materyalleri, minenin yüzey pürüzlülüğünde artışa ve mikrosertliğinde azalmaya neden olur. Yüzey pürüzlülüğü kritik değere ulaşp bu değeri aştığında, diş yüzeyinde plak retansiyonu artacağından, diş eti problemleri, diş çürüğü ve beyazlatma ile elde edilen rengin tekrar geri dönmesi gibi çeşitli problemler ortaya çıkar. Yüzey sertliğindeki azalmanın, dişin kuvvetlere karşı direncini daha azaltacağı ve çizilme, aşınma gibi sorunları beraberinde getireceğı bilinmelidir.

Tez çalışmamızda, hastalar tarafından uygulanabilen, farklı tipte diş beyazlatma ürünlerinin, diş mine yüzeyinde meydana getirdiğı renk değişimi, yüzey pürüzlülüğü ve yüzey mikrosertliği üzerine olan etkisinin *in vitro* olarak değerlendirilmesi amaçlandı.



## 2. GENEL BİLGİLER

### 2.1. Diş Renklenmeleri

Fizyolojik veya patolojik etkenlerle, dişin normal renginin değişerek, farklı diş renginin oluşması ‘diş renklenmesi’ olarak tanımlanır. Renklenmeler, dişin hangi bölgesinde görüldüğü ve etiyojisine göre çeşitli alt gruplara ayrılan multifaktöriyel olaydır (Tüzel ve Can, 2022). Beyazlatma tedavisinin başarılı bir şekilde sonuçlanabilmesi için öncelikle diş renklenmesinin nedeninin belirlenmesi gerekir (Dahl ve Pallesen, 2003). Dişlerde görülen renklenmelerin bazıları tek bir nedenle oluşurken bazı durumlarda bir dişte birden fazla etmenle diş renklenmesi oluşabilir (Tüzel ve Can, 2022). Diş renklenmeleri dışsal (eksternal) veya içsel (internal) olabilir (Zantner ve diğerleri, 2006). Dışsal renklenme, dış kromojenler yüzeyde veya pelikül tabakasında depolandığında oluşur. İçsel renklenme, kromojenler dişin yüzeyinde değil içinde sıklıkla dentinde ve sistemik kökenli olduğunda meydana gelir (Watts ve Addy, 2001). Üçüncü bir renklenme tipi olan ‘lekenin içselleştirilmesi’ sınıfı, diş dış yüzeyinde bulunan lekenin kırık, çürük, çatlak, travma, sızdıran restoratif marjin gibi nedenlerle, dişin iç yapısına girdiği durumları içeren, son yıllarda tanımlanan kategoridir (Tüzel ve Can, 2022).

#### 2.1.1. Dış kaynaklı (eksternal) renklenmeler

Dış kaynaklı renklenmeler, Nathoo tarafından oluşma biçimine göre sınıflara ayrılır. N1 tip renklenme (Direkt diş renklenmesi), renkli madde (kromojen) dişe bağlanır ve renklenmeyi oluşturur. Kromojenin rengi ile dişteki renklenme benzerdir (çay, kahve, şarap, gıda boyaları). N2 tip renklenme (Direkt diş renklenmesi), renkli madde (kromojen) dişe bağlanınca rengi değişir (pelikül renginin değişmesi), N3 tip renklenme (İndirekt diş renklenmesi), renksiz madde ya da prekromojen dişe bağlanır ve renklenmeyi oluşturan bir kimyasal ile reaksiyona girer (klorheksidin, kalay florür) (Polat ve Temizyürek, 2021).

Dış kaynaklı renklenmelerde, renklenmeye sebebiyet veren etmenler diş yüzeylerine doğru değişik kuvvetlerle çekilerek bağlanır (Polat ve Temizyürek, 2021). Gıda ürünlerinin içinde bulunan boyaların da dişlerde renklenmeye neden olabileceği ve ortam pH’sının asidik olması durumunda boyaların dişlerde daha fazla renklendirme oluşturduğu tespit edildi (Azer, Hague ve Johnston, 2010). Bu bilgiler doğrultusunda, beyazlatma uygulamalarından

sonra, intraoral ortamın pH'ının düşmesine bağlı, gıda boyalarının diş yüzeyinde renklenmeye neden olma ihtimalinin oluşacağı ifade edilir (Azer ve diğerleri, 2010). Dışsal renklenmelerin sınıflandırılması Çizelge 2.1'de gösterildi (Erten ve Alaçam, 2012).

Çizelge 2.1. Dışsal renklenmelerin sınıflandırılması

|                                           |                                                                                                                                                                                  |
|-------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. Metalik olmayanlar renklenmeler        | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Yeşil lekeler: Nasmith zarı kalıntıları</li> <li>• Portakal rengi lekeler: Biofilm tabakası</li> </ul>                                  |
| 2. Tütün renklenmeleri                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kahverengi</li> </ul>                                                                                                                   |
| 3. Kimyasal renklenmeler                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Demir bileşikleri: Kahverengi, siyah</li> <li>• Manganez-Gümüş: Siyah</li> <li>• Cıva: Gri</li> <li>• Bakır-İyot: Kahverengi</li> </ul> |
| 4. Yiyecek ve içecek renklenmeleri        | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vişne-Karadut: Mor, siyah</li> <li>• Çilek: Pembe, kırmızı</li> <li>• Kahve-çay-kola: Kahverengi</li> <li>• Gıda boyaları</li> </ul>    |
| 5. Yüzücü renklenmeleri                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sarı- açık kahverengi</li> </ul>                                                                                                        |
| 6. Kötü ağız hijyenine bağlı renklenmeler | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sarı- kahverengi</li> </ul>                                                                                                             |

Dışsal (eksternal) renklenmelerin tedavisi, diş beyazlatma işlemleri ile başarılı bir şekilde gerçekleştirilir (Burke ve Efes, 2022). Fakat hastaların renklenmeye neden olan alışkanlıkları devam ederse, başarılı bir şekilde tamamlanan diş beyazlatma tedavisi ile elde edilen renkte, geriye dönüşler gözlenir (Çalışkan, 2006).

### 2.1.2. İç kaynaklı (internal) renklenmeler

İç kaynaklı renklenmeler, sistemik veya lokal etkenlerle meydana gelen renklenmeler olarak ikiye ayrılır (Plotino, Buono, Grande, Pameijer ve Somma, 2008; Watts ve Addy, 2001). Bu tip renklenmeler, diş yapısında meydana gelen farklılıklar sonucu oluşur.

#### Sistemik faktörlere bağlı oluşan iç kaynaklı renklenmeler

İç kaynaklı renklenmelerin nedenleri, odontogenezis sırasında oluşan sistemik hastalıklar ya da maruz kalınan kimyasalların sistemik olarak emilimidir.

Fenilketanuri (Alkaptonuri/Okronozis): Resesif geçişli olan bir çeşit metabolizma hastalığıdır. Hastalarda, tirozin ve fenialanın aminoasit oksidasyonunun yetersiz olması nedeniyle hemogentisik asit oluşur. Sonuç olarak dişlerde, kahverengi renklenmeler görülür. Bu tip renklenmeler, diş beyazlatma işlemi ile başarılı olarak tedavi edilemez (Çalışkan, 2006).

Konjenital Eritropoeitik Porfiria: Resesif otozomal geçişli metabolizma hastalığıdır. Porfirin metabolizmasındaki bozukluk sebebiyle cilt problemleri, ışığa karşı hassasiyet, kemik ve diş dokusunda kahverengi pigmentlerin birikmesi şeklinde problemlere neden olur. Hem süt hem de daimi dentisyon etkilenebilir. Ancak, en belirgin görüntüsü, porfirinin depolanması sebebiyle süt dişlerinde görülen kırmızı-kahverengi renklenmelerdir. Bu tip renklenmede, dişin servikal bölgesindeki renklenme çok belirgin, okluzal yüzeyde daha hafif seyreder (Ciftci ve diğerleri, 2019). Bu tip renklenmeler, diş beyazlatma işlemi ile başarılı olarak tedavi edilemez (Çalışkan, 2006).

Amelogenezis İmperfekta: Otozomal resesif, otozomal dominant veya X kromozomuna bağlı ortaya çıkan bir hastalıktır. Hem süt hem de daimi dentisyon etkilenebilir. Mine formasyonunda beş tane genin (ENAM, AMELX, KLK4, DLX3 ve MMP20) etkili olduğu bilinir. Bu genlerin mutasyona uğramaları sonucunda, amelogenezis imperfekta ortaya çıkar. 1989 yılında, amelogenezis imperfekta için yapılan sınıflandırmalar arasında en fazla kabul gören sınıflandırmada, hastalık, genetik, klinik, radyolojik, histolojik özelliklerine göre dört ana gruba ve yaklaşık olarak 14 alt gruba ayrılır (Bilgin ve Erdem, 2016; Köroğlu, Ekren, ve Kurtoğlu, 2012). Mine gelişimi formasyon aşamasında etkilenirse hipoplastik tip amelogenezis imperfekta, kalsifikasyon safhasında bir bozukluk oluşursa hipokalsifiye (hipomineralize) tip amelogenezis imperfekta, mine matürasyon safhasında etkilenirse hipomatüre tip amelogenezis imperfekta olarak tanımlanır (Demirci, Tanik, ve Güven, 2015). Bu hastalığa sahip mine yapısı, normal gelişim gösteren mine yapısına oranla %10 ila %30 arasında daha az mineral içerir. Dolayısıyla, dişlerin mine prizmalarında problem olduğundan bu bölgeler renklendirici materyallere karşı daha dirençsizdir (Polat ve Temizyürek, 2021). Etkilenmiş olan dişlerin rengi sarıdan kahverengiye ve siyaha kadar farklılık gösterebilir (Brook, Smith, ve Lath, 2007). Genellikle, bu dişlerin tedavisinde sabit protetik restorasyon, kompozit rezin restorasyon, onley, paslanmaz çelik kron, porselen lamina gibi uygulamalar tercih edilir.

Dentinogenezis İmperfekta: Otozomal dominant geçişli genetik bir hastalıktır. Hem süt hem de daimi dentisyon etkilenebilir. Mine dentinden kolayca ayrıldığı için dentin kanalları açığa çıkar bu nedenle kromojen bakteriler ve gıdalar dişlerin renklenmesine yol açar (Çalışkan, 2006). Bu tür vakalarda, genellikle protetik tedaviler uygulanır (Bidra ve Uribe, 2011).

Konjenital Hiperbilirubinemi: Sarılık geçiren kişilerde bilirubin birikimine bağlı olarak dişlerde sarı-yeşil renklenmeler oluşabilir (Polat ve Temizyürek, 2021).

Tetrasiklin Renklenmeleri: Sistemik olarak kullanılan tetrasiklin türevi antibiyotikler, süt ve daimi dişlerin mineralizasyon aşamasında dişlerde renklenmelere neden olur. Dişlerin kalsifikasyon aşamasında, tetrasiklin molekülleri kalsiyumla bağlanarak, hidroksiapatit kristallerinde tetrasiklin-kalsiyum ortofosfat bileşiği şeklinde depolanır. Tetrasiklin hem minerde hem dentinde depolanmasına rağmen, dentinin daha geniş apatit kristallerine sahip olması nedeniyle bu tip renklenmelerden dentin daha çok etkilenir.

Renklenmenin şiddetine bağlı olarak dört gruba ayrılır:

1. Birinci derece tetrasiklin renklenmesi: Açık gri veya açık sarı olarak görülen renklenmedir. Beyazlatma uygulamaları ile başarılı bir şekilde tedavi edilir.
2. İkinci derece tetrasiklin renklenmesi: Homojen bir şekilde daha koyu gri renkli olarak görülen renklenmedir. Beyazlatma uygulamaları ile tedavi edilir.
3. Üçüncü derece tetrasiklin renklenmesi: Dişlerde bant veya şerit halinde koyu gri, mavi olarak görülen renklenmedir. Beyazlatma uygulamaları ile rengin bir miktar açılması mümkün olsa da şerit, bant görüntüsü ortadan kaybolmaz. Restoratif ve protetik uygulamalar ile başarılı sonuçlar almak mümkündür.
4. Dördüncü derece tetrasiklin renklenmesi: Çok koyu renklenmelerin görüldüğü tiptir. Beyazlatma uygulamalarına cevap vermez. Protetik uygulamalar ile tedavi edilmeleri gerekir (Alaçam, Uzel, Alaçam ve Aydın, 2000; Elif ve Bayrak, 2009).

Florozis: Minenin formasyonu ve mineralizasyonu aşamalarında günlük alınması gereken dozdan daha fazla florür alınması ile oluşan yapısal bozukluktur (Küçükeşmen ve Sönmez, 2008). Florozis, dişlerde görülen beyaz ince çizgilerden, kahverengi renklenmelere ve mine yüzeyinde oluşan çukurcuklara kadar değişebilen formlarda oluşabilir. İçme sularında bulunan florür oranı 1 ppm'den fazla olduğunda endemik florozis ortaya çıkar. Hafif ve orta dereceli florozis olgularında, diş beyazlatma uygulamaları tercih edilebilir, ancak diş beyazlatma uygulamalarının başarısı, renklenmenin ve yüzey defektlerinin şiddeti ile direkt ilişkilidir (Burke ve Efes, 2022). İleri dereceli florozis olgularının tedavisinde, kompozit rezin restorasyon veya sabit protetik restorasyonların tercih edilmesi gerekir.

### Lokal faktörlere bağlı oluşan iç kaynaklı renklenmeler

Odontogenezis sonrasında gelişen iç kaynaklı renklenmelerdir.

**Nekroz:** Pulpa dokusu mekanik, kimyasal veya bakteriyel nedenlerle irritasyona uğradığında nekroz oluşur. Pulpa nekrozu sonucu salınan zararlı ürünler dentin tübüllerine ilerleyerek dentin dokusunda renklenmeye neden olur (Torabinejad, 2002).

**Travma ve İntrapulpal Hemoraji:** Pulpanın ekstirpasyonu sonucu veya travma nedeniyle intrapulpal hemoraji görülebilir. Kan tübüller yoluyla dentini etkiler. İlk olarak, dişte geçici pembe renklenme oluşur. Kanın hemolize uğraması ile serbest demir ve hidrojen sülfür birleşerek siyah renge sahip olan demir sülfürü meydana getirir. Renklendirici özellikte olan bu son ürünler, dentin tübüller yoluyla tüm dişte renk değişikliğine neden olur. Travma sonucunda pulpa nekroze olunca, zaman içinde renklenmenin şiddeti de artar. Pulpa nekroze olmadığı durumlarda diş tekrar kendi rengine dönebilir (Plotino ve diğerleri, 2008).

**Endodontik Tedavi ve Endodontik Tedavide Kullanılan Materyaller:** Kök kanal tedavisi sırasında pulpa tamamen ekstirpe edilemezse, oluşan kan ürünleri dentin tübüllerine penetre olarak dişin renklenmesine neden olur. Giriş kavitesinin yetersiz açılması sonucu pulpa boynuzlarında artık pulpa dokusu kalması da renklenme nedenidir (Plotino ve diğerleri, 2008). Ayrıca, tedavi sırasında kullanılan materyaller de (antibiyotik içeren kanal patları, iyot içerikli irrigasyon solüsyonları, civa içerikli antiseptik solüsyonlar, tetrasiklin içeren kanal patları, öjenol içeren kanal patları, gümüş içerikli kanal patları) renklenme nedenidir (Davis, Walton ve Rivera, 2002). Gütta perkaların pulpa odasında uygun olmayan şekilde bırakılması, diş renklenmelerinin bir diğer nedenidir. Gütta perkalar, mine sement sınırının 2 mm altında olacak şekilde kesilmelidir. Bu renklenmeleri önlemek için, kök kanal dolumu sonrasında pulpa odası kontrol edilerek, kavite temizlenmelidir (Ahmed ve Abbott, 2012).

**Restoratif Materyaller:** Kompozit rezin restorasyonlarda oluşan mikrosızıntı nedeniyle diş ile restorasyon ara yüzünde zamanla renklenme oluşabilir. Amalgam, içeriğinde bulunan civa ve gümüş nedeniyle, dentinde koyu griden siyaha kadar değişen renklenme oluşturabilir. Bu tür renklenmelerin, diş beyazlatma tedavisine olumlu yanıt verme oranı düşüktür. Bu yüzden, amalgam restorasyonlar, diş renginde restorasyonlarla değiştirilerek estetik sorun ortadan kaldırılır (Alaçam ve diğerleri, 2000). Metal postlar, serbestlenen iyonlar sebebiyle

dişlerde renk değişikliklerine neden olur. Metal post dişten uzaklaştırıldığında post kavitesinin renklendiği görülür (Plotino ve diğerleri, 2008).

**Kök Rezorbsiyonu:** Klinik olarak sıklıkla asemptomatik seyreden kök rezorbsiyonu zaman zaman mine sement bileşiminde pembemsi bir renk değişikliğine neden olur (Çalışkan, 2006).

**Yaşlılık:** Yaşlanma ile birlikte hem mine dokusu hem de dentin dokusunda çeşitli değişiklikler görülür. Zaman içinde incelen mine dokusu, sekonder dentin ile tersiyer dentinin yapımının artması ve pulpal kalsifikasyonlar nedeniyle, dişin ışığı geçirme özelliği değişir ve diş rengi koyulaşır (Sulieman, 2008).

## **2.2. Dişlerde Görülen Renk Değişikliklerinin Tedavisi**

Dişlerde oluşan, istenmeyen renk değişikliklerinin giderilmesi için, çeşitli tedavi protokolleri vardır. Bunlar; kompozit rezin restorasyon uygulamaları, porselen veneer ve kron gibi protetik uygulamalar, mekanik abrazyon ve beyazlatma uygulamalarıdır. Ayrıca, rezin infiltrasyon tekniğinin diş renklenmelerinin giderilmesinde kısıtlı da olsa uygulama alanı bulunur.

### **2.2.1. Makro abrazyon**

Makro abrazyon tekniğinde, diş minesi üzerinde lokalize yer alan defekt alanı yüzeyel olarak uzaklaştırılır. Bu işlem için bitirme frezleri veya ince grenli elmas frezler kullanılır. Aşındırma işlemi, su ve hava soğutması altında yapılmalıdır. İşlem sonrası lastik ile cila yapılarak aşındırma işlemi tamamlanır.

### **2.2.2. Mikro abrazyon**

Mikro abrazyon tekniğinde, diş minesi üzerinde lokalize bir şekilde yer alan defekt alanı aşındırıcı partikül ve asit içeren özel bir pat ile polisaj işlemine benzer şekilde yüzeyel olarak uzaklaştırılır. İzolasyondan sonra, aşındırma işlemi gerçekleştirilir. İşlem sonrası, mikroabrazyon uygulanmış diş yüzeyine diskler ile polisaj yapılmalıdır. Mikroabrazyon işlemi sonrası, remineralizasyonun sağlanması için, flor içeren macunlar özellikle sodyum florür jel uygulaması önerilir (Sundfeld ve diğerleri, 2014).

### 2.2.3. Rezin infiltrasyon tekniği

Rezin infiltrasyon tekniği beyaz nokta lezyonları, kavitasyonun oluşmadığı başlangıç çürükleri ve mikro abrazyon uygulamasının uygun olmadığı şiddetli renklenme görülen vakalarda uygulanır. Bu sistemin ana ilkesi, minede yer alan porların içine düşük viskoziteli rezinin infiltre edilmesidir. Rezin infiltrasyon, mikro abrazyon ve diş beyazlatma tedavilerinin kombine uygulanması ile başarılı sonuç elde edildiği bildirilir (Daryakenari, Sanjari ve Ebrahimizadeh, 2019).

### 2.2.4. Diş beyazlatma tedavileri

#### Tarihsel gelişim

Estetik diş hekimliğine olan talep 1800'lü yıllarda başladı (Kwon, 2010). 1864 yılında ilk defa renklenmiş olan devital bir dişe beyazlatma uygulandı. Bu işlem için klorid ve asetik asit çözeltisi ile hazırlanan ve Labarraque çözeltisi olarak bilinen bir çözelti kullanıldı. Harlan, 1884 yılında ilk defa 'hidrojen dioksit' olarak tanımladığı hidrojen peroksitin diş beyazlatması için uygulanabileceğini bildirdi. 1918 yılında, Abbot, süperoksol %30 konsantrasyon hidrojen peroksit kullandığı araştırmasını, 1924'te Prinz, sodyum perborat + süperoksol kullandığı araştırmasını yayınladı. 1958'de Pearson, dişlerin içine %25 - %75 arasında değişen konsantrasyonda ve ışık ile aktive edilen peroksiti uyguladı. 1961'de Spasser, sodyum perborat ve suyu karıştırarak kullandı ve bu tekniğin adını 'Walking Bleach' olarak tanımladı. 1962'de Nutting ve Poe, walking bleaching tekniğinde kullanılan su yerine %30-35 konsantrasyon hidrojen peroksit kullanarak, diş beyazlatmanın daha etkili olmasını sağlamaya çalıştı. Devital dişlerde kullanılan termokatalitik teknik, ilk defa 1965'te Stewart tarafından uygulandı (Tüzel ve Can, 2022). Baumgartner ve arkadaşları, 1966 yılında Mc Innes'in kendi adını verdiği teknikte, %35 hidrojen peroksit, anestezik eter ve hidroklorik asidi vital dişlerin beyazlatılması için uyguladığını bildirdi (Markovic, Jordan, Lakota ve Gaengler, 2007). 1968'de ortodontist Klusmier, periodontitisli dişlerin tedavisinde antiseptik olarak kullandığı %10 konsantrasyon karbamid peroksitin, dişlerde beyazlatma etkisi gösterdiğini keşfetti ve 'Nightguard Vital Bleaching' tekniği ilk olarak ortaya çıktı (Haywood, 2006). 1982 yılında, tetrasiklin renklenmelerinin tedavisinde kron içinde beyazlatma uygulandı (Abou-Rass, 1982). 1988 yılında, Munro, ticari bir beyazlatma ürünü olan white + brite'ı (Omni International) ilk defa kullandı (Sulieman, 2008). 1989 yılında,

Croll, mikroabrazyon tekniğini vital bir dişte kullandı (Tüzel ve Can, 2022). 1989 yılında, Haywood ve Heymann, %10 konsantrasyon karbamid peroksitin plak yardımı ile gece boyu kullanıldığı yöntemi bildirdi (Haywood, 2006). 1991 yılında, Gorber ve Goldstein, ofis tipi beyazlatma ve ev tipi beyazlatmanın beraber uygulanmasının etkili bir yöntem olduğunu bildirdi (Tüzel ve Can, 2022). 1996 yılında, Reyto, vital diş beyazlatma tedavisinde ilk defa lazer kullandı. 1997 yılında, Settem ve Brini, ilk defa kron içi ve kron dışı beyazlatmayı devital dişlerde uyguladı (Sulieman, 2008). 2010 ve 2012 yıllarında, ozonun beyazlatma tedavilerinin etkinliğini arttırdığı bildirildi (Grundlingh, Grossman ve Witcomb, 2012; Tessier, Rodriguez, Lifshitz, Friedman ve Lanata, 2010).

### Diş beyazlatma tedavi endikasyonları ve kontrendikasyonları

#### *Diş beyazlatma tedavilerinin endikasyonları:*

1. Kahve, çay vb. renklendirici özellikte olan yiyecek ve içeceklere bağlı oluşan renklenmeler,
2. Nikotin renklenmesi,
3. Yaşlanma nedeniyle, rengi koyulaşan dişler,
4. Florozis,
5. Travma sonucu görülen pulpal değişiklikler,
6. Restoratif tedavi öncesinde veya restoratif tedavi sonrasında,
7. Bakteri plağı varlığı ve oral hijyenin yetersiz olması nedeniyle oluşan renklenmeler (Donly, Segura, Henson, Barker ve Gerlach, 2007; Sulieman, 2008).

Tetrasiklin renklenmeleri beyazlatma işlemlerine en zor cevap veren vakalardır. Dişlerin gelişimi sırasında, tetrasiklin ve türevlerinin kullanılması sebebiyle ortaya çıkan vakalarda, diş beyazlatma uygulamalarının birkaç ay gibi uzun sürelerde tamamlandığı bildirilir (Haywood, 2006). Renklenmenin çok şiddetli olduğu vakalarda, lamina vener uygulaması ile daha estetik bir sonuç almak mümkündür. Bu tip durumlarda, protetik tedavi öncesi diş beyazlatma işlemi uygulanır ve diş preparasyonu sırasında uzaklaştırılacak diş dokusu miktarı en aza indirilir. Ayrıca, tetrasiklin türevi olan ve akne tedavisinde kullanılan, minosiklinin, yetişkin hastaların dişlerinde, renklenmeye sebep olduğu bildirilir (McCabe ve Dummer, 2012).

*Diş beyazlatma tedavilerinin kontrendikasyonları:*

1. Gülme hattında geniş restorasyon, kron veya köprü protezi olan hastalar,
2. Yüksek beklentiye sahip hastalar,
3. Dişlerinde çürük veya periapikal lezyon bulunan hastalar,
4. Diş yüzeyinde ekspozite dentin, çatlak olan veya diş hassasiyeti olan hastalar,
5. Emziren veya hamile hastalar,
6. Dişeti iltihabı olan, dişeti çekilmesine bağlı, sementin açığa çıktığı yaşlı hastalar,
7. Sigara bağımlılığı olan hastalar,
8. 18 yaşından küçük hastalar (Sulieman, 2008).

Gülme hattında kron/köprü protezi ve geniş restorasyonu olan hastalar, diş beyazlatma uygulaması sonrasında eski restorasyonlarının renk uyumsuzluğu nedeniyle yenilenmesi gerekebileceği hakkında bilgilendirilmelidir. Bukalemun efektine sahip kompozit rezinlerin değiştirilmesi gerekemeyebilir. Yüksek beklentileri olan bireyler, kolay kolay tedavi sonucundan memnun kalmaz. Tedaviye başlamadan önce, hastanın etraflica değerlendirilmesiyle, bu tip hastaların tedavi sonucunda ne istedikleri öngörülebilir (Sulieman, 2008) Eğer hastanın, tedavi sonrası ‘mükemmel beyazlıkta dişler’ istediği tespit edilirse, hasta seçimi tekrar gözden geçirilmeli ve hastaya olası diğer tedavi yöntemleri anlatılmalıdır. Çürük veya periapikal lezyonlu dişler, beyazlatma uygulaması öncesinde tedavi edilmeli, dişler geçici olarak cam iyonomer siman ile restore edilip daimi restorasyon için beyazlatma tedavisinin tamamlanmasının üzerinden, iki hafta süre geçmesi beklenerek, bu durumun bir kontrendikasyon olması sorunu ortadan kaldırılabilir. Diş beyazlatıcı ajanların fetus üzerindeki etkileri henüz bilinmediği için beyazlatma tedavisi hamilelerde kontrendikedir (Sulieman, 2005a).

Diş beyazlatma tedavisinde kullanılan ajanlar

Diş beyazlatma ajanlarının içeriği incelendiğinde aktif bileşen olarak hidrojen peroksit, karbamid peroksit; aktif olmayan bileşen olarak ise peroksit içermeyen ajanlar, kalınlaştırıcı ajanlar, üre, taşıyıcı, sürfaktan ve pigment koruyucular, tatlandırıcı içerdikleri görülür (Alqahtani, 2014).

Hidrojen peroksit (HP): Hidrojen peroksit, kimyasal formülü  $H_2O_2$  olan, yapısı bozulduğunda en kuvvetli serbest oksijen radikallerinden perhidroksili açığa çıkaran, suda yüksek oranda çözünüp asidik çözelti oluşturan, okside edici, renksiz bir sıvıdır. Distile su içinde bulunan %30 konsantrasyon hidrojen peroksit, süperoksol olarak tanımlanır. Bu solüsyon, mutlaka koyu renkli cam şişelerde, ağzı kapalı buzdolabında saklanmalıdır. Ofis tipi diş beyazlatma tedavilerinde, hidrojen peroksitin %15 ile %40 arasında değişen konsantrasyonları kullanılır (De Geus, Wambier, Kossatz, Loguercio ve Reis, 2016; Kwon ve Wertz, 2015; Rezende, Loguercio, Kossatz ve Reis, 2016).

Karbamid peroksit (KP): Karbamid peroksit, kimyasal formülü  $CH_6N_2O_3$  olan, üre peroksit veya üre hidrojen peroksit olarak da bilinen, çözündüğünde öncelikle hidrojen peroksit ve üreye, daha sonra karbondioksit, su ve oksijene ayrılan bileşiktir (Aschheim, 2014; Sulieman, 2004). %10 konsantrasyon karbamid peroksit, tükürük veya doku ile temas edip ayrıştığında, yaklaşık %3,5 hidrojen peroksit ve %6,5 üre konsantrasyonu oluşur (Perdigão, Baratieri ve Arcari, 2004). Genellikle, ev tipi diş beyazlatma tedavilerinde kullanılmakta olan bu ajanın konsantrasyonu, %15, %20 veya %35 oranlarında değişir.

Hidrojen peroksit içermeyen bileşenler: Aktif bileşen olarak sodyum perborat içerirler. Bu ajan, toz olarak bulunur, okside edici özelliktedir (Plotino ve diğerleri, 2008). Toz halinde iken stabil olan ajan, su, asit veya ılık bir hava varlığında hidrojen peroksit, oksijen ve sodyum metaborata indirgenir (Plotino ve diğerleri, 2008). Sodyum perborat, konsantre hidrojen peroksit solüsyonlarından daha güvenli olduğu için kron içi diş beyazlatma tedavilerinde uygulanır.

Kalınlaştırıcı ajanlar: Diş beyazlatıcı ajanlara, kıvam artırıcı olarak karboksipolimetilen olarak da bilinen karbopol ilave edilir. Bu sayede, ajanın viskozitesi artar oksijen salınımı yavaşlar. Diş beyazlatıcı ürün dişlere ve plağa daha iyi adapte olur ve yüzeyde daha uzun süre aktif olarak bulunur (Greenwall, 2001).

Üre: Üre, tükürüğü stimüle edebilmesi, antikaryojenik etkisi, hidrojen peroksiti stabilize edebilmesi, yara iyileşmesini olumlu yönde etkileyebilmesi ve ürünün pH'ını yükseltmesi özelliklerinden dolayı beyazlatıcı materyallere eklenir (Greenwall, 2001).

Taşıyıcı: Gliserin ve propilen glikol, beyazlatıcı materyallere en sık eklenen taşıyıcı ajanlardır. Böylelikle nem korunarak, solüsyon içinde bulunan diğer bileşenlerin çözünmesi sağlanır (Alqahtani, 2014).

Sürfaktan ve pigment: Sürfaktan bir yüzey aktif maddesidir ve diş beyazlatıcı ajanın diş yüzeyine kolayca difüze olmasını sağlar. Florür ve potasyum nitrat, diş hassasiyeti oluşumunu azaltmaya yardımcı olurken potasyum hidroksit materyalin pH'nın düzenlenmesi için kullanılır (Borges, Vale, Afonso ve Assunção, 2014).

#### Diş beyazlatmanın mekanizması

Hidrojen peroksit ve karbamid peroksitin beyazlatma mekanizmaları henüz açıkça aydınlatılamamış olmasına rağmen oksidasyon mekanizmasının kombinasyonlarından oluştuğu bilinir (Aschheim, 2014; Sulieman, 2004). Mekanizma ile ilgili, difüzyon teorisi, kromofor teorisi, yüzey değişimi teorisi olmak üzere 3 temel teori bulunur.

Difüzyon teorisi: Diş beyazlatıcı ajanın, mine dokusu ve dentin tübüllerinden interprizmatik alana difüze olmasına dayanır, ajanın iki hafta süresince diş dokularında bulunmaya devam ettiği bildirilir ( Kwon, Wertz, Li ve Chan, 2012).

Kromofor teorisi: Renklenmenin tipine ve beyazlatma reaksiyonundaki koşullara bağlı olarak beyazlatma değişebilir (Kwon ve Wertz, 2015). Diş renklenmelerine sebep olan lekelenmeler, kromofor olarak tanımlanan organik bileşiklerdir. Kromoforlar, heteroatomlar, fenil ve karbonil halkaları ile beraber tek-çift bağların uzun zincirlerinden oluşur (Kwon ve Wertz, 2015). Diş beyazlatmanın temeli, oksidasyon ve redüksiyon tepkimesine dayanır ve farklı peroksitlerin kullanılması ile gerçekleşir. Bu tepkimede, oksitleyici ajan olan, hidrojen peroksitin çiftleşmemiş elektronları vardır ve serbest radikallerini verip indirgenir. Diş dokusu ise elektronları alarak okside olur (Kwon ve Wertz, 2015). Molekül ağırlıkları düşük olan peroksitler, mine ve dentin dokusuna kolaylıkla difüze olabilir. Pigmentli olan büyük moleküller, daha küçük moleküllere ayrışır. Mine dokusunun inorganik tuzları içindeki organik moleküller, serbest radikaller ile tepkime oluşturarak daha basit moleküllerin oluşmasına neden olur ve daha az ışık yansır. Koyu renkli karbon bağları açılarak açık renkli zincirlere dönüşür. Beyazlatma işlemi devam ettiği süre boyunca, renklenmiş dişin rengi beyazlaşır. Örneğin, karbon halkalı bileşikler genel olarak sarıya yakın renklidir ve hidroksil

gruplarına dönüştüğünde renksiz bir hal alır (Dahl ve Pallesen, 2003; Joiner, 2006) Bu sürecin, diş dokusunun, tamamen beyazlanana kadar devam ettiği bildirilir (Zantner, Beheim-Schwarzbach, Neumann ve Kielbassa, 2007). Diş beyazlatma işleminin ilerleyen sürecinde, renksiz ve hidrofilik yapılardan oluşan bir noktaya ulaşılmış olur ki bu nokta doyum noktasıdır. Doyum noktasında, beyazlatma uygulaması sonlandırılmalıdır. Bu aşamadan sonra, beyazlatma yavaşlamaya başlar, eğer beyazlatmaya devam edilirse, karbon içeren bileşikler ve protein yapısındaki karbon bağları da yıkılacağı için, mine dokusunda madde kaybı gözlenir (Berger ve diğerleri, 2010). Tüm oksidasyon işlemlerinde olduğu gibi diş beyazlatma uygulamasında da son nokta doğal diş dokusunda madde kaybı oluşmasıdır. Bu nedenle, diş beyazlatma uygulamasını doyum noktasından hemen önce ya da bu noktada sonlandırmak gerekir. Eğer sonlandırılmazsa, diş dokusunda beyazlık elde etmek yerine madde kaybı oluşur (Kwon ve Wertz, 2015).

Yüzey değişimi teorisi: Diş dokusunun okside olmasıyla, diş yüzeyinde demineralizasyon oluşur. Diş beyazlatma öncesinde, yüzey daha pürüzsüz olduğu için ışık doğrusal yayılır. Diş beyazlatma sonucunda pürüzlülüğü artmış olan yüzeyden, ışık daha dağınık bir şekilde yansır (Joiner, 2004). Pürüzlülüğü artmış olan bir yüzeyden (yüzey alanı artmış olur) daha fazla ışık yansıtacağı için diş daha parlak görünür (Kwon ve Wertz, 2015).

Günümüzde, diş beyazlatmanın mekanizması ‘Kromofor Teorisi’ ile net olarak açıklanamaz. Çünkü, kromofor teorisi, beyazlatmanın yüzeyde oluşturduğu değişikliklere değinmez. Diş beyazlatmanın mekanizmasının aydınlatılması için diş yüzeyinde oluşan değişikliklerin renk üzerine olan etkisini inceleyen daha fazla çalışmalara ihtiyaç vardır (Kwon ve Wertz, 2015).

#### Diş beyazlatmada kullanılan tedavi yöntemleri

Vital ve devital dişlerde meydana gelen renk değişikliklerinin tedavisi için pek çok farklı yöntem kullanılır. Tedavinin başarısı, renklenmenin tipi, şiddeti, kullanılan beyazlatma yöntemi ve beyazlatıcı ajanın tipinden etkilenir (Joiner, 2006).

### *Vital dişlerde kullanılan beyazlatma yöntemleri (ekstrakoronal bleaching)*

#### *Klinikte uygulanan diş beyazlatma yöntemi (ofis bleaching, power bleaching)*

Bu yöntemde, beyazlatma ajanı diş hekimi tarafından klinikte uygulanır. Ev tipi beyazlatma işlemi için yeterli süresi olmayan hastalar ve beyazlatma plaklarını kullanmakta sorun yaşayan hastalar için uygulanan tedavi yöntemidir. Uygulama sonrasında, alınan hızlı ve etkili sonuç ile hastaların motivasyonu sağlanır. Ofis tipi beyazlatma tedavilerinde kullanılan beyazlatma ajanının konsantrasyonu, ev tipi beyazlatma tedavilerinde kullanılan ajanın konsantrasyonundan daha yüksektir (Tezel, Ertaş, Özata, Dalgıç ve Korkut, 2007). Diş beyazlatıcı ajan olarak %15-%40 arasında değişen oranlarda, hidrojen peroksit kullanılır. Hidrojen peroksitin molekül ağırlığı düşük olduğu için dentin tübülleri içindeki organik/inorganik bileşiklerin karbon bağlarını kırıp dentine penetre olur (Tüzel ve Can, 2022). Böylece, ofis tipi beyazlatmada kullanılan ajanlar diş dokusuna daha hızlı invaze olur. Ofis tipi beyazlatmada, yüz güldürücü bir beyazlık sağlanması, 2 ila 6 seans uygulama ile mümkündür (Haywood, 2006). Seans sayısı ve uygulama şekli kullanılmakta olan diş beyazlatıcı ajanın konsantrasyonuna ve üretici talimatlarına bağlı olarak değişir (Casado ve diğerleri, 2018). Tedavide elde edilen sonuca bağlı olarak tedavi sonlandırılır veya devam edilir. Hastanın tüketim alışkanlıkları ve beyazlatma sonucuna göre düzenli seanslar ile tedavi tekrar uygulanır (Tüzel ve Can, 2022). Oksidasyon tepkimesinin hızlandırılması amacıyla, diş beyazlatma ajanlarının içeriğine, metal iyonlarını serbestleştiren veya alkallenleştiren ürünler eklenir (Tüzel ve Can, 2022). Bu tedavinin, hastaların diş beyazlatma işlemini sadece diş hekimi kliniğinde yaptırmaları, çok sayıda seansa ihtiyaç duyulması, maliyetinin yüksek olması gibi dezavantajları bulunur (Buchalla ve Attin, 2007; Joiner, 2006; Perdigão ve diğerleri, 2004; Sulieman, 2005b). Hidrojen peroksit, kostik bir üründür, bu yüzden uygulama sırasında yumuşak dokular, mutlaka lastik örtü ve diş eti bariyeri ile korunmalıdır. Hekimin ve hastanın uygulama esnasında koruyucu gözlük kullanması önerilir (Bruzell, Pallesen, Thoresen, Wallman ve Dahl, 2013). Ofis tipi beyazlatma tedavilerinde ışık, ısı veya lazer uygulaması ile oksidasyon tepkimesi hızlandırılır. Bu sayede, daha kısa sürede beyazlık elde edilir (Gonçalves ve diğerleri, 2016; Sulieman, 2005b).

*Diş hekiminin denetiminde hastanın evde uyguladığı diş beyazlatma yöntemi (nightguard vital bleaching, home bleaching)*

Diş beyazlatma plakları ile diş hekimi denetiminde hastanın kendisinin evde uyguladığı yöntem, ilk olarak 1989 yılında literatüre girdi (Haywood, 2006). Plaklara uygulanan, %4 - %8 konsantrasyon hidrojen peroksit, %10 -%22 konsantrasyon karbamid peroksit ile diş beyazlatma tedavisi uygulanır. Tedavi 2-6 hafta süresince ve her gün 2-8 saat plak kullanımı ile devam eder (de Almeida ve diğerleri, 2012). Ev tipi beyazlatma tedavisinin kolay uygulanması, ofis tipi beyazlatmaya göre düşük maliyetli olması, konsantrasyonu daha az olan diş beyazlatıcı ajan kullanımına bağlı olarak daha az hassasiyet görülmesi, tedavi sonucunda elde edilen rengin kalıcılığının daha uzun süre devam etmesi gibi çeşitli avantajları bulunur (Ritter, Leonard Jr, Georges, Caplan ve Haywood, 2002). Ancak, hekim tedavinin her aşamasının kontrolünü sağlayamadığı için plaklar hasta tarafından yanlış kullanılırsa, yumuşak dokularda hasar oluşur ve etkili sonuç elde edilmesi hastaya bağlıdır. Ev tipi beyazlatmada, tedavi süresinin uzun olması ve eklem problemi olan hastalarda plakların kullanılamaması gibi çeşitli dezavantajlar bulunur (Sulieman, 2005a). Literatürde, ofis tipi ve ev tipi diş beyazlatma tedavilerinin birlikte uygulanmasının tek başına uygulanan tedavilere kıyasla daha etkili sonuçlar verdiği bildirilir (Heymann ve Ritter, 2018).

*Diş hekimisi denetimi olmadan hastanın kendisinin evde uyguladığı diş beyazlatma yöntemleri (over the counter=OTC)*

Ev tipi diş beyazlatma sistemleriyle elde edilen olumlu sonuçlar, hastaların ihtiyaçları ile bağlantılı olarak diş hekimi kontrolünde olmayan diş beyazlatma ürünlerinin (OTC=Over the counter) pazarlanmasına neden oldu. Tezgah üstü veya reçetesiz satılan ürünler olarak isimlendirilebilen OTC ürünler, 2000'li yılların başında, geleneksel olarak diş hekimi kontrolünde uygulanan tedavilere göre daha düşük maliyetle diş renginin beyazlatılması için bir alternatif olarak ABD'de (Amerika Birleşik Devletleri) ortaya çıktı (Donly ve diğerleri, 2007). OTC ürünlerin, ABD'de yaygınlaşması Gıda ve İlaç Yönetimi (FDA=Food and Drug Administration) tarafından belirgin bir şekilde teşvik edildi. FDA'ya göre, bu ürünler sağlık sistemine erişimdeki eşitsizliği azaltır ve tedavilerin maliyetini düşürür (Demarco ve diğerleri, 2009). Günümüzde, düşük konsantrasyonlu karbamid peroksit veya hidrojen peroksit içeren jeller, gargaralar, sakızlar, diş macunları, beyazlatıcı bandlar, kalemler veya paint-on jeller kullanılır. Tüketiciler bu ürünlere eczane, süpermarket ve internet üzerinden rahatlıkla ulaşır (Auschill ve diğerleri, 2005; Hasson ve diğerleri, 2006). Kontrolsüz bir

şekilde uygulanan beyazlatma ürünleri zararlı olabilir ve sonuçlar diş hekimi kontrolünde yapılan tedavilerin sonuçları kadar iyi olmayabilir. Ayrıca, bu tür beyazlatma ürünleri ile ilgili yapılan klinik çalışmaların sayısı yeterli değildir.

OTC ürünler; beyazlatıcı diş macunları, beyazlatıcı gargaralar, beyazlatıcı diş ipi ve diş fırçaları, sakız, paint-on jeller, ışıkla aktive edilen taşıyıcı sisteme sahip OTC'ler, beyazlatma bandlarıdır.

ABD'de diş hekimi kontrolünde olmadan kullanılan, diş beyazlatma ürünlerinin ticarileştirilmesine izin veren mevzuat, 2001 yılında 38 milyon Amerikan Doları pazar yarattı ve 2005 yılına kadar 10 kat arttı (351 milyon Amerikan Doları). Aynı zamanda, ofis tipi beyazlatma veya ev tipi beyazlatma ürünleri 2 milyar Amerikan Doları pazara sahiptir. 2005 yılında satışlar, 2000 yılına göre dört kat arttı. Bu değerler, şirketleri, büyüyen diş beyazlatma pazarına daha fazla yatırım yapmaya teşvik etti. İlaç şirketleri, AR-GE aşamasına yatırılan kaynaklara kıyasla, pazarlama aşamasına iki kat fazla yatırım yapar ve bu da potansiyel olarak riskli bir duruma neden olur. Yetersiz bilgilendirilen tüketici, ürünleri hatalı kullanabilir (Melo, Ribeiro ve Storpiertis, 2006). Bu durum, kendi kendine ilaç kullanımının yaygın bir uygulama olduğu Brezilya gibi ülkelerde daha karmaşıktır. Ekonomik, politik ve kültürel faktörler, yaygın kullanılabilirlik, tanıtım konusunda herhangi bir sorumluluğun bulunmaması, sağlık hizmetlerinin kalitesi ve sağlık hizmetlerine erişimin zor olması gibi nedenlerle reçetesiz ilaç kullanımının fakir ülkelerde büyümesine ve yayılmasına neden olur (Pereira, Bucarechi, Stephan ve Cordeiro, 2007). 15 yaş ve üstü hastalarda beyazlatma tedavilerinin uygulandığı çalışmalar bulunmasına rağmen, 9 yaşında çok genç hastaların dahil edildiği çalışmalar da bulunur (Gerlach ve Barker, 2004). Genç hastalarda (çocuklar ve gençler) ilaçların kontrolsüz kullanımı daha sık görülür (Pereira ve diğerleri, 2007). Bu durumun, diş hekimi kontrolünde olmadan kullanılan beyazlatma ürünleri için de geçerli olduğu unutulmamalıdır.

Hidrojen peroksit içeren ürünlerin kullanımına ilişkin Avrupa mevzuatı (Tüketicilere Yönelik Kozmetik Ürünler ve Gıda Dışı Ürünler Bilimsel Komitesi), %0,1-%6 konsantrasyon hidrojen peroksit içeren ürünlerin, sadece profesyonel gözetim altında uygulandığında güvenli olduğunu ve bu ürünlerin değerlendirilmesi için daha uzun vadeli klinik değerlendirmelerin yapılması gerektiğini vurgular (Demarco ve diğerleri, 2009).

FDA, hidrojen peroksit içeren ürünleri, profesyonel denetime tabi olmadan, ürün kullanımı için kontrendikasyon göstermeyen mevcut bilimsel literatüre dayanarak reçetesiz ürünler olarak sınıflandırır. FDA, her dört Amerikalı gençten biri tarafından kullanılan OTC diş beyazlatma ürünlerinin potansiyel olarak kötüye kullanılabileceği riskine dikkat çeker (Demarco ve diğerleri, 2009). Daha temkinli olan ADA (Amerikan Diş Hekimleri Birliği), reçetesiz satılan ürünlerin hastalar için faydalı olduğunu, ancak diş hekimi gözetiminde kullanılmasının faydalı olacağını bildirir (Demarco ve diğerleri, 2009). Fransız Diş Hekimleri Birliği (ADF=Association Dentaire Française), OTC ürünlerin kullanımının artması nedeniyle, bu ürünlerin kozmetik yerine tıbbi cihaz olarak sınıflandırılması gerektiğini belirtir. ADF komitesi, diş beyazlatma materyallerinin gözetim olmadan tekrar tekrar kullanılmasının bir halk sağlığı sorunu olarak düşünülmesi gerektiğini vurgular. Diş beyazlatma materyallerinin uygun koşullarda saklanarak kullanılmasıyla, potansiyel sorunlar önlenabilir. Günümüzde, genç hastaların alternatif diş beyazlatma işlemleri aradıklarını dikkate alarak, OTC ürünlerin kötüye kullanımıyla ilgili endişeler ortaya çıktığı bildirilir (Donly ve diğerleri, 2007; Gerlach ve Barker, 2004).

Brezilya’da, tüm diş beyazlatma ürünleri, florür içeren diş macunu uygulamalarına benzer düzenlemelere tabi olarak kozmetik (Derece II) olarak kabul edilir. Böylece, bir birey, Ulusal Sağlık Araştırmaları Ajansı’na (Agência Nacional de Vigilância Sanitária =ANVISA) kayıtlı olduğu sürece herhangi bir kısıtlama olmaksızın beyazlatma materyallerini kolayca satın alabilir. Ayrıca, reçetesiz ürünler tıbbi cihazlar yerine kozmetik olarak kabul edildiğinde, reklam düzenlemeleri daha kolay olur. Bu nedenle, Brezilya’da, ABD’de görülen, “beyazlatıcı bağımlıları” adı verilen duruma benzer şekilde, diş beyazlatma ürünlerinin kötüye kullanımı ile karşı karşıyadır (Demarco ve diğerleri, 2009). Brezilya’da kullanılan ilaçların %35’i OTC olduğundan bu bilgi son derece önemlidir (Melo ve diğerleri, 2006). Diş hekimleri, OTC diş beyazlatma ürünlerinin kötüye kullanılmasının yarattığı risklerin farkında olmalıdır. OTC ürünlerin tartışmalı olduğu bu ülkelerde, ürünler için Ulusal Sağlık Araştırmaları Ajansı tarafından yeniden sınıflandırma yapılması gerekir.

#### *Beyazlatıcı diş macunları*

Beyazlatıcı diş macunu olarak piyasada bulunan ürünler, tüm OTC ürünlerin %50’sinden fazlasını oluşturur. Nadiren karbamid peroksit, hidrojen peroksit veya farklı bir aktif ajan içerirler. Renklenmeyi giderici etkileri, içeriklerinde bulunan aşındırıcılar ile gerçekleşir

(Lima ve diğerkleri, 2008). Beyazlatıcı diş macunlarının aktif bileşenleri, biyofilmin organik moleküllerini parçalayan enzimler içerir. Renklenme giderici etkinliğini artırmak için içeriklerinde, alümina, dikalsiyum fosfat dihidrat ve silika gibi aşındırıcılar da bulunur (Lima ve diğerkleri, 2008). Ancak, mine ve dentinin abrazyonunun önlemesi için diş macununun aşındırıcılığının fazla olmaması gerekir (Joiner, Philpotts, Ashcroft, Laucello ve Salvaderi, 2008). Literatürde, düzenli olarak beyazlatıcı diş macunu kullanımından sonra, diş renginde meydana gelen değişiklikleri değerlendiren çalışmalar bulunur (Gerlach, Barker ve Tucker, 2004; Joiner, Philpotts, Ashcroft, ve diğerkleri, 2008; Lima ve diğerkleri, 2008). Beyazlatıcı içeren diş macunları geleneksel diş macunlarıyla karşılaştırıldığında, beyazlatıcı diş macunu kullanımının dış renklenmeler üzerinde etkili olduğunu gösterir (Joiner, Philpotts, Alonso, Ashcroft ve Sygrove, 2008; Lima ve diğerkleri, 2008; Sharma ve diğerkleri, 2004; Walsh ve diğerkleri, 2005).

#### *Beyazlatıcı gargaralar*

Beyazlatıcı gargaralar, üreticiler tarafından, renklenmeyi önleyen ve plak birikimini engelleyen ürünler olarak piyasaya sürüldü. İçeriklerine, düşük konsantrasyonda hidrojen peroksit (%1,5) ve renklenmeyi önlemek için sodyum heksametafosfat dahil edilir. Bir hafta boyunca günde iki kez beyazlatıcı gargara (%2 hidrojen peroksit) ve beyazlatıcı band (%10 hidrojen peroksit) kullanılan çalışmada, her iki ürünün de iyi tolere edilmesine rağmen, beyazlatıcı bandlarla tedavi edilen grubun, beyazlatıcı gargara grubuna göre önemli ölçüde daha fazla beyazlatma etkinliği gösterdiği bildirilir (Gerlach, Tucker, Anastasia ve Barker, 2005). Hidrojen peroksit içeren OTC ürünlerin, yumuşak dokularda irritasyon ve diş hassasiyeti gibi yan etkileri olduğu düşünüldüğünde, bu ürünlerin dikkatli kullanılması gerektiği unutulmamalıdır.

#### *Beyazlatıcı diş ipi ve diş fırçaları*

Ağız bakım ürünleri üreticileri, diş beyazlatma özelliğine sahip başka yöntemler geliştirdiklerini iddia eder. İnterproksimal bölgelerde oluşan renklenmenin giderilmesi için beyazlatıcı diş ipi kullanılır. İçeriklerinde bulunan silika sayesinde uygulama sırasında aşınma sağlayarak, renklenme giderici etki gösterirler. Geleneksel diş ipi ile beyazlatıcı diş ipinin etkinliğini karşılaştıran klinik bir çalışma yoktur. Ağız hijyeni rutininde evde kullanılmasının yanı sıra beyazlatma işlemlerinden sonra dış renklenmeyi önlemek ve

beyazlatma etkisini korumak için manuel veya elektrikli diş fırçaları da kullanılır. %15 konsantrasyon karbamid peroksit içeren ev tipi beyazlatma uygulanmış dişler üzerinde, manuel ve elektrikli iki diş fırçası kullanımı ile renk stabilizasyonunun hangi grupta daha iyi olduğunu karşılaştıran çalışmada, beyazlatmadan 6 ay sonra renk değerlendirmesi gerçekleştirildi. Beyazlığın, elektrikli diş fırçası grubunda, manuel diş fırçası grubuna göre daha iyi korunduğu bildirildi (Kugel, Aboushala, Sharma, Ferreira ve Anderson, 2004).

#### *Beyazlatıcı sakızlar*

Sodyum heksametafosfat içeren sakız (%4.0-7.5), dış renklenme oluşumunu önlediği iddia edilerek OTC beyazlatma ürünü olarak piyasaya sürüldü. Heksametafosfat içeren sakızın, sakız kullanılmayan gruba göre, renklenme oluşumunu azalttığı bildirildi (Porciani, Grandini, Perra ve Grandini, 2006). İki farklı beyazlatıcı sakızın, nikotin renklenmelerini giderme etkinliğini karşılaştıran başka çalışmada, gruplardan birinin dış renklenmelerin çıkarılmasında daha etkili olduğu bulundu (Moore, Hasler-Nguyen ve Saroea, 2008).

#### *Paint-on jeller*

Paint-on jeller veya vernikler, diş yüzeyine aplikatör ile uygulanır, mine yüzeyine yapışan ve süspansiyonun içinde hidrojen peroksit veya karbamid peroksit içeren, reçetesiz satılan beyazlatma ürünleridir (Kishta-Derani, Neiva, Yaman ve Dennison, 2007). Paint-on jel (%18 konsantrasyon karbamid peroksit), beyazlatıcı band (%6 konsantrasyon hidrojen peroksit) ve plasebo ürünün (florürlü diş macunu) etkinliğini karşılaştırılan çalışmada; bandın, paint-on jel ve plasebo gruplarına göre beyazlatma etkinliği daha fazla bulundu, paint-on jel ve plasebo grupların beyazlatma etkinliği arasında anlamlı farklılık bulunmadı (Lo, Wong ve Mcgrath, 2007). Paint-on jellerin beyazlatma etkisinin anlamlı olmaması, beyazlatıcı materyalinin mine yüzeyi ile temas süresinin kısa olmasına bağlanır.

Kontrol grubu (yapay tükürük) ile dört farklı paint-on jelin (%10 konsantrasyon karbamid peroksit, %19 konsantrasyon sodyum perkarbonat, üre peroksit ve %8,7 konsantrasyon hidrojen peroksit) etkinliğini *in vitro* olarak karşılaştıran çalışmada, iki hafta süresince beyazlatma ürünleri uygulandı. Vita renk kılavuzu ile renk değerlendirmesi gerçekleştirilen çalışmada, hidrojen peroksit ( $5.50 \pm 2.15$  ünite) ve sodyum perkarbonat ( $5.60 \pm 1.84$  ünite) uygulanan grupların renk değişiminin en fazla olduğu, karbamid peroksit ( $3.8 \pm 1.8$  ünite)

ve ürenin ( $4.37 \pm 1.89$  ünite) ise diş rengini önemli ölçüde beyazlatmadığı gösterildi (Kishta-Derani ve diğerleri, 2007). Bununla birlikte, dişler yapay tükürük emdirilmiş gazlı bezle sarıldığında, sonuç olarak, ürünlerin etkinliği olduğundan fazla saptanmış olabilir. *İn-vivo* koşullarda, tükürük, paint-on jeli dilüe eder ve sürtünmenin etkisiyle jelin etkinliği azalır.

#### *Işıkla aktive edilen taşıyıcı sisteme sahip OTC'ler*

Hekim kontrolü olmadan, eczane, online alışveriş siteleri vb. yerlerden temin edilen, hastanın kendisinin uyguladığı taşıyıcılı sistemler vardır. Günümüzde bu sistemler, kompakt bir LED (Light Emitting Diode=Işık Yayan Diyot) ünitesi tarafından etkinleştirilen beyazlatıcı jel içerir. Üreticiler, beyazlatma etkisinin, diş hekimi denetiminde evde uygulanan ürünler ile eş değer beyazlatma etkinliğine sahip olduğunu iddia ederler ancak ürün içeriğindeki aktif bileşenin ne olduğunu açıklamazlar. Ancak, yapılan çalışmalarda, beyazlatma işleminin etkinliğini artırılması veya işlemin hızlandırılması için, ışık aktivasyonunun gerekli olmadığı tespit edildi (Marson, Sensi, Vieira ve Araújo, 2008). Ayrıca, adaptasyon sorunları olan bir plak yumuşak dokuda irritasyona, oklüzal sorunlara ve tedavinin başarısızlığına neden olabilir.

Farklı ışıklarla aktive olan üç adet taşıyıcılı OTC beyazlatma ürününün, beyazlatma kalemi, band, sprey şeklinde uygulanan beyazlatma sistemi, taşıyıcılı beyazlatma sisteminin mine yüzeyinde meydana getirdiği renk değişimi, yüzey pürüzlülüğü ve yüzey mikrosertlik değerlerinin karşılaştırıldığı çalışmada, test edilen OTC ürünlerin tümünün genç daimi dişlerde gözle fark edilebilir derecede beyazlatma sağladığı, mine yüzeylerinde minimal düzeyde değişiklik oluşturduğu ve bir beyazlatma bandı olan Crest 3D White strinin daha güvenle kullanılabileceği bildirildi (Yılmaz ve Akal, 2019).

Diş hekimi denetiminde evde uygulanan beyazlatma ürünleri ile OTC beyazlatma ürünlerinin mine yüzeyinde oluşturduğu, renk değişimi, yüzey pürüzlülüğü ve yüzey mikrosertlik değerlerini ve ürünlerin güvenliğini karşılaştıran çalışmada, Opalescence PF %15 ve White Light Tooth Whitening sistemi test edildi. Test örneklerinin ön renklendirme işlemi, Freccia ve Peter tarafından 1982'de uygulanan tekniğe göre insan kanı kullanarak yapıldı. Test edilen iki ürünün, yüzey pürüzlülüğü üzerinde etkisi olmazken, renk açısından benzer etki gösterdiği ancak her iki ürünün de yüzey mikrosertlik üzerindeki etkileri göz

önüne alındığında daha ileri çalışmaların yapılması gerektiği sonucuna ulaşıldı (Singh, Sengut, Halim, Ab-Ghani ve Abd Rahman, 2018).

### *Beyazlatma bandları*

Bandlar, plak kullanımını ortadan kaldırmak için ortaya çıktı. Bandlar, ön dişlere günde bir veya iki kez uygulanır. Aktif bileşen, düşük konsantrasyonlarda (%5 ila 14) hidrojen peroksittir (Donly ve diğerleri, 2007). Bandlar, 14 gün yerine 28 gün kullanıldığında beyazlatma etkisinde bir artış olur ve beyazlatma etkisinin 2 yıl korunabileceği tespit edildi (Gerlach ve Barker, 2004). Beyazlatma bandları ve diş hekimi kontrolünde %10 konsantrasyon karbamid peroksitin plak ile uygulandığı ev tipi beyazlatma sisteminin karşılaştırıldığı sistematik derlemede, test edilen iki ürünün benzer beyazlatma etkinliği gösterdiği, ev tipi beyazlatma tedavisinde daha fazla diş hassasiyeti görüldüğü bildirildi. Yüksek konsantrasyonda hidrojen peroksit içeren bandların (%14), %6 konsantrasyon hidrojen peroksit içeren bandlara kıyasla beyazlatma etkisinin ve yan etkilerinin arttırdığı gözlemlendi (Hasson ve diğerleri, 2006). %10 konsantrasyon karbamid peroksit jel, bandlarda bulunan %6 konsantrasyon hidrojen peroksitin neredeyse yarısı olan %3,3 oranında hidrojen peroksit içerir. Ancak bandlarda bulunan aktif bileşen hacmine göre, plak uygulamasında daha fazla hacimde jel uygulandığı bildirilir (Gerlach ve Barker, 2004).

Kolay uygulama yöntemi, nispeten düşük maliyetli olması ve iyi estetik sonuçlar vermesi nedeniyle bandların kullanımı, ABD’de giderek arttı (Gerlach ve Barker, 2004). Örneğin, kliniklerde 400 Amerikan doları civarında olan pahalı ofis tipi beyazlatma tedavileri yerine, tüketiciler, 2 ila 8 Amerikan doları arasında, maliyeti olan beyazlatıcı diş macunlarını tercih ettiler, ancak bu ürünlerin beyazlatma etkisinin az olması nedeniyle Procter Gamble, yaklaşık olarak 35 dolar fiyatı olan beyazlatıcı bandlarını piyasaya sürerek yeni bir pazarlama stratejisini başarıyla uyguladı (Nunes, Johnson ve Breene, 2004). Bu ürünler de diğer OTC’ler gibi internetten kolaylıkla temin edilir. Bazı ürünlerin içeriğinde, hidrojen peroksit yer alırken bazı ürünlerde içerik bilgileri tam olarak verilmez dolayısıyla aktif bileşen konusu akıllarda soru işareti olarak kalır. Kullanımları ile ilgili oldukça farklı uygulamalar bulunur. Bazı ürünler 15 gün boyunca günde 3 defa 30 dakika şeklinde kullanılırken, bazı ürünler 1 hafta boyunca günde 8 saat uygulama şeklinde önerilir.

2021 yılında yapılan *in vivo* çalışmada kontrol grubu olarak %10 konsantrasyon karbamid peroksit içeren ev tipi beyazlatma ajanı, hidrojen peroksit içeren bir beyazlatıcı kalem, hidrojen peroksit içeren beyazlatıcı jel ve %10 konsantrasyon hidrojen peroksit içeren beyazlatıcı band kullanılarak renk değişimi, hassasiyet ve gingival irritasyon değerlendirildi. Test sonucunda, değerlendirilen üç gruptan yalnızca beyazlatıcı band grubunda, ev tipi beyazlatmaya benzer bir beyazlatma etkisi bulundu, gruplar arasında gingival irritasyon ve diş hassasiyeti açısından anlamlı farklılık saptanmadı, beyazlatıcı jel ve kalem kullanan hastaların tedavi sonucundan daha düşük memnuniyet duydukları saptandı (Silva ve diğerleri, 2021).

#### *Devital dişlerde kullanılan beyazlatma yöntemleri*

Endodontik tedavi sonrasında rezidüel pulpa artıkları, endodontik tedavi sırasında kullanılan materyaller, bazı restoratif materyaller nedeniyle dişlerde renklemeler oluşur. Bu renklemeler, özellikle ön grup dişlerde olduğunda estetik problemin ortadan kaldırılması için devital beyazlatma yöntemlerine başvurulur. Devital dişlerde görülen renklemelerin bir çoğu servikal üçlüde yer alır (Zimmerli, Jeger ve Lussi, 2010).

#### *Walking bleaching tekniği*

Bu yöntemde, sodyum perborat ile su karıştırılarak renklenmiş dişin pulpa odasına yerleştirilip istenen beyazlık elde edilene kadar uygun seanslarla beyazlatma tedavisine devam edilir. Teknik modifiye edilerek su yerine %30 konsantrasyon hidrojen peroksit kullanıldığında, ‘Modifiye Walking Bleaching Tekniği’ olarak tanımlanır (Setien, Roshan ve Nelson, 2008).

#### *Inside-outside bleaching tekniği*

Dişlerin hem intrakoronal hem de ekstrakoronal yüzeylerine beyazlatma tedavisi uygulanan teknik, ilerleyen zamanlarda modifiye edildi (Sulieman, 2005a).

#### *Devital power bleaching tekniği (termokatalitik teknik)*

Bu teknikte, %30-%35 arasında değişen konsantrasyonlarda hidrojen peroksit pulpa odasına uygulanarak, sıcaklık 50°C-60°C arasında, beş dakika ısı veya ışıkla aktive edilir (Setien ve

diğerleri, 2008). İstenilen beyazlık elde edilmez ise iki hafta sonra seans tekrarlanır ve seans aralarında walking bleaching tekniği uygulanır (Sulieman, 2005b).

#### Diş beyazlatma tedavilerinin yan etkileri

Her tedavi yönteminde olduğu gibi diş beyazlatma tedavilerinde de yan etki görülme ihtimali bulunur. En sık görülen yan etkiler arasında diş hassasiyeti, dişeti ve yumuşak doku irritasyonları yer alır. Ayrıca beyazlatıcı ajanların diş sert dokuları, pulpa, ağızda yer alan mevcut restorasyonlar, mine ve dentinin bağlanma dayanımı üzerinde çeşitli etkileri bulunur. Diş beyazlatıcı ajanların oksidasyon reaksiyonları sonucunda açığa çıkan serbest oksijen radikallerinin sistemik ve toksik etkilere yol açtığı bilinir. Diş hekimleri, farklı diş beyazlatma tedavilerinin yararları ve olası riskleri konusunda hastaları bilgilendirerek hasta için uygun olan en iyi tedavi yöntemini sunmak amacıyla güncel gelişmeleri takip etmelidir (Majeed, Farooq, Grobler ve Rossouw, 2015).

Diş hassasiyeti: Beyazlatma sonrasında en sık rastlanan yan etki hassasiyettir (Tredwin, Naik, Lewis ve Scully, 2006). Hassasiyet oluşmasının iki nedeni olduğu düşünülür. Bunlardan ilki vital diş beyazlatma tedavisi sırasında kullanılan hidrojen peroksit ve karbamid peroksitin düşük moleküler ağırlığa sahip olması nedeniyle mine ve dentin dokusunu geçerek kolaylıkla pulpaya penetre olması ve pulpada geri dönüşümlü değişiklikler oluşturmalarıdır (Majeed ve diğerleri, 2015). İkinci neden ev tipi beyazlatma tedavisinde kullanılan plakların, kole bölgesinde dişlere fazla baskı uygulaması sonucunda hassasiyetin oluşmasıdır.

Hassasiyet oluşumunda; kullanılan beyazlatıcı materyalin viskozitesi, plak yapımında kullanılan materyalin esnek olmaması nedeniyle mukozada oluşan irritasyonlar, beyazlatıcı ajanın içeriğinde yer alan tatlandırıcılar, hastanın habitüel alışkanlıkları gibi faktörler etkilidir. Hastanın yaşı, cinsiyeti, alerjik durumu gibi hastayla ilişkili olan diğer faktörler, ekspozite dentin ve sement yüzeyinin olması, mevcut mine çatlakları, pulpa odası geniş veya çürük dişlerin varlığı gibi faktörlerin etkili olmadığı bildirilir (Barlow ve diğerleri, 2003).

Diş beyazlatıcı ajanlara çeşitli ürünler ilave edilerek tedavi sonrasında oluşan diş hassasiyetinin önlenmesi arzu edilir. Bu amaçla yapılan çalışmada, ofis tipi beyazlatma tedavisinde kalsiyum içerikli bir beyazlatma jeli kullanıldı ve çalışmanın sonucunda

hassasiyet ile beyazlatma etkinliği değerlendirildi. İçeriğinde kalsiyum bulunan ve %35 oranında hidrojen peroksit içeren beyazlatıcı ajanın beyazlatmanın etkinliğinde bir değişiklik olmadan tedavi sırasında oluşan hassasiyeti azalttığı bildirildi (Kossatz, Martins, Loguercio ve Reis, 2012).

Hassasiyetin giderilmesi için, beyazlatıcı ajanların içeriğine potasyum nitrat ve sodyum florür gibi hassasiyet gidericiler ilave edilir (Tay, Kose, Loguercio ve Reis, 2009).

Ofis tipi beyazlatma için kullanılan, biri nötral pH'a sahip, diğeri asidik pH'a sahip hidrojen peroksit içeren beyazlatıcı ajanların hassasiyet oluşumu ve beyazlatma etkinliğini karşılaştıran çalışmada, nötral pH'a sahip ajan kullanılmasının, düşük diş hassasiyeti oluşturduğu aynı zamanda asidik pH'a sahip ajan ile benzer bir beyazlatma etkinliği gösterdiği bulundu (Loguercio ve diğerleri, 2017).

Konsantrasyonu yüksek olan beyazlatıcı ajanların, daha fazla hassasiyet oluşturacağı şeklinde bir inanış yaygındır ancak yapılan çalışmada sonuçların bu yönde olmadığı bildirildi (Kihn, Barnes, Romberg ve Peterson, 2000).

**Dişeti ve mukoza irritasyonları:** Beyazlatma tedavilerinden sonra oluşan diğer bir yan etki, dişeti ve mukoza irritasyonlarıdır. Ev tipi beyazlatma tedavisinde kullanılan plakların uyumu kötü olursa, bu durum dişeti ve mukozada irritasyona neden olur. Uyumu kötü olan bir plaktan, beyazlatıcı ajan sızıp dişetinde yanıklara neden olabilir. Bu durumun engellenmesi için plakların uyumunun kontrol edilmesi ve hastanın düzenli aralıklarla kontrole çağırılması gerekir. Ofis tipi beyazlatma tedavisinde kullanılan beyazlatıcı ajanların konsantrasyonları yüksek olduğu ve hidrojen peroksit oldukça kostik bir materyal olduğu için tedavi sırasında bu ajanların dişeti ve mukozaya temas etmeleri durumunda dokularda beyazlama şeklinde yanıklar oluşur. Ajanın yumuşak dokularla olan teması kısa süreli olduğundan, oluşan bu beyazlık kısa süre içinde geri döner. Hidrojen peroksitin epitel hücrelerinin membranları üzerinde değişiklik yarattığı bildirilir (Klosek ve Raftery, 2001). Tüm komplikasyonların, ortaya çıkmadan engellenebilmesi için ofis tipi beyazlatma tedavisi uygulanırken dişeti ve yumuşak dokular rubberdam veya ışık ile polimerize olan gingival bariyer ile izole edilmelidir (Majeed ve diğerleri, 2015).

Diş sert dokuları üzerine olan etkiler: Diş beyazlatma uygulamaları sonucunda, hem mine yüzeyinde hem de minenin kimyasal içeriğinde değişiklikler olduğu bilinir. Beyazlatma tedavilerinin diş sert dokularında oluşturacağı değişiklikleri tespit etmek için, yüzey pürüzlülüğü testleri, yüzey mikrosertlik testleri, SEM (Scanning Electron Microscopy=Taramalı Elektron Mikroskobu) değerlendirmeleri, dokulardan oluşan kalsiyum kaybının değerlendirilmesi gibi çeşitli yöntemler kullanılır. Bazı çalışmalarda, mine yüzeyinde oluşan değişikliklerin anlamlı düzeyde olmadığı veya mine yüzeyinde değişiklik oluşmadığı bildirildi (Faraoni-Romano, Turssi ve Serra, 2009; Mielczarek, Klukowska, Ganowicz, Kwiatkowska ve Kwaśny, 2008). Ancak bazı çalışmalarda, mine yüzeyinde anlamlı seviyede değişiklikler olduğu saptandı (Pinto, Leme, Cavalli ve Giannini, 2009; Pinto, Oliveira, Cavalli ve Giannini, 2004; Sa ve diğerleri, 2012)

Tedavi sonunda mine dokusunda oluşan değişiklikleri, beyazlatıcı ajanların içinde bulunan aktif bileşenleri, konsantrasyonları ve uygulama süreleri gibi çeşitli faktörlerin etkilediği bildirilir (Abouassi, Wolkewitz ve Hahn, 2011). Yapılan bir çalışmada, %10 ve %16 konsantrasyon karbamid peroksit ile altı hafta beyazlatma uygulaması sonucunda yüzey morfolojisinde değişiklik tespit edilmediği ancak 30 dakikalık seanslar halinde uygulanan %35 konsantrasyon hidrojen peroksit ile dört gün boyunca her gün 30 dakika uygulama sonucunda, yüzey morfolojisinde değişiklikler olduğu tespit edildi (Oltu ve Gürkan, 2000).

Farklı ev tipi beyazlatma ajanların, minenin yüzey mikrosertlik değişimine etkilerinin değerlendirildiği çalışmada, kullanılan ajanın konsantrasyonu ve tipinin, yüzey mikrosertlik değerinde farklı etkiler yarattığı bildirildi (Zantner ve diğerleri, 2007).

%10 konsantrasyon karbamid peroksitin, minenin yüzey mikrosertlik değerinde değişiklik oluşturmadığı ancak SEM analizinde başlangıç çürük lezyonuna benzeyen şekilde değişiklikler oluşturduğu, %30 konsantrasyon hidrojen peroksitin, mine ve dentinin yüzey mikrosertlik değerinde azalmaya neden olduğu tespit edildi (Potočnik, Kosec ve Gašperšič, 2000).

15 gün, günde sekiz saat karbamid peroksit uygulamasının, minenin demineralizasyonu üzerindeki etkilerinin incelendiği çalışmada, demineralizasyon derinliğinin, minede 50 µm'ye kadar ulaştığı bildirildi (Efeoglu, Wood ve Efeoglu, 2005).

Beyazlatıcı ajanların dentin üzerindeki etkilerinin incelendiği çalışmada, %30 konsantrasyon hidrojen peroksit dentin yüzeyine uygulanıp, dentinin young modülünde azalma, intertübüler bölgede mikrosertlik değerinde azalma ve morfolojik değişiklikler olduğu bildirildi. Araştırmacılar, peritübüler dentinin organik matris oranının %20 daha az olması nedeniyle intertübüler dentinin organik yapısının okside olup, mineral içeriğinin kayba uğraması nedeniyle diş dokusunda değişiklikler oluştuğunu bildirdi (Chng, Ramli, Yap ve Lim, 2005).

Diş beyazlatma tedavileri sonucunda, minenin yüzey mikrosertlik değerinde oluşan değişikliğin nedeninin beyazlatıcı ajanların içeriğine ilave edilen karbopol ve gliserin gibi maddeler olabileceği bildirildi (Basting, Rodrigues ve Serra, 2005).

Pulpa üzerine olan etkiler: Hidrojen peroksitin oksidasyonu sonucu oluşan serbest radikaller, pulpa dokusunda reversibl etki oluşturur (de Souza Costa, Riehl, Kina, Sacono ve Hebling, 2010).

Son yıllarda yapılan bir çalışmada, ratlarda, %38 konsantrasyon hidrojen peroksit kullanılan ofis tipi diş beyazlatma tedavisine yanıt olarak inflamatuvar infiltrat yoğunluğunu ve interlökin-1 $\beta$  (Il-1 $\beta$ ), tümör nekroz faktörü- $\beta$  (TNF- $\beta$ ), fibroblast büyüme faktörü-2 (FGF-2), glutatyon peroksidaz (GPX) ve osteokalsin üretimi değerlendirildi. 10 günlük diş beyazlatma tedavisinden sonra, beyazlatma yapılan grupta, beyazlatma yapılmayan kontrol gruplarına göre istatistiksel olarak anlamlı derecede daha fazla osteokalsin üretildiği bildirildi. %38 konsantrasyon hidrojen peroksit ile ofis tipi diş beyazlatma tedavisinin pulpa iltihabına neden olduğu ancak 10 gün sonra pulpa dokusunda rejenerasyona ait özelliklerin geliştiği bildirildi (Silva-Costa ve diğerleri, 2018).

%6 konsantrasyon hidrojen peroksit içeren diş beyazlatma ürününün beyazlatma etkinliğinin, mine ve dentinin yüzey mikrosertlik değeri üzerindeki etkisinin ve beyazlatma tedavisi sonucunda pulpa dokusunda bulunan peroksit oranının *in vitro* olarak değerlendirildiği çalışmada, mine ve dentinin yüzey mikrosertlik değerinde kontrol grubuna göre anlamlı bir değişiklik saptanmazken, pulpa odasında bulunan ortalama peroksit konsantrasyonu 0,44 mikro mol (mM) olarak saptandı. Bu değer, pulpal enzim hasarına neden olduğu bildirilen konsantrasyonun 3000 katının üzerinde olduğu ifade edildi (Joiner ve Thakker, 2004).

Pulpa dokusunun sağlıklı olduğu, pulpa dokusunda reversibl ve irreversibl değişikliklerin olduğu pulpitis olgularında, pulpanın hidrojen peroksite karşı savunma kabiliyetini, katalaz aktivitesinin spektrofotometrik yöntemlerle belirlenmesi yoluyla incelendiği çalışmada, sistemik olarak sağlıklı olan 35 hastanın pulpa örnekleri klinik ve radyolojik olarak değerlendirildi. Sağlıklı bireylerdeki katalaz aktivitesi  $1,61 \pm 0,23 \text{ U mg}^{-1} \text{ protein}$ , reversibl pulpitis olgularında  $2,99 \pm 0,45 \text{ U mg}^{-1} \text{ protein}$  ve irreversibl pulpitis olgularında  $2,44 \pm 467 \text{ mU mg}^{-1} \text{ protein}$  olarak saptanıp, gruplar arasındaki tüm farklılıklar istatistiksel olarak anlamlı bulundu. Tüm bu sonuçlar, insanlarda pulpa iltihabı sırasında katalazın rolüne işaret eder ve pulpadaki reaktif oksidanlara karşı doğal bir biyolojik savunma sistemi görülür (Esposito, Varvara, Murmura, Terlizzi ve Caputi, 2003).

Işık cihazı ile aktive edilen, diş beyazlatma işlemlerinin, pulpal sıcaklıkta bir artışa neden olabileceği unutulmamalıdır. İntrapulpal sıcaklığın  $5,5^{\circ}\text{C}$ 'lik artışının, irreversibl pulpa hasarına neden olmaması için, aşılmaması gereken kritik değer olduğu bildirilir (Buchalla ve Attin, 2007; Sulieman, Addy ve Rees, 2005). Sıcaklık artışında, kullanılan cihazın tipi, gücü, dalga boyu, kullanım süresi, uygulama modu, cihazın ucu ile diş yüzeyi arasındaki mesafe, uygulanan beyazlatıcı ajanın içeriği ve ne kadar kalınlıkta uygulandığı gibi çeşitli faktörler etkilidir (Benetti ve diğerleri, 2018; Fornaini ve diğerleri, 2013). Diş yüzeyine uygulanan beyazlatıcı ajanın izolasyon sağlayıp sıcaklık artışını azalttığı saptandı (Buchalla ve Attin, 2007).

Restoratif materyaller üzerine olan etkiler: Diş beyazlatma tedavisinde kullanılan ajanların mine, dentin ve pulpa dokusunda çeşitli değişiklikler oluşturduğu bilindiği gibi, ağızda mevcut olan restorasyonlar üzerinde de etkileri olduğu bilinir. Diş hekimi kontrolünde olmayan beyazlatıcı ürünlerin, renklendirilmiş nanohibrit kompozit rezin test örneklerinin renk değişimi, yüzey pürüzlülük değerleri üzerindeki etkilerinin incelendiği çalışmada, kullanılan tüm beyazlatıcı ürünlerin beyazlatma etkinliğinin istatistiksel olarak anlamlı olduğu ve yüzey pürüzlülük değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı derecede artışa neden oldukları bildirildi (Altınışık, Tüzel ve Can, 2023).

Beyazlatıcı bir diş macununun anterior bölgede kullanılan kompozit rezin restorasyonların yüzey pürüzlülük değerleri üzerine olan etkisinin uzun dönemli olarak değerlendirildiği *in vitro* çalışmada, beyazlatıcı diş macunu kullanımının yaklaşık 24 aya denk gelen 20000

döngüden sonra, test edilen tüm gruplarda yüksek oranda yüzey düzensizliğine neden olduğu bildirildi (Hazar, Akgül, Koçak ve Koçak, 2020).

Beyazlatıcı ağız gargarasının renklendirilmiş üniversal kompozit rezinin renk değişimi ve yüzey pürüzlülük değeri üzerine olan etkisinin incelendiği çalışmada, ağız gargarasında farklı bekletme sürelerinin yüzey pürüzlülük değerinde belirgin bir artışa neden olmadığı saptandı (Mutlu ve Tunçdemir, 2020).

Farklı sürelerle kullanılan ev tipi beyazlatıcı ajanların, giomer restoratif materyallerin yüzey pürüzlülük değerleri üzerine olan etkilerinin incelendiği çalışmada, Beautifil-Bulk Restorative grubu ve Aelite LS Posterior grubunun uygulama süreleri boyunca yüzey pürüzlülük değeri değişimlerinin stabil olduğu; ancak Beautifil II grubunda, %16 konsantrasyon karbamid peroksitin bir hafta boyunca günde 6 saat uygulanmasının ardından, yüzey pürüzlülük değerlerinin yüksek oranda arttığı bildirildi (Kara, Tekçe, Koçak ve Özel, 2018).

Ev tipi beyazlatma tedavisinde kullanılan farklı konsantrasyonlardaki karbamid peroksitin amalgam restorasyonlar üzerindeki etkilerinin enerji dağıtıcı X-ışını spektroskopisi (EDS) ve taramalı elektron mikroskobu (SEM) ile incelendiği çalışmada, kontrol grubuna kıyasla %10, %15, %20 konsantrasyon karbamid peroksit kullanılan gruplarda civa salınımının arttığı saptandı. Ayrıca ev tipi beyazlatma tedavisinin, amalgam restorasyonu olan hastalarda kullanımı sırasında dikkatli olunması gerektiği bildirildi (Bastos ve diğerleri, 2020).

Diş beyazlatıcı ajana maruz kalan, farklı gümüş içeriklerine sahip, amalgam restoratif materyallerin civa salınımının incelendiği çalışmada, ANA 2000 amalgam (%43 gümüş içerir) ve ANA 70 (%70 gümüş içerir) her grup için 30 adet test örneği hazırlandı. Test örneklerinin yarısına %15 konsantrasyon karbamid peroksit uygulanırken, kontrol grubu olan test örneklerine tamponlanmış fosfat solüsyonu uygulandı. Karbamid peroksit maruz kaldıktan sonra salınan civa miktarı, tamponlanmış fosfata maruz kaldıktan sonra salınandan anlamlı derecede yüksek bulundu (Bahari, Oskoe, Oskoe, Pouralibaba ve Ahari, 2016).

Mine ve dentinin bağlanma dayanımı üzerine olan etkiler: %10 konsantrasyon karbamid peroksit ve %35 konsantrasyon hidrojen peroksit kullanılan beyazlatma sistemleri ile beyazlatma sonrası kompozit rezinin mineye makaslama bağlanma dayanımı üzerine,

beyazlatma işleminden sonra geçen sürenin etkisinin araştırıldığı çalışmada, adeziv uygulanmasından hemen önce %10 konsantrasyon karbamid peroksit veya %35 konsantrasyon hidrojen peroksit ile beyazlatmanın, self-etch adeziv sisteminin mineye bağlanma dayanımını azalttığı ancak dişlerin yapay tükürükte bekletilmesi ile bu etkinin geriye döndürülebildiği saptandı. Araştırmacılar, beyazlatma uygulanmış mine yüzeyine self-etch adeziv sistemlerin uygulamasının, her iki beyazlatıcı ajanın kullanımından hemen sonra yapılmaması gerektiğini önerdi. Uygun bağlanma değerlerinin elde edilmesi için, %10 konsantrasyon karbamid peroksit uygulamasından sonra 24 saat ve %35 konsantrasyon hidrojen peroksit uygulamasından sonra 1 hafta beklenip self-etch adeziv sistemlerin uygulanması gerektiği bildirildi (Unlu, Cobankara ve Ozer, 2008).

Devital beyazlatma uygulamasından sonra, dört farklı zaman diliminde (1 gün, 1, 2, 3 hafta sonra) uygulanan kompozit rezinin makaslama bağlanma dayanımlarını değerlendiren çalışmada, devital beyazlatma uygulamasından 1 gün sonra mine ve dentin dokularına uygulanan kompozit rezin restoratif materyalin bağlanma dayanımlarında istatistiksel olarak anlamlı azalma görüldüğü ve makaslama bağlanma dayanımı değerlerindeki azalmanın zamana bağlı olduğu bildirildi. Beyazlatma uygulamalarından 2 hafta sonra, mine ve dentin yüzeyine kompozit rezin restorasyonun uygulanması tavsiye edildi (Shinohara, Peris, Pimenta ve Ambrosano, 2005).

Genel ve lokal olarak görülen toksik etkiler: Hidrojen peroksit oldukça güçlü okside edici bir ajandır. Karbamid peroksit ve hidrojen peroksit kullanımından sonra ortaya çıkan çeşitli akut ve subakut sitotoksik etkiler, karsinogenik etkiler görüldüğü bilinir.

#### *Akut sitotoksik etkiler*

Akut sitotoksik etkiler, %10 konsantrasyon karbamid peroksit içeren bir ürünün 5 g/kg/gün'ün üzerindeki dozlarda alınması ile ortaya çıkar (Goldberg, Grootveld ve Lynch, 2010; Watt, Proudfoot ve Vale, 2004). Bu oran, günlük 0,3 ila 1,8 mg / kg (vücut ağırlığı) hidrojen peroksit karşılık gelir. Ratları 5, 15 ve 50 mg karbamid peroksit / kg veya diş beyazlatma ürünlerindeki eşdeğeri ile doğrudan mideden beslemekle, beslenmeden 1 saat sonra kolayca tespit edilebilen mukozada doza bağlı olarak görülen ülserasyonlara neden olur, ancak ülserasyonlar 24 saat sonra iyileşir. Bu reaksiyon, 15 mg / kg'dan düşük dozlar için gözlenmez. Ticari olarak temin edilen, içeriğinde peroksit bulunan beyazlatma jelinin,

toksik etkileri arttırdığı ancak böbrekte veya karaciğerde herhangi bir yan etki yaratmadığı saptandı (Goldberg ve diğerleri, 2010).

Bu verilere dayanarak, 15 mg karbamid peroksit/kg toksisite eşiği ve 100 güvenlik faktörü varsayıldığında, 10 mg karbamid peroksit konsantrasyonunun (%3,6 konsantrasyon hidrojen peroksit eşiği) 70 kg'lık bir insan için sistemik etki için sınır değeri olduğu bildirildi. Bu bağlamda, 16 aylık bir çocuğun %3 konsantrasyon hidrojen peroksit solüsyonunu yuttuktan sonra öldüğü görüldü. Ancak bu kaza, şu ana kadar en düşük dozda gerçekleşmiş olay olarak bildirildi. Mevcut verilerden, beyazlatma işlemleri sırasında, kullanılan günlük dozların, olumsuz sistemik etkilerin ortaya çıkmasına yakın bir seviyede olduğu sonucu çıkarılır (Goldberg ve diğerleri, 2010).

#### *Subakut sitotoksik etkiler*

Hayvanlarda günlük kritik dozlar ratlar için 30 mg / kg / gün ve fareler için 26 mg / kg / gün'den düşük olmalıdır. Ancak, insanlar için daha önce bildirilen hiçbir etki yoktur.

Topikal uygulamadan sonra insanlarda, elektron transferiyle hidrojen peroksitten üretilen -OH radikalinin; lipid peroksidasyonunu, DNA (Deoksiriboz nükleik asit) değişikliğini, ardından hücre lizisini ve ölümünü indükleyebileceği bildirildi (Hermans ve diğerleri, 2007). Antioksidanlar ve demir şelatörleri; ilk olarak -OH veya lipid peroksit radikallerini (-LOO) temizleyip, ikinci olarak ise Fe (II) 'yi kompleks hale getirip, fenton tipi reaksiyonlara katılma yeteneğini zayıflatarak bu tür reaksiyonları önler. Katalaz enzimi, bu reaksiyonları doğrudan hidrojen peroksit tüketme kapasitesi yoluyla inhibe ederken yağda çözünen antioksidan E vitamini ( $\alpha$ - tokoferol), -LOO radikallerini temizleyerek bu tür hasarları bloke eder (Goldberg ve diğerleri, 2010). 70 kg'lık kişiye yapılan uygulamada, risk dozlarının altında kalmak ve herhangi bir toksik etkiden kaçınmak için kullanılan günlük dozun 10 mg karbamid peroksitin altında olması veya 3.3 mg hidrojen peroksit eşiği olması gerektiği saptandı (Aren, 2003).

#### *Karsinojenik etkiler*

Peroksit kullanımının doğasında var olan tüm potansiyel risklere rağmen, şimdiye kadar insanlarda kanserojen etkilerin fiilen tespit edildiği vakalar hakkında bir rapor bulunmaz (DeSesso, Lavin, Hsia ve Mavis, 2000). Ancak literatürde, uzun süreli tedavide ve yüksek

konsantrasyonda kullanılan hidrojen peroksitin, oral mukozada hasara yol açabileceği ayrıca genotoksik ve kanserojen etkilere sahip olabileceğine dikkat çekilir (Naik, Tredwin ve Scully, 2006; Tredwin ve diğerleri, 2006).

### 2.3. Renk Algısı ve Renk Sistemleri

Renk, ışığın kendi öz yapısına ya da cisimlerden yansımaya bağlı olarak gözde oluşturduğu, ışığın retinaya değişik biçimde ulaşması ile oluşan bir algılama olup, algılanması kişiler arasında farklılık gösterir (Chu, Devigus ve Mieleszko, 2004). Rengin algılanmasında ışık kaynağı, gözlemci ve obje gibi faktörler etkilidir.

Diş rengini, dişin optik özelliklerinin bileşimi oluşturur. Işık dişin üzerine gelince; ışığın diş geçmesi, ışığın diş yüzeyinde yansımaya uğraması, ışığın diş dokularında absorpsiyona uğraması veya ışığın dağılması gibi farklı olaylar gözlemlenir. Diş rengi, dağılan ışığın hacmi ile belirlenir (Jahangiri, Reinhardt, Mehra ve Matheson, 2002).

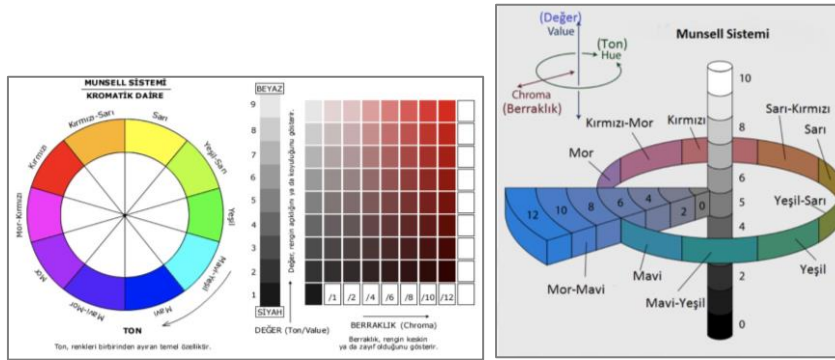
Işıma (floresans) cismin yüksek enerjiye maruz kalması sonucu etrafına ışık yayması ile ortaya çıkan bir olaydır. Işığın bir ortamdan diğerine geçerken yön değiştirmesi ile hızında azalma olması 'kırılma' olarak tanımlanır. Saydamlık (translucensi), bir materyalin içerisinden geçen ışığı tam olarak iletmesidir. Farklı ışık kaynakları altında bir cismin renginin farklı tonlarda algılanması 'metamerizm' olarak tanımlanır. Rengin belirlenmesi sırasında ölçüm koşulları ve ortam koşullarını standart hale getirilmesiyle metamerizmin azaltılacağı bildirilir (Y.-K. Lee ve Powers, 2005).

Sağlıklı bir dişte rengi; dentinin rengi, kron minesinin rengi, minenin insizal ve oklüzal bölge ile servikal bölgede farklı kalınlıkta olması, kalsifikasyonlara bağlı olarak farklılık gösteren mine saydamlığı gibi etmenler belirler (Joiner, 2004).

Renklerin tanımlanıp aralarındaki farklılıkların belirlenmesi için çeşitli sistemlere ihtiyaç duyulur. Diş hekimliğinde renklenmelerin giderilmesine yönelik yapılan tedavilerde ve estetik girişimlerde, Munsell renk sistemi ve CIE L\*a\*b\* renk sisteminin en çok tercih edilen iki sistem olmasının nedenleri; uluslararası kabul edilebilir, güvenilir ve kullanımı kolay olan sistemler olmasıdır (Kurt, Turhan Bal ve Bal, 2016).

### 2.3.1. Munsell renk sistemi

Renk algısı subjektif bir kavramdır (Watts ve Addy, 2001) Rengin tanımlanması, özelliklerine göre bir araya getirilip sınıflandırılması ve objektif renk ölçümlerinin yapılabilmesi için çeşitli renk sistemleri oluşturuldu. Bunlardan bir tanesi Paravina ve arkadaşlarının belirttiği gibi, Albert Henry Munsell tarafından 1905 yılında ortaya konmuş olan Munsell renk sistemidir (Paravina ve Powers, 2004) (Şekil 2.3.1).



Şekil 2.1. Munsell renk sistemi (Paravina ve Powers, 2004)

Munsell renk sisteminde, rengin görsel özellikleri hue (ton), value (parlaklık) ve kroma (yoğunluk) olarak adlandırılan üç farklı bileşen ile sayısal olarak ifade edilir (Chung, 1994). Bir rengi sayısal olarak ifade etmek için hue, value ve kroma değerleri kullanılır.

Hue: Rengin tonu, ana renktir. Rengi kırmızı, mavi veya yeşil olarak tanımlayarak diğer renklerden ayırt edilmesini sağlayan renk bileşenidir. Munsell renk sisteminde, 10 adet renk tonu bulunur ve harfler kullanılarak kısaltma şeklinde kullanılır. Kırmızı (Red=R), sarı-kırmızı (Yellow Red=YR), sarı (Yellow=Y), yeşil (Green=G), yeşil sarı (Green Yellow=GY), mavi (Blue=B), mavi-yeşil (Blue Green=BG), mor-mavi (Purple Blue=PB), mor (Purple=P), kırmızı-mor (Red Purple=RP) olarak tanımlanır (Fondriest, 2003). Vita skalasında renk tonu A (turuncu), B (sarı), C (sarı-gri), D (kahverengi, turuncu-gri) olarak kullanılır (Türker ve Biskin, 2002). Yaşlanma ile birlikte renklendirici gıda tüketimi, sigara kullanımı, internal veya eksternal renklenmeler gibi nedenlerle, dişlerde renk değişiklikleri görüldüğü bildirilir (Paravina ve Powers, 2004).

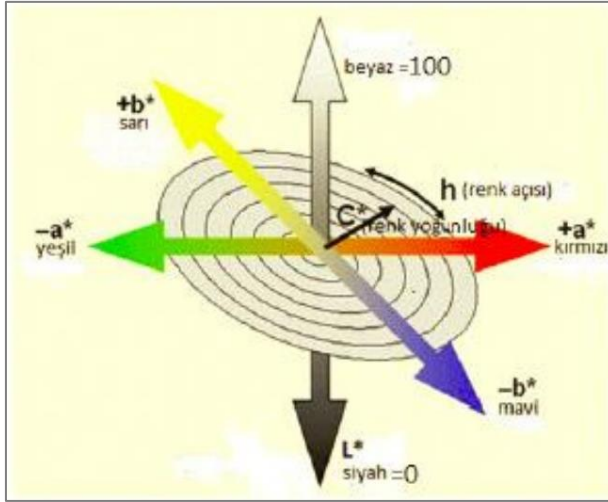
Value: Rengin parlaklığını ifade eder. Cisimden geri dönen ışık miktarını anlatır. Renk seçiminde en önemli olan bileşendir (Paravina ve Powers, 2004). Saf siyah (0) ve saf beyaz

(10) arasındaki parlaklığın derecesini belirten grinin farklı tonları olarak tanımlanır. Koyu renkler düşük parlaklık derecelerini belirtirken, açık renkler yüksek parlaklık derecelerini belirtir. Munsell renk sisteminde, saf siyah (0) ve saf beyaz (10) ulaşılabilir değerler olarak öngörüldüğü için, bu sistemde parlaklığın 9 değeri vardır (Türker ve Biskin, 2002). Farklı iki renk, eşit parlaklık değerine sahip olabilir (Chu ve diğerleri, 2004). Renk tespitini zorlaştıran faktörler vardır. Dişlerin kole bölgesinde parlaklık değeri düşük olduğu için, bu durumun renk tespitini zorlaştıran bir faktör olduğu bildirilir (Türker ve Biskin, 2002).

Kroma: Rengin pigment yoğunluğunun derecesidir. Doygunluk veya yoğunluk olarak ifade edilir. Value ile kroma ters orantılı kavramlardır. Kroma, Vita renk skalasında sayılar (A1: A2: A3: A3,5 vd.) ile ifade edilir (Türker ve Biskin, 2002). 1 en düşük kroma ve en yüksek value değerini işaret ederken, 4 en yüksek kroma ve en düşük value değerini işaret eder. Bireylerde yaşı artmasıyla, dişlerin kroma değerlerinin arttığı bildirilir (Paravina ve Powers, 2004).

### 2.3.2. CIEL\*a\*b\* renk sistemi

“Comission Internationale de l’Eclairage”(CIE ) tarafından 1976 yılında tanımlanan ve rengin sayısal olarak ifade edilebilmesini sağlayan diğer bir sistem, CIE L\* a\* b\* renk sistemidir. Bu sistemde L\* parametresi, Munsell renk sistemindeki value değerine karşılık gelir ve rengin açıklık koyuluk, parlaklık değeri ile ilgili bilgi verir. L\* değeri saf siyah renkte 0, saf beyaz renkte ise 100 olarak kabul edilir (Joiner, 2004). a\* parametresi kırmızı-yeşil ekseninde, b\* parametresi ise sarı-mavi ekseninde rengin yoğunluğunu tanımlar. Pozitif a\* kırmızılık, negatif a\* yeşillik, pozitif b\* sarılık, negatif b\* mavilik değerlerini ifade etmek için kullanılır (Guler, Kurt ve Kulunk, 2005).



Şekil 2.2. CIE L\* a\* b\* renk sistemi

CIE L\* a\* b\* renk sisteminde renk değişiminin derecesinin saptanabilmesi için  $\Delta E$  parametresi kullanılır (Karamouzou, Papadopoulos, Kolokithas ve Athanasiou, 2007).  $\Delta E$  parametresi şu şekilde hesaplanır.

$$\Delta E_{2-1} = [(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2]^{1/2} = [(L_2 - L_1)^2 + (a_2 - a_1)^2 + (b_2 - b_1)^2]^{1/2} \quad (2.1)$$

$\Delta E$  formülünde bulunan  $L_1$ ,  $a_1$  ve  $b_1$  ilk ölçüm değerlerini ifade ederken,  $L_2$ ,  $a_2$  ve  $b_2$  ise ikinci ölçüm değerlerini ifade eder (Braun, Jepsen ve Krause, 2007). Formülde yer alan  $\Delta L$  parlaklık değerleri arasındaki farkı,  $\Delta a$  kırmızı-yeşil eksen arasındaki farkı,  $\Delta b$  ise mavi-sarı eksen arasındaki farkı belirtir.  $\Delta E \geq 3,3$  olduğunda, renk değişiminin göz ile algılanabildiği bildirilir (Buchalla, Attin, Hilgers ve Hellwig, 2002; Lee, El Zawahry, Noaman ve Powers, 2000). CIE L\* a\* b\* renk sisteminde ölçüm sonuçlarının sayısal değerler ile ifade edilebilmesi sayesinde standardizasyon sağlanmış olur (Hindle ve Harrison, 2000).

#### 2.4. Diş Hekimliğinde Kullanılan Renk Ölçüm Yöntemleri

Renk ölçümünün yapılmasında pek çok farklı yöntem kullanılır. Renk skalaları ile subjektif değerlendirmeler yapılırken dijital cihazların kullanımı ile objektif sonuçlar elde edilir (Joiner, 2004).

### 2.4.1. Geleneksel renk ölçüm yöntemleri

Renk algısı subjektif olarak değerlendirilen ve ölçümlerin tekrarlanması sırasında farklılıklar görülebilen psikofizyolojik bir olaydır (Chu ve diğerleri, 2004). Dişlerin insizal kenarı ile gingival kenarı arasında renk farklılığı bulunduğu için renk ölçümü orta üçlünden yapılmalıdır (Greenwall, 2001). Geleneksel yöntemlerle renk ölçümü yapılırken sonucu etkileyebilecek birçok faktör bulunur. Ortamda bulunan ışığın şiddeti ve özellikleri, ölçümü yapan klinisyenin mesleki deneyimi, yaşı, cinsiyeti, o anki yorgunluk durumu ve psikolojik durumu gibi şahsi faktörler, renk seçimi için kullanılan skalanın özellikleri, klinisyen ile ölçüm yapılacak dişin konumları gibi birçok faktör ölçüm sonucunu etkiler (Kurt ve diğerleri, 2016).

#### Renk skalaları

Diş hekimliğinde renk tespiti için faydalanılan en geleneksel yöntem, renk skalalarının kullanımıdır (Al Shethri, Matis, Cochran, Zekonis ve Stropes, 2003; Luk, Tam ve Hubert, 2004). Ölçüm için kullanılan renk skalası genellikle standart renklere sahiptir. Skalada bulunan renkler, açık renkten koyuya doğru yer almalı ve value, hue, kroma sırası ile renk tespiti yapılmalıdır (Greenwall, 2001). Renk skalalarının avantajları düşük maliyetli olması ve uygulama kolaylığıdır. Renk skalası ile renk tespitinin subjektif olması, skalada yer alan renk tonları ile doğal dişlerin renk özelliklerinin tam olarak örtüşmemesi gibi çeşitli dezavantajları bulunur (Luk ve diğerleri, 2004).

Vita Classic (Vita, Bad Sackingen, Germany) renk skalası en çok kullanılan renk skalasıdır. Bu sistemde B1 (en açık renk) ile C4 (en koyu renk) arasında 1'den 16'ya kadar skorlanmış olan değerler vardır (Chen ve diğerleri, 2012). Güncel renk skalaları arasında, Chromascop (Ivoclar-Vivadent, Schaan, Liechtenstein) ve Vitapan 3D-Master (Vita) sistemleri yer alır.

### 2.4.2. Dijital renk ölçüm yöntemleri

Renk tespitinde, geleneksel yöntemlerin dezavantajlarının ortadan kaldırılması için, kolorimetre, spektrofotometre, spektoradyometre ve dijital kameralar gibi cihazlar geliştirildi. Bu cihazlar ile objektif, tekrarlanabilen ve sayısal değerlerin elde edildiği renk ölçümü yapmak mümkündür. Cihazda, dedektör, sinyal toplayıcı ve sinyali sayısal bir değere dönüştüren yazılım programı bulunur. Böylece, klinisyen tekrarlanabilen, objektif, sayısal

değerler elde eder. Dijital renk tespiti, maliyetinin yüksek olması ve kalibrasyon hatalarına bağlı olarak yanıltıcı sonuçların ortaya çıkması gibi dezavantajları vardır (Ivan ve Rade, 2009).

#### RGB (red green blue) cihazları

Cihaz, kameraya sahiptir ve kırmızı, yeşil, mavi ışık kullanılarak renk tespiti yapar. Çalışma prensibi oldukça basittir. Araştırmacılar, RGB cihazı kullanılarak detaylı renk verileri elde edilemeyeceğini bildirir (Ivan ve Rade, 2009).

#### Kolorimetreler

Kolorimetreler, ışığın dalga boyu ve yoğunluğuna göre renk tespiti yapan cihazlardır. Bu sistemlerde renk üç boyutlu olarak  $L^* a^* b^*$  ekseninde veya X, Y, Z ekseninde tanımlanır. Cihazda, renk reseptörlerine karşılık gelen filtreler bulunur. Objeden yansıyan ışığın filtreden geçmesiyle renk tespiti yapılır. Filtreler kullanıma bağlı olarak eskidiği zaman cihazın hassas, doğru, tekrarlanabilir ölçüm yapması ve CIE  $L^* a^* b^*$  renk sistemi ile uyumlu sonuçlar verme olasılığı düşer. Kolorimetrelerin bir başka dezavantajı, düz ve küçük yüzeylerin rengini tespit etmek için tasarlanmış olmalarıdır. Bu yüzden düz bir yüzeye sahip olmayan veya anomaliye sahip dişlerde kolorimetre kullanımı sonucunda hatalı değerler elde edildiği bildirildi. Ayrıca intraoral kullanımlarında, özel aparatlara ihtiyaç olduğu belirtildi. Tüm bu dezavantajlarına rağmen, kullanımlarının basit olması ve spektrofotometrelere kıyasla daha ekonomik olmaları gibi çeşitli avantajları vardır (Ivan ve Rade, 2009).

#### Spektrofotometreler

Objeden yansıyan veya iletilen ışık miktarına göre renk tespiti yapan cihazlardır. Spektrofotometre, dedektör, monokromatör ve ışık kaynağından oluşur. Çalışma prensibi, objeden yansıyan ışık ile beyaz bir alandan yansıyan ışığın birbirine oranlanmasıdır (Wee, Monaghan ve Johnston, 2002). Spektrofotometreler CIE  $L^* a^* b^*$  renk sistemini kullanarak rengi sayısal değerler ile ifade ederek objektif, tekrarlanabilir ve tutarlı sonuçlar vermeleri sayesinde renk tespitinde en güvenilir cihazlar olarak kullanılır. Diş hekimliğinde rengin değerlendirilmesinde spektrofotometrenin öncelikli olarak tercih edilmesinin başlıca nedenleri objektif, tekrarlanabilir, güvenilir ve ayrıntılı sonuçlar vermesidir. İnsan gözünün algılayamadığı renk farklılıklarını, sahip oldukları sensörler ile tespit eder. Birden çok ışık

kaynağına sahip olmaları sayesinde metamerizmi ayırt ederler. Spektrofotometre diş hekimliğinde, kompozit rezin restorasyon, porselen restorasyon, dental materyallerin renklerinin değerlendirilmesi, renk skalaları ve objeler arasındaki renk farklılıklarının tespit edilmesinde kullanılır (Paravina ve Powers, 2004) . İntraoral bölgeden diş renginin belirlenmesinde klinik kullanımlarının zor olması ve maliyetinin yüksek olması gibi dezavantajları vardır (Tung, Goldstein, Jang ve Hittelman, 2002). Kolorimetre metamerizmi değerlendiremezken spektrofotometre ile metamerizm ayırt edilir. Düz olmayan yüzeylerden de ölçüm yapmaları avantajları arasındadır. Spektrofotometrelerin, geleneksel renk ölçüm yöntemleri ile kıyasladığımızda, %33 oranında daha doğru ölçüm yaptığı bilinir. Araştırmacılar, spektrofotometrelerin %93 gibi yüksek oranda doğru ve tutarlı sonuçlar verdiğini bildirir (Paul, Peter, Pietrobon ve Hämmerle, 2002).

#### Spektroradyometreler

Spektroradyometreler, ışığın farklı dalga boylarındaki yoğunluğunu ölçerek değerlendirilen objenin optik özelliklerini radyometrik olarak belirlerler. Diş hekimliğinde daha çok, diş renginin belirlenmesi ve seramik kor materyalinin translüsensi değerinin belirlenmesi için kullanılırlar (Brewer, Wee ve Seghi, 2004; Schmitter, Mussotter ve Hassel, 2008). Kullanımı sırasında cihazın pozisyonundaki en ufak bir değişiklik bile ölçüm sonuçlarında fark yaratabilir o yüzden kullanımı sırasında dikkatli olunmalıdır (Park, Lee ve Lim, 2006).

#### Dijital kameralar

Son yıllarda dijital kamera kullanımının daha yaygın hale gelmesinin en önemli nedeni, dişlerin renk ölçümlerinin tek bir noktadan değil tüm yüzeyinin değerlendirilerek yapılmasıdır. Ortam koşulları standart hale getirilerek dişlerin görüntüleri dijital kameralar ile kaydedilir, dijital kamera bir bilgisayara bağlıdır ve bu sonuçlar bilgisayar tarafından CIE  $L^*a^*b^*$  renk sistemi parametreleri olarak değerlendirilir (Joiner, 2006). Bu sistemin unsurları, dijital kamera ve bu kameraya bağlı bulunan bilgisayar, görüntüyü yakalayan sürücü, bilgisayar yazılımı, renk sensörüdür Cihazın kullanımı veya kalibrasyonun yapılması sırasında hatalı davranılmasının yanlış ölçüm sonuçlarına neden olduğu bildirilir (Paravina ve Powers, 2004).

## 2.5. Yüzey Pürüzlülük Ölçüm Yöntemleri

Beyazlatma işleminden sonra yüzey pürüzlülüğü artar. Beyazlatma sonrası polisaj ve remineralize edici ajan uygulaması yapılmazsa bakteri kolonizasyonu ve pigmentlerin adezyonuna neden olur (de Abreu ve diğerleri, 2011; Khoroushi, Shirban, Doustfateme ve Kaveh, 2015). Pürüzlü yüzeylerde aşınma ve sürtünme katsayısında artış görülür. Yüzey pürüzlülüğünün değerlendirilmesi için mekanik profilometre, optik profilometre, taramalı elektron mikroskobu (SEM), atomik kuvvet mikroskobu (AFM) gibi çeşitli cihazlar kullanılır (Kakaboura, Fragouli, Rahiotis ve Silikas, 2007).

### 2.5.1. Mekanik profilometre

Mekanik profilometre ile yüzey pürüzlülüğü değerlendirmesinde, iki boyutlu ölçüm yapılarak pürüzlülük saptanır. Mekanik sensörler elmas uç yardımıyla yatay yönde yüzeyi kaydeder. Uç, örnek yüzeyinde hareket ederken var olan pürüzlü yüzeyler nedeniyle dikey yönde hareket eder ve oluşan elektriksel akım farklılıkları kaydedilir. Yüzeyin topografisi ile ilgili elde edilen veriler grafik olarak veya sayısal değer olarak elde edilir. Araştırmacılar, yüzeyde bulunan olukların elde edilen verileri etkilememesi için farklı açılarla ölçümler yapılmasını tavsiye eder (Heintze, Forjanic ve Rousson, 2006).

Profilometre Ra, Rz, Rpm, Rmax, Rp, Rt gibi çeşitli parametreleri hesaplar.

Ra: Yüzeyin ortalama pürüzlülüğünü ifade eder. Ra değeri, yüzeydeki tüm pürüzlülük mesafesinin merkez noktaya olan uzaklığı ölçülüp aritmetik ortalamasının elde edilmesiyle hesaplanır. Yüzey pürüzlülüğü, aritmetik ortalama pürüzlülük değeri (Ra) olarak tanımlanır (İnan, Tamam ve Bağış, 2008).

Rz: Peşpeşe gelen beş maksimum yükseklik ve derinlik ortalamasını ifade eder.

Rpm: Peşpeşe gelen beş örnek alanındaki ana derinlik değerini ifade eder. Rpm değeri, yüzeyin şekli konusunda bilgi verir. Rpm değerinin küçük olması dar vadili ve geniş tepeleri olan yüzeyleri gösterirken rpm değerinin büyük olması ise sivri ve keskin kenarları olan yüzeyleri gösterir.

Rpm/Rz oranı, yüzey profili konusunda bilgi verdiği için önemli bir değerdir. Rpm/Rz oranı 0,5'den küçük ise yüzey yuvarlak kenarlıdır, 0,5'den büyük ise yüzey keskin kenarlıdır.

Rmax: Belirli bir mesafede bulunan en derin ve en yüksek noktalar arasındaki mesafeyi ifade eder.

### **2.5.2. Optik profilometre**

Optik profilometre ile yüzey pürüzlülüğü değerlendirmesinde, üç boyutlu ölçüm yapılarak yüzey pürüzlülüğü saptanır. Cihaz tarama işlemini, yüzey ile mekanik temas sağlamadan, optik ışın ile gerçekleştirir. Araştırmacılar, cihazın optik bölümlerinin, 100 nm<sup>2</sup>'lik bir alanda bir kaç nanometrelik çözünürlük sağladığını bildirir (Joniot, Salomon, Dejou ve Grégoire, 2006).

### **2.5.3. Taramalı elektron mikroskobu (SEM)**

Taramalı elektron mikroskobu kullanılarak değerlendirilecek yüzeyin detaylı görüntüsünü elde edilir ve restoratif diş hekimliğindeki kullanım alanı yaygındır. Test örneklerini üç boyutlu olarak inceleme imkanı sağlar. Odak derinliği, görüntü analizi ve bu görüntüleri birleştirme özelliği sayesinde, taramalı elektron mikroskobu, yüzey pürüzlülüğü değerlendirmelerinde kullanılan bir mikroskop haline geldi. Araştırmacılar, bilgisayar ve mikro işlemcinin mikroskopla birlikte kullanılmasının cihazın kullanımında kolaylık sağladığını belirtir (Al-Nazhan, 2004; Breschi ve diğerleri, 2003). Taramalı elektron mikroskopunda görüntü elde etme işlemi, yüksek hızdaki elektronların değerlendirilecek test örneğinin üzerine gönderilmesi prensibine dayanır. Değerlendirme işleminde, test örneğinin yüzeyine gönderilen hızlandırılmış elektronlar, test örneği tarafından absorbe edilir. Test örnekleri, elektron akışının sürekli olması için, 20-1000 nm kalınlıkta Palladyum (Pd) ve Altın (Au) ile kaplanıp, iletken hale getirilir (Paradella ve Bottino, 2012).

### **2.5.4. Atomik kuvvet mikroskobu (AFM)**

Atomik kuvvet mikroskobu, yüzey pürüzlülüğünü üç boyutlu ölçüm yaparak saptar. Çok ince bir uca sahiptir ve örnek yüzeyini bu uç ile tarar. Atomik kuvvet mikroskobunun üç boyutlu ölçüm yapması, vakum işlemi gerektirmemesi ve örnek yüzeyinin kaplanmasına

ihtiyaç duyulmaması gibi çeşitli avantajları bulunur. Ancak düşük hızda tarama yapması, az sayıda örneğe ölçüm yapılabilmesi gibi çeşitli dezavantajları vardır (Gadegaard, 2006).

## 2.6. Yüzey Sertlik Ölçüm Yöntemleri

Kuvvet, cisimleri hareket ettiren, durduran veya şekillerini değiştirebilen bir etkidir. Kuvvet birimi Newton (N) veya kilogram kuvvettir (kgf). Kuvvet uygulanan bir cisim hareket etmezse şekil değişikliğine uğrar. Bunun sonucunda cisimde deformasyon oluşur. Uygulanan kuvvete karşı direnç gösteren bir kütlenin, birim alanına uygulanan kuvvet, stres olarak tanımlanır. Stres birimi Paskal ( $\text{N/m}^2$ )'dır. Diş hekimliğinde, megapaskal (MPa) ( $\text{N/mm}^2$ ) birimi daha sık kullanılır. Kuvvet bir cisme herhangi bir açı ya da doğrultudan uygulanabilir. Karmaşık stres oluşumunda birkaç kuvvet bir araya gelir. Tüm kuvvetlerin bileşeni stresin türünü belirler. Bir cisme kuvvet uygulandığında temel olarak çekme, sıkışma ve makaslama olmak üzere üç tip stres oluşur. Aynı doğrultuda ve ters yönde iki kuvvetin cisme uygulanması ile meydana gelen stres çekme (uzama) stresi olarak tanımlanır. Aynı doğrultuda ve ters yönde iki kuvvetin cisme uygulanması ile meydana gelen stres tipi sıkışma (basma) stresidir. Uygulanan kuvvetler ile cismin yapı taşları birbirine yaklaşmaya zorlanır. Buna karşı cismin yapı taşları yaklaşmaya karşı direnç gösterir. Birbirine paralel, farklı doğrultuda ve zıt yönde iki kuvvetin cisme uygulanmasıyla oluşan stres tipi makaslama (kayma) stresi olarak tanımlanır. Gerilme, uygulanan strese bağlı olarak cismin fiziksel deformasyonudur. Gerilme, kuvvet uygulanan cisimde oluşan boyut değişikliğinin, cismin orijinal boyutuna oranıdır. Boyutsal değişim uygulanan kuvvete ve cismin özelliklerine bağlıdır. Uygulanan kuvvet sonucunda orijinal konumlarından hareket eder veya yer değiştirir. Gerilme bir ölçü birimi ile ifade edilmez ancak kuvvet öncesi ve sonrası cismin boyutsal değişimi oranlanarak sayısal bir değer elde edilir. Her tip stres cisimde deformasyon meydana getirebilir. Tüm cisimler, üzerine etki eden kuvvetler karşısında deformasyona uğrar. Çekme kuvveti ile oluşan deformasyon, uygulanan kuvvet yönünde cismin uzamasıdır. Basma kuvveti ile oluşan deformasyon uygulanan kuvvet yönünde cismin kısılmasıdır. Makaslama kuvvetinde oluşan deformasyon ise önceki boyutuna göre kısmen cismin bir parçasında görülen değişim olarak tanımlanır. Gerilme sonucunda cisimde elastik ya da plastik deformasyon oluşur. Elastik deformasyon geri dönüşümlüdür ve kuvvet ortadan kalkınca cisim eski haline döner. Kuvvetlerin uygulanması sonucu oluşan stres, birim alan başına düşen bileşke kuvveti aşar ve enerji veya çekim kuvveti atomların tamamen ayrıldığı bir noktaya gelirse plastik deformasyon meydana gelir. Plastik

deformasyonda kuvvet ortadan kalksa bile cisim eski haline geri dönemez. Sonuç olarak cisimde kopma ya da kırılma oluşur (Anusavice, 2013).

Bir cismin yüzey sertliği kuvvetler sonucu oluşan streslere karşı direnç göstererek cismi korur. Elastik limitin ölçümünde farklı materyallerin plastik deformasyona uğradıkları başlangıç değerleri karşılaştırılır. Bu amaçla sertlik testleri olarak da tanımlanan batırma ve çizme testleri kullanılır (Swift, Sturdevant, Roberson ve Heymann, 2006). Sertlik ölçüm yöntemleri, uygulanan kuvvet ve kuvvet sonucunda izlenen değişime göre nanosertlik, mikrosertlik veya makrosertlik olarak tanımlanır.

Makrosertlik ölçümlerinde Brinell, Rockwell sertlik ölçüm testleri gibi uygulaması basit ve hızlı sonuç alınabilen testler kullanılır. Ancak bu testlerin dezavantajı, kırılğan cisimlerin test edilmesi için uygun olmamalarıdır. Knoop, Vicker's sertlik ölçüm testleri gibi mikrosertlik ölçümlerinde ise kırılğan cisimlerin ve diş dokularının sertlik dereceleri test edilir. Mikrosertlik testlerinin makrosertlik testlerinden farkı, kullanılan yüklerin ve oluşan izdüşümlerin çok küçük olmasıdır (Anusavice, 2013).

Nano-indentasyon testlerinde ise geleneksel sertlik testleri ile ölçüm yapılamayan, mikro boyuttaki materyallerin indentasyon derinlikleri ölçülür. Bu testlerin mikrosertlik testlerinden en büyük farkı, mikrosertlik testlerinde görsel olarak bir ölçüm yapılırken bu testlerde sertlik değerinin otomatik olarak rapor edilmesidir (Anusavice, 2013).

### **2.6.1. Brinell sertlik ölçüm yöntemi**

Bu test yönteminde 1,6 milimetre çapında sert küçük bir bilye ile belirli sürelerle örnek yüzeyine yük uygulanır. Metal ve metal alaşımlarından oluşan materyallerin sertlik değerini belirlemek için kullanılan en eski yöntemlerden birisidir. Uygulanan yükün, oluşan izin alanına bölünmesi ile Brinell sertlik değeri (BHN) bulunur (Kj, 2003).

Bu testin avantajı, uygulamasının basit olmasıdır ancak daha ileri test yöntemlerinin bir arada kullanılması ile daha güvenilir sonuçlar elde edilir. Testin dezavantajı, elastik özellik gösteren materyaller veya kırılğan materyaller için kullanımının uygun olmamasıdır.

### 2.6.2. Rockwell sertlik ölçüm yöntemi

Ölçüm yöntemi Brinell testine benzemekle birlikte, Brinell testinden en büyük farkı, bu teknikte, yük uygulama sonrası oluşan izin çapının değil, izin penetrasyon derinliğinin ölçülmesidir. Bu test yönteminde çelik bilye ya da koni şeklinde bir uç kullanılarak cisme kuvvet uygulanarak, ucun penetre olduğu derinlik ölçülür. Test yapılırken önce materyale ön yükleme olarak adlandırılan bir yük uygulanır. Uygulama ucu, test edilecek örneğin üzerine getirilir ve örneği sabit tutar. Kadraj sıfırlanarak asıl ağırlık uygulanır. Gerçek yük uygulanıp kaldırıldıktan sonra, ön yükleme kuvveti hala uygulanırken kadranın gösterdiği değer kaydedilir. Uygulama ucunun çapına, uygulanan yüke ve elde edilen penetrasyon derinliğine göre standart sertlik dönüşüm tablosu kullanılarak Rockwell sertlik değeri belirlenir. Uygulama sonucu elde edilen izin derinliğinin az olması, Rockwell sertlik değerinin yüksek olmasını, yani ölçümü yapılan örneğin sert bir materyal olduğunu anlatır. Bu testin dezavantajı, kırılgan özellikteki materyallerin test edilebilmesi için uygun olmamasıdır (Kj, 2003).

### 2.6.3. Shore sertlik ölçüm yöntemi

Plastik veya esnek materyallerin sertlik değerinin belirlenmesi için kullanılan ve diğer testlere oranla daha basit ölçüm yapılabilen bir testtir. Uygulanan yük karşısında, materyalin ne kadar direnç gösterdiği ölçülür. Shoremetre cihazının diğer bir adı Durametre cihazıdır. Ölçüm sonucunda elde edilen değer Durametre sertliği olarak tanımlanır. Elde edilen değer, Durametre ucunun örneğin içine penetre olmasıyla belirlenir. Bu değer, 0-100 birim arasındaki değerlerden oluşan ölçekler ile ifade edilir. Dış hekimliğinde kullanılan materyaller için Shore A ölçeği kullanılır. Uygulama ucu materyale ne kadar çok penetre olursa, sertlik değeri o kadar düşüktür. Uygulama ucu materyale tamamen penetre olursa 0 değeri ölçülür ve bu değer materyalin çok yumuşak olduğunu belirtir. Uygulama ucu materyale hiç penetre olmazsa 100 değeri ölçülür ve bu değer materyalin sert olduğunu belirtir (Anusavice, 2013; Kj, 2003).

### 2.6.4. Mohs sertlik ölçüm yöntemi

Bu testte, bir materyalin başka bir materyal tarafından kazınmasına karşı ne tür direnç gösterdiği tespit edilir. Sertlik değeri önceden bilinen bir madde ile test edilecek örnek

yüzeyinin kazınıp kazınmadığının test edilmesidir. Pürüz içermeyen bir yüzeyin abrazyon direncinin kabaca ölçümüdür ve 1-10 birim arasındaki değerlerden oluşan ölçekler ile ifade edilir. Mohs sertlik testine göre en fazla kazıma direncine sahip olan elmasın değeri 10'dur (Kj, 2003).

#### 2.6.5. Barcol sertlik ölçüm yöntemi

Bu test, yay şeklinde çelik sivri bir uç kullanılarak penetrasyon direncinin ölçülmesi esasına dayanarak sertlik değerlerinin tespit edildiği yöntemdir. Ölçüm yapılacak materyalin yüzeyine penetre olan ucun penetrasyon derinliği, mutlak Barcol sayılarına dönüştürülür. Bu metotta örnekler, 10 kg sabit yük uygulanacak biçimde hazırlanır. Örnekler, Barcol impressor olarak tanımlanan, elle tutulan sertlik ölçerin uç bölümünün altına yerleştirilir. Cihazın üzerindeki gösterge maksimum değere ulaşana kadar, örneğe sabit basınç uygulanır. Gösterge, 0-100 arasında kalibre edilmiş ölçek üzerinde sayısal bir değer verir. Bu test yöntemi, diş hekimliğinde, kompozit rezin restoratif materyallerin polimerizasyon derecesini tespit etmek için kullanılır (Kj, 2003).

#### 2.6.6. Knoop sertlik ölçüm yöntemi

Bu test yönteminde piramit şekilli elmas uç kullanılarak cisme kuvvet uygulanır. Yükleme sonucu oluşan iz eşkenar dörtgen şeklindedir. Eşkenar dörtgenin uzun olan kenarı mikroskop altında ölçülerek değerlendirilir çünkü elastik materyallerin testinde yükün kaldırılmasından sonra ortaya çıkan izde bir miktar elastik düzelme oluşur. Bu düzelme eşkenar dörtgenin kısa olan kenarını etkilediği için, ölçüm sırasında uzun kenar dikkate alınır (Anusavice, 2013).

Knoop sertlik numarası (KHN) Newton cinsinden belirtilen yükün mm<sup>2</sup> olarak belirtilen iz düşüm alanına bölümüdür. Knoop sertlik numarası ne kadar büyükse test edilen doku ya da materyalin sertliği de o derece fazladır (Schulze, Marshall, Gansky ve Marshall, 2003). Knoop sertlik numarası (KHN) şu formül ile hesaplanır;

$$KHN = 1.451 \times \text{kuvvet} / (\text{uzun köşegen})^2 \quad (2.2)$$

Bu testin avantajı, çok sayısa materyalin mikrosertlik değerinin belirlenmesinde kullanılabilmesidir. Örneğin mine ve dentin dokusunun sertlik ölçümünde kullanıldığı gibi, metal ve metal alaşımlarının sertlik ölçümlerinde de kullanılır. Dezavantajları, test edilecek

örnek yüzeyinin düz ve parlak özellikte olmasının gerekmesi ve testin diğer testlere göre daha uzun sürmesidir (Anusavice, 2013).

#### 2.6.7. Vicker's sertlik ölçüm yöntemi

Vicker's sertlik testinin uygulama aşamaları Brinell ve Knoop sertlik testlerine benzemekle birlikte; testte, tabanı kare olan piramit şekilli bir uç kullanılarak cisme kuvvet uygulanır. Yükleme sırasında test örneğinin hareket etmesinin önlenmesi için örnekler mutlaka alt yüzeyinden tablaya sabitlenmelidir. Ayrıca test örneklerinin alt ve üst yüzeylerinin düz olması ve örneklerin yeterli kalınlıkta olması gerekir. Yükleme sonucu oluşan izin köşegenleri, mikroskop altında ölçülerek değerlendirilir. Mikroskop üzerinde bulunan ve birbirine paralel olan iki çizgi, piramitin köşelerine teğet olacak şekilde görüntü ayarlanır. Mikroskop yardımıyla alt ve üst köşelerin ölçümleri kaydedilir. Daha sonra sağ ve sol köşelerin ölçümleri kaydedilir ve böylece ortalama değer tespit edilmiş olur. Vicker's sertlik değeri (VHN), kilogram (Kg) cinsinden belirtilen yükün,  $\text{mm}^2$  olarak belirtilen iz düşüm alanına bölümüdür. Ortaya çıkan izin alanı ne kadar küçükse Vicker's sertlik değeri o kadar büyük olur, değerlendirilen materyalin daha sert olduğu anlamına gelir (Anusavice, 2013). Vicker's sertlik değeri (VHN) şu formül ile hesaplanır;

$$\text{VHN} = 1.854 \times \text{kuvvet} / (\text{taban köşegeni})^2 \quad (2.3)$$

Bu testin avantajı, diş dokularının, çok sert ve kırılgan materyallerin sertlik derecelerinin belirlenmesinde kullanır. Ayrıca elmas ucun dayanıklı olması ve test sonuçlarının güvenli olması da Vicker's sertlik testinin diğer avantajları arasında yer alır.



### 3. GEREÇ VE YÖNTEM

Kişiler tarafından uygulanabilen farklı diş beyazlatma ürünlerinin, diş mine yüzeyinde meydana getirdiği renk değişimi, yüzey pürüzlülüğü ve yüzey mikrosertlik üzerine olan etkisinin *in vitro* olarak değerlendirilmesini amaçlayan tez çalışmamız için gerekli olan etik kurul onayı Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'ndan (evrak tarih ve sayısı: 03.01.2023-E.551601) (sayı: E-21071282-050.99-551601) alındı. Bu tez çalışması Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Restoratif Diş Tedavisi Anabilim Dalı Araştırma Laboratuvarında *in vitro* olarak gerçekleştirildi.

#### 3.1. Gereç

##### 3.1.1. Dişler

Çalışmamıza çürüksüz, restorasyonsuz, çatlak ya da gelişimsel defekti olmayan, periodontal hastalık nedeniyle çekilmiş sağlam maksiller santral kesici dişler dahil edildi. Örneklem hesaplaması için yapılan güç analizinde çalışmada 5 grup (kontrol grubu dahil) ve 2 tekrarlı ölçüm biçiminde olacak araştırma için tekrarlı ANOVA testi yapılacak olup bu kapsamda güç analizinde etki düzeyi 0,20;  $\alpha$  değeri 0,05 ve güç değeri ( $1 - \beta$ ) 0,90 alınmıştır ve toplam örneklem sayısı 150 olarak hesaplanmıştır. Buna göre her grupta renk ve pürüzlülük değerlendirmesi için 15 örneğin, yüzey mikrosertlik değerlendirmesi için de 15 örneğin yer alması gerekmektedir. Çalışmamızda renk ve pürüzlülüğün değerlendirilmesi amacıyla 75 adet insan maksiller santral kesici dişi, mikrosertliğin değerlendirilmesi amacıyla da 75 adet insan maksiller santral kesici dişi olmak üzere toplam 150 adet insan maksiller santral kesici dişi kullanıldı.

Dişler, dezenfeksiyonun sağlanması için çalışma öncesinde % 0.2'lik timol solüsyonu içinde bekletildi. El aletleri kullanılarak diş taşı ve periodontal ligament artıklarından temizlendi. Dişlerin kökleri, düşük devirli bir motor kullanılarak su soğutması altında çift taraflı elmas disklerle mine sement birleşimin 1-2 mm apikalinden kesilerek ayrıldı. Kron pulpası uzaklaştırıldı (Cua ve diğerleri, 2022). Daha sonra dişler labial yüzeyi üstte olacak şekilde PVC (Poli vinil klorür) kalıpların içine, şeffaf oto polimerizan akrilik (Akrodent, Koca Kimya ve Dental Ltd. Şti., Ankara, Türkiye) kullanılarak yerleştirildi. Akril polimerizasyonunu tamamladıktan sonra test örnekleri PVC kalıpların içinden çıkarıldı.

Düz bir mine yüzeyi elde etmek için dişlerin labial yüzeyleri 600 rpm hızda 15 saniye süre ile 600, 800, 1200 ve 2000 grid'lik zımpara kağıtları kullanılarak su soğutmalı dönen zımpara cihazı ile (Mecapol P 230 presi, Fransa) pürüzsüz hale getirildi (Resim 3.1) (de Oliveira, Baia, Ribeiro, e Souza ve Loretto, 2018).

Dehidratasyonu önlemek amacıyla hazırlanan test örnekleri başlangıç ölçümleri yapılana kadar distile su içinde bekletildi (AlShehri, AlRefeai, AlZamil, AlOtaibi ve AlKinani, 2022).



Resim 3.1. Zımpara cihazı

### 3.1.2. Çalışmada kullanılan beyazlatıcı materyaller

Tez çalışmamızda kullandığımız beyazlatıcı gargara, beyazlatıcı kalem, beyazlatıcı band, ışık ile aktive beyazlatıcı sistem ve ev tipi beyazlatıcı sistemin içerikleri ve üretici firmaları Çizelge 3.1’de yer almaktadır.

Çizelge 3.1. Kullanılan beyazlatıcı materyallerin içeriği

| Materyal                                                                                                   | Üretici Firma                                    | İçerik                                                                                                                                                         | Lot numarası |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| Beyazlatıcı ağız gargarası<br>Crest 3D White Glamorous White                                               | Protector Gamble, Cincinnati, Ohio, ABD          | Su, gliserin, propilen glikol, hidrojen peroksit, sodyum hekzametafosfat, poloksamer 407, tatlandırıcı, sodyum sitrat, sodyum sakkarin, sitrik asit, sukraloz. | 13195395RB   |
| Beyazlatıcı kalem<br>Colgate Optic White Overnight                                                         | Colgate-Palmolive, New York, ABD                 | Denatüre alkol, akrilatlar/oktilakrilamid, kopolimer, su, %3 hidrojen peroksit.                                                                                | 1267US2810   |
| Beyazlatıcı band<br>Crest 3D Whitestrips Dental Whitening Kit Glamorous White                              | Protector Gamble, Cincinnati, Ohio, ABD          | PVP, PEG-8, su, %6 hidrojen peroksit, akrilat kopolimer, sodyum hidroksit, sodyum sakkarin.                                                                    | 2124V43      |
| Işık ile aktive beyazlatıcı sistem<br>Osveld Dentalight Go Mavi Işık Teknolojisi ile Diş Beyazlatma Cihazı | Buddy Dış Ticaret ve Sanayi Ltd Şti, İzmir       | %6 Hidrojen peroksit, karbomer, mentol EDTA, gliserin, sodyum hidroksit                                                                                        | 49740S652    |
| Ev tipi beyazlatıcı sistem<br>Opalescence PF %10 Melon                                                     | Ultradent Products, Inc. South Jordan, Utah, ABD | Gliserin, su, ksilitol, %10 üre (karbamid) peroksit, karbomer, PEG-6, sodyum hidroksit, kavun aroması, EDTA, potasyum nitrat, sodyum florür.                   | BPPWR        |

### 3.1.3. Çalışmada kullanılan yapay tükürük

Çalışmamızda kullanılan yapay tükürük Eisenburger ve arkadaşlarının yöntemine göre Hacettepe Üniversitesi Eczacılık Fakültesi'nde hazırlandı (Eisenburger, Hughes, West, Shellis ve Addy, 2001). Çizelge 3.2'de yapay tükürüğün hazırlanmasında kullanılan materyaller yer almaktadır.

Çizelge 3.2. Yapay tükürüğün bileşenleri

| Bileşen                                                                | Miktar (mmol/l) |
|------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| Kalsiyum Klorür Dihidrat ( $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) | 0.7             |
| Magnezyum Klorür ( $\text{MgCl}_2$ )                                   | 0.2             |
| Potasyum Dihidrojen Fosfat ( $\text{KH}_2\text{PO}_4$ )                | 4.0             |
| (4-(2-hidroksietil)-1-piperazineetansulfonik asit) (HEPES)             | 20.0            |
| Potasyum Klorür (KCl)                                                  | 30.0            |

### Yapay tükürüğün hazırlanışı

$\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{MgCl}_2$ ,  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ ,  $\text{KCl}$  ve HEPES yukarıda belirtilen miktarlarda tartılarak distile suda çözündürüldü ve distile su ile 1 L'ye tamamlandı. Çözeltinin pH'sı, %10'luk NaOH çözeltisi ile 7.0'ye ayarlandı.

#### **3.1.4. Renklendirme işlemi için kullanılan kahve solüsyonu**

Test örneklerinin renklendirilmesinde, kahve solüsyonu kullanıldı. Nescafe Classic (Nescafe Classic, Nestle Türkiye Gıda Sanayi AŞ, Maslak, İstanbul) (16 gr toz ), 200 ml kaynatılmış bekletilmiş su ile karıştırılarak kahve solüsyonu hazırlandı (Kobayashi ve diğerleri, 2021). Resim 3.2'de renklendirme işlemi için kullanılmış olan ürün yer almaktadır. Renklendirme işlemi 14 gün boyunca sürdü, kahve solüsyonu günlük olarak yenilendi (S. S. Al-Angari, G. J. Eckert ve A. H. Sabrah, 2021).



Resim 3.2. Kahve solüsyonu

#### **3.1.5. Spektrofotometre**

Test örneklerinin renk değerlendirmesinde, Vita Easy Shade V (Vita Zahnfabrik, H. Rauter GmbH Co. Bad Sackingen, Almanya) spektrofotometre cihazı kullanıldı (Resim 3.3). Standardizasyonun sağlanması için, her gün aynı saatte ve aynı ortamda renk ölçümü gerçekleştirildi. Her ölçüm öncesi cihaz kalibre edildi, beyaz zemin üzerinde renk ölçümleri gerçekleştirildi. Spektrofotometre ile CIE  $L^*a^*b^*$  renk sistemine göre üç ölçüm gerçekleştirildi. Bu üç ölçümün aritmetik ortalaması alındı ve L, a, b değerleri çalışmada kullanıldı. Daha sonra L, a, b değerleri kullanılarak  $\Delta E_{ab}$  değerleri aşağıda yer alan formüle göre hesaplandı.

$$\Delta E_{ab} = [(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2]^{1/2} = [(L_2 - L_1)^2 + (a_2 - a_1)^2 + (b_2 - b_1)^2]^{1/2} \quad (2.1)$$



Resim 3.3. Spektrofotometre

### 3.1.6. Profilometre

Test örneklerinin yüzey pürüzlülük ölçümü, yüzey profilometre cihazı (Surfest SJ-301, Mitutoyo®, Tokyo, Japonya) ile gerçekleştirildi (Resim 3.4). Ölçümlerden önce cihaz, üretici firmanın talimatları doğrultusunda kalibrasyon bloğu yardımıyla kalibre edildi. Örnek yüzeyi ile cihazın uç kısmı aynı yönde olacak şekilde üç farklı noktadan ölçüm yapıldı. Çalışma koşullarını standardize etmek için 0,08 mm ölçüm uzunluğunda, 0,5 mm/sn ölçüm hızında olacak şekilde cihaz ayarlanarak ölçümler gerçekleştirildi. Bu üç ölçümün aritmetik ortalaması, ortalama yüzey pürüzlülük değeri (Ra) olarak kaydedildi.



Resim 3.4. Profilometre cihazı

### 3.1.7. Vicker's sertlik ölçüm cihazı

Test örneklerinin yüzey mikrosertlik değerlerinin ölçümü, Vicker's mikrosertlik test cihazı (Shimadzu® HMV-2, Kyoto, Japonya) ile gerçekleştirildi (Resim 3.5). Test örneklerine 10 sn boyunca 9,087 N (Newton) yük uygulandı (Tak, Lim, Lim ve Jung, 2020). Test örneklerinin yüzeyinde meydana gelen eşkenar dörtgenin iz düşüm köşegenleri, x40 büyütmeli oküler altında işaretlenerek, her test örneğinden birbirine mesafesi 100  $\mu$ m olacak biçimde üç farklı noktadan ölçüm gerçekleştirildi. Bu üç ölçümün aritmetik ortalaması, Vicker's mikrosertlik değeri olarak kaydedildi.



Resim 3.5. Sertlik cihazı

### 3.2. Yöntem

Tez çalışmamızın akış şeması şu şekildedir;

1. Çürüksüz, çatlak olmayan, restorasyonsuz maksiller santral kesici dişlerin toplanması (n=150),
2. Test örneklerinin hazırlanması,
3. Başlangıç renk ve yüzey pürüzlülük ölçümlerinin yapılması (n=15). Başlangıç yüzey mikrosertlik ölçümlerinin yapılması (n=15),
4. Test örneklerinin 14 gün boyunca kahve solüsyonda renklendirilmesi,
5. Renklendirme sonrası renk, yüzey pürüzlülük ve yüzey mikrosertlik ölçümlerinin yapılması,
6. Test örneklerinin randomize bir şekilde 5 gruba ayrılması,
  - Grup 1: Beyazlatıcı gargara
  - Grup 2: Beyazlatıcı kalem
  - Grup 3: Beyazlatıcı band
  - Grup 4: Işık ile aktive beyazlatıcı sistem
  - Grup 5: Ev tipi beyazlatıcı sistem
7. Beyazlatıcı ürünlerin uygulanması,
8. Beyazlatma uygulamasını takiben test örneklerinin renk, yüzey pürüzlülük ve yüzey mikrosertlik ölçümlerinin yapılması,
9. Sonuçların istatistiksel olarak analiz edilmesi.

#### 3.2.1. Dişlerin hazırlanması

Dişler, dezenfeksiyonun sağlanması için çalışma öncesinde %0,2'lik timol solüsyonu içinde bekletildi. El aletleri kullanılarak diş taşı ve periodontal ligament artıklarından temizlendi. Dişlerin kökleri, düşük devirli bir motor kullanılarak su soğutma altında, çift taraflı elmas disklerle mine sement birleşimin 1-2 mm apikalinden kesilerek ayrıldı. Kron pulpası uzaklaştırıldı (Cua ve diğerleri, 2022). Daha sonra dişler labial yüzeyi üstte olacak şekilde PVC (Polivinilklorür) kalıpların içine, şeffaf oto polimerizan akrilik (Akrodent, Koca Kimya ve Dental Ltd. Şti., Ankara, Türkiye) kullanılarak yerleştirildi. Akril polimerizasyonunu tamamladıktan sonra test örnekleri PVC kalıpların içinden çıkarıldı.

Düz bir mine yüzeyi elde etmek için dişlerin labial yüzeyleri 600 rpm hızda 15 saniye süre ile 600, 800, 1200 ve 2000 grid'lik zımpara kağıtları kullanılarak su soğutmalı dönen zımpara cihazı ile (Mecapol P 230 presi, Fransa) pürüzsüz hale getirildi (de Oliveira ve diğerleri, 2018).

Dehidratasyonu önlemek amacıyla hazırlanan test örnekleri, başlangıç ölçümleri yapıldıktan sonra kapaklı kutularda distile su içinde bekletildi (Alshehri ve diğerleri, 2022).

### 3.2.2. Başlangıç ölçümlerinin yapılması

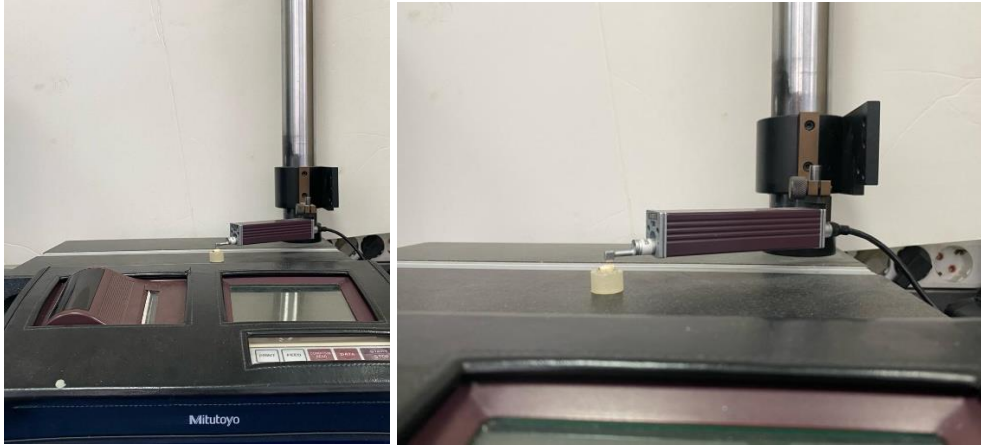
Test örneklerinin renk ölçümleri Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Restoratif Diş Tedavisi Anabilim Dalı laboratuvarında gerçekleştirildi. Distile su içinde bekletilen test örneklerinin hafifçe nemi alınarak başlangıç renk ölçümleri beyaz bir arka plan kullanılarak yapıldı. Dişlerin orta üçlüsüne spektrofotometrenin ucu dik açı yapacak şekilde yerleştirildi ve CIE L\*a\*b\* renk sistemine göre üç farklı ölçüm yapıldı (Resim 3.6). Bu üç ölçümün aritmetik ortalaması alınarak L, a, b değerleri çalışmada kullanıldı. Ölçümlerin tümü günün aynı saatinde ve aynı ortamda olacak şekilde standardize edildi. Her örneğin ölçümünden önce, cihazın üretici firma önerileri doğrultusunda kalibrasyonu yapıldı.



Resim 3.6. Test örneklerinin spektrofotometre ile renk ölçümü

Renk ölçümünden hemen sonra test örnekleri yüzey pürüzlülük değerlendirmesine tabi tutuldu. Örneklerin yüzey pürüzlülüğü testleri Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Restoratif Diş Tedavisi Anabilim Dalı laboratuvarında gerçekleştirildi. Ölçümlerden önce

cihaz, üretici firmanın talimatları doğrultusunda kalibrasyon bloğu yardımıyla kalibre edildi. Örnek yüzeyi ile cihazın uç kısmı aynı yönde olacak şekilde üç farklı noktadan ölçüm yapıldı (Resim 3.7). Çalışma koşullarını standardize etmek için 0,08 mm ölçüm uzunluğunda, 0,5 mm/sn ölçüm hızında olacak şekilde cihaz ayarlanarak ölçümler gerçekleştirildi. Bu üç ölçümün aritmetik ortalaması, ortalama yüzey pürüzlülük değeri (Ra) olarak kaydedildi.



Resim 3.7. Test örneklerinin profilometre cihazı ile yüzey pürüzlülük ölçümü

Mikrosertlik ölçümleri için hazırlanan test örneklerinin değerlendirmeleri Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Restoratif Diş Tedavisi Anabilim Dalı laboratuvarında gerçekleştirildi. Distile su içinde bekletilen test örneklerinin hafifçe nemi alındı. Uygulama sırasında örneklerin hareket etmesinin engellenmesi için örnekler cihazın tablasına çift taraflı selo bant ile sabitlendi. Daha önceki çalışmalarda gerçekleştirildiği gibi test örneklerinin yüzeyine 9,087 N (Newton) yük 10 saniye süre ile uygulandı (Resim 3.8) (Tak ve diğerleri, 2020). Test örneklerinin yüzeyinde meydana gelen eşkenar dörtgenin iz düşüm köşegenleri, x40 büyütme mikroskopü altında işaretlenerek, her test örneğinden birbirine mesafesi 100  $\mu$ m olacak biçimde üç farklı noktadan ölçüm gerçekleştirildi. Bu üç ölçümün aritmetik ortalaması, Vicker's mikrosertlik değeri olarak kaydedildi.



Resim 3.8. Test örneklerinin sertlik cihazı ile yüzey mikrosertlik ölçümü

### 3.2.3. Renklendirme işleminin yapılması

Başlangıç ölçümlerinin tamamlanmasının ardından test örnekleri kahve solüsyonunda renklendirildi. Nescafe Classic (Nescafe Classic, Nestle Türkiye Gıda Sanayi AŞ, Maslak, İstanbul) (16 gr toz ), 200 ml kaynatılmış bekletilmiş su ile karıştırılarak kahve solüsyonu hazırlandı (Kobayashi ve diğerleri, 2021). Kahve solüsyonu içinde test örneklerinin bulunduğu kutulara enjektör yardımıyla örneklerin üst yüzeyini tamamen örtecek şekilde yerleştirildi. Test örneklerinin üst yüzeyinin tamamen kahve solüsyonu ile temas ettiğinden emin olunduktan sonra, kutuların kapakları kapatılıp örnekler etüve yerleştirildi. Test örnekleri, daha önce yapılan çalışmada olduğu gibi, etüvde 37 ° C’de 24 saat boyunca bekletildi ardından kahve solüsyonu yenilenerek 14 gün boyunca renklendirme işlemi devam etti (Al-Angari, Eckert, Sabrah, 2021).

### 3.2.4. Renklendirme sonrası ölçümlerin yapılması

Renklendirme işlemi tamamlanan örnekler, ölçümün hemen öncesinde kahve solüsyonundan çıkarılıp enjektör kullanılarak distile su ile yıkandı, hafif bir şekilde nemi alındı ve tüm örneklerin renk, yüzey pürüzlülük ve yüzey mikrosertlik ölçümleri aynı koşullar altında tekrarlandı.

### 3.2.5. Diş beyazlatma tedavilerinin uygulanması

Çalışmamızda dört farklı, diş hekimi denetimi olmadan hastanın kendisinin evde uyguladığı beyazlatıcı sistem ve kontrol grubu olarak ev tipi beyazlatıcı sistem kullanıldı. Diş beyazlatıcı sistemler seçilirken marketlerden, internetten veya online satış sitelerinden kolaylıkla temin edilebilen ürünlerin kullanılmasına özen gösterildi.

Çalışmada kullandığımız beyazlatıcı sistemlerin uygulama tipleri, içerikleri ve uygulama süreleri gösterilmiştir (Çizelge 3.3).

Çizelge 3.3. Kullanılan diş beyazlatıcı sistemler

| Materyal                                                                                            | Uygulama Tipi                      | İçerik                                                                                                                                                        | Uygulama Süresi                                                                 |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|
| Crest 3D White Glamorous White (Protector Gamble, Cincinnati, Ohio, ABD)                            | Beyazlatıcı ağız gargarası         | Su, gliserin, propilen glikol, hidrojen peroksit, sodyum hekzametafosfat, poloksamer 407, tatlandırıcı, sodyum sitrat, sodyum sakkarin, sitrik asit, sukraloz | 7 gün boyunca, sabah 1 dk ve akşam 1 dk olmak üzere günlük toplam 2 dk uygulama |
| Colgate Optic White Overnight (Colgate-Palmolive, New York, ABD)                                    | Beyazlatıcı kalem                  | Denatüre alkol, akrilatlar/oktilakrilamid, kopolimer, su, hidrojen peroksit                                                                                   | 7 gün boyunca, günlük 8 saat uygulama                                           |
| Crest 3D Whitestrips Dental Whitening Kit Glamorous White (Protector Gamble, Cincinnati, Ohio, ABD) | Beyazlatıcı band                   | PVP, PEG-8, su, hidrojen peroksit, akrilat kopolimer, sodyum hidroksit, sodyum sakkarin                                                                       | 14 gün boyunca, günlük 30 dk uygulama                                           |
| Osveld Dentalight Go (Buddy Dış Ticaret ve Sanayi Ltd Şti, İzmir)                                   | Işık ile aktive beyazlatıcı sistem | Hidrojen peroksit, karbomer, mentol, EDTA, gliserin, sodyum hidroksit                                                                                         | 14 gün boyunca, günlük 10 dk uygulama                                           |
| Opalescence PF %10 Melon (Ultradent Products, Inc. Güney Jordan, Utah, ABD)                         | Ev tipi beyazlatıcı sistem         | Gliserin, su, ksilitol, üre (karbamid) peroksit, karbomer, PEG-6, sodyum hidroksit, kavun aroması, EDTA, potasyum nitrat, sodyum florür                       | 14 gün boyunca, günlük 8 saat uygulama                                          |

#### Beyazlatıcı gargaranın uygulanması

Crest 3D White Glamorous White (Protector Gamble, Cincinnati, Ohio, ABD) beyazlatıcı gargara üreticinin talimatlarına göre 7 gün boyunca, sabah 1 dk ve akşam 1 dk olmak üzere günlük toplam 2 dk uygulama süresi olacak şekilde uygulandı. Distile su içinde bekletilen test örnekleri hafif bir şekilde kurulanıp içine beyazlatıcı gargara konulmuş olan kap içine yerleştirildi. Beyazlatıcı gargaranın test örneklerinin üst yüzeyini tamamen kaplamış

olmasına dikkat edildi. Uygulama sabah 1 dk ve akşam 1 dk olacak şekilde 7 gün boyunca tekrarlandı. Beyazlatıcı gargara uygulamasından sonra test örnekleri, içinde yapay tükürük bulunan kutulara yerleştirildi. Yapay tükürüğün örneklerin üst yüzeyini tamamen örtecek şekilde konulmasına dikkat edildi. Beyazlatma seansları arasında test örnekleri yapay tükürük içinde etüvde 37 ° C’de saklandı. Yapay tükürük günlük olarak değiştirildi. Tüm bu döngü 7 gün boyunca devam etti.



Resim 3.9. Beyazlatıcı gargara

#### Beyazlatıcı kalemin uygulanması

Colgate Optic White Overnight (Colgate-Palmolive, New York, ABD) beyazlatıcı kalem üreticinin talimatlarına göre 7 gün boyunca, tüm gece diş yüzeyine uygulandı. Ürünün iddiası ‘Sadece bir hafta içinde yıllardır bulunan renklenmeyi beyazlatır’ idi. Sağlıklı bir yetişkinin günlük ortalama uyku süresi 8 saat olarak düşünüldüğü için beyazlatıcı kalem günlük 8 saat uygulama süresi kullanıldı. Distile su içinde bekletilen örnekler hafifçe kurulanıp beyazlatıcı kalemin arka kısmı çevrilerek kalemin ucuna yeterli miktarda jel gelmesi sağlandı ve jel tüm diş yüzeyini kaplayacak şekilde test örneklerine uygulandı. Jelin kuruması için birkaç dakika beklendi ve yapay tükürük ile nemlendirilmiş steril gazlı bezlere test örnekleri tek tek sarılarak kutulara yerleştirildi. Daha sonra test örnekleri, etüvde 37 ° C’de 8 saat kalacak şekilde saklandı. 8 saatlik sürenin bitiminde test örnekleri etüvden çıkarılıp enjektör kullanılarak distile su ile yıkandı, hafif bir şekilde silinerek artık jelin tüm diş yüzeyinden uzaklaştırılması sağlandı. Bir sonraki beyazlatma seansına kadar test

örnekleri, yapay tükürük içine yerleştirilip etüvde 37 °C’de saklandı. Yapay tükürük günlük olarak değiştirildi. Tüm bu döngü 7 gün boyunca devam etti.



Resim 3.10. Beyazlatıcı kalem

#### Beyazlatıcı bandın uygulanması

Crest 3D Whitestrips Dental Whitening Kit Glamorous White (Protector Gamble, Cincinnati, Ohio, ABD) üreticinin talimatlarına göre 14 gün boyunca, günlük 30 dk uygulama süresi olacak şekilde uygulandı. Distile su içinde bekletilen test örnekleri hafif bir şekilde kurulanıp, bandlar dişin tüm yüzeyini örtecek boyutta kesilerek tek tek tüm test örneklerine 30 dk boyunca uygulandı. Daha sonra bandlar test örneklerinden çıkarıldı. Test örnekleri enjektör kullanılarak distile su ile yıkandı, hafif bir şekilde silinerek artık jelin tüm diş yüzeyinden uzaklaştırılması sağlandı. Beyazlatıcı bandın uygulamasından sonra test örnekleri, içinde yapay tükürük bulunan kutulara yerleştirildi. Yapay tükürüğün örneklerin üst yüzeyini tamamen örtecek şekilde olmasına dikkat edildi. Beyazlatma seansları arasında örnekler yapay tükürük içinde etüvde 37 °C’de saklandı. Yapay tükürük günlük olarak değiştirildi. Tüm bu döngü 14 gün boyunca devam etti.



Resim 3.11. Beyazlatıcı band

#### Işık ile aktive beyazlatıcı sistemin uygulanması

Osveld Dentalight Go (Buddy Dış Ticaret ve Sanayi Ltd Şti, İzmir) üreticinin talimatlarına göre 14 gün boyunca, günlük 10 dk uygulama süresi olacak şekilde uygulandı. Distile su içinde bekletilen test örnekleri hafif bir şekilde kurulanıp, setin içinden çıkan kalem şeklindeki ürünün uç kısmına yeterli miktarda jel gelmesi sağlandıktan sonra tüm diş yüzeyini kaplayacak şekilde test örneklerine uygulandı. Test örnekleri, ark şeklindeki ışıklı aparata yerleştirilerek 10 dk boyunca jelin ışıqla aktive olması sağlandı. Uygulamanın ardından test örnekleri enjektör kullanılarak distile su ile yıkandı, hafif bir şekilde silinerek, artık jelin tüm diş yüzeyinden uzaklaştırılması sağlandı. Test örnekleri, bir sonraki beyazlatma seansına kadar yapay tükürük içine yerleştirilip etüvde 37 ° C’de saklandı. Yapay tükürük günlük olarak değiştirildi. Tüm bu döngü 14 gün boyunca devam etti.



Resim 3.12. Işık ile aktive beyazlatıcı sistem

### Ev tipi beyazlatıcı sistemin uygulanması

Ev tipi beyazlatmada kullanılan bireysel plakların hazırlanması için Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Protetik Diş Tedavisi Ana Bilim Dalı protez laboratuvarındaki vakum termoform makinesi (Jintai Dental Vakum Makinesi, ÇİN) kullanıldı. Vakum termoform makinesinin tablasına sığacak boyutta akrilik bloklar silikon esaslı ölçü maddesi (Optosil ®, Heraeus Kulzer GmbH, Hanau, Almanya) kullanılarak bir araya getirildi. Sonra bu modellerden, yeniden silikon esaslı ölçü maddesi kullanılarak ölçü alınıp sert alçıdan modeller elde edildi. Bireysel plaklar üreticinin talimatlarına göre hazırlandı. Beyazlatıcı kitin içinden çıkan LC Block-Out rezini alçı modeller üzerine 0,5 mm kalınlıkta uygulanıp VALO LED polimerizasyon cihazı (Ultradent Products Inc., South Jordan, UT, USA) ile her test örneği 5 sn polimerize edildi. Daha sonra alçı modellere kitin içinden çıkan plak materyali uygulandı ve vakum termoform makinesi (Jintai Dental Vakum Makinesi, ÇİN) kullanılarak bireysel plaklar hazırlandı.



Resim 3.13. Bireysel plaklar

Opalescence PF %10 Melon (Ultradent Products, Inc. South Jordan, Utah, ABD) ev tipi beyazlatıcı sistem üreticinin talimatlarına göre 14 gün boyunca, günlük 8 saat uygulama süresi olacak şekilde uygulandı. Distile su içinde bekletilen test örnekleri hafif bir şekilde kurularak bireysel plak içindeki rezervuar alanını dolduracak şekilde beyazlatıcı jel plağın içine yerleştirildi. Plak, silikon esaslı ölçü maddesi ile oluşturulan rehber alana yerleştirilmiş test örneklerinin üzerine takılıp, test örnekleri etüvde 37 °C’de 8 saat boyunca saklandı. 8

saat uygulama süresinin ardından plaklar çıkarıldı ve test örnekleri enjektör kullanılarak distile su ile yıkandı, hafif bir şekilde silinerek artık jelin tüm dış yüzeyinden uzaklaştırılması sağlandı. Plaklar akan su altında temizlendi. Test örnekleri, bir sonraki beyazlatma seansına kadar yapay tükürük içine yerleştirilip etüvde 37 °C’de saklandı. Yapay tükürük günlük olarak değiştirildi. Tüm bu döngü 14 gün boyunca devam etti.



Resim 3.14. Ev tipi beyazlatıcı sistem

### 3.2.6. Beyazlatma tedavileri sonrasında ölçümlerin yapılması

Beyazlatma işlemi tamamlanan örnekler, ölçümün hemen öncesinde yapay tükürükten çıkarılıp enjektör kullanılarak distile su ile yıkandı, hafif bir şekilde nemi alındı ve tüm örneklerin renk, yüzey pürüzlülük ve yüzey mikrosertlik ölçümleri aynı koşullar altında tekrarlandı.

### 3.2.7. İstatistiksel analiz

Çalışmada elde edilen bulgular değerlendirilirken, istatistiksel analizler için IBM SPSS Statistics 22 programı kullanıldı. Parametrelerin normal dağılıma uygunluğu Kolmogorov-Smirnov ve Shapiro Wilks testleri ile değerlendirildi. Normal dağılım gösteren parametrelerin gruplar arası karşılaştırmalarında Oneway Anova testi ve farklılığa neden çıkan grubun tespitinde Tukey HDS testi kullanıldı. Normal dağılım göstermeyen parametrelerin gruplar arası karşılaştırmalarında, Kruskal Wallis testi ve farklılığa neden çıkan grubun tespitinde Dunn’s test kullanıldı. Normal dağılım gösteren parametrelerin grup içi karşılaştırmalarında Tekrarlayan Ölçümlerde Varyans Analizi (post hoc Bonferroni test), normal dağılım göstermeyen parametrelerin grup içi karşılaştırmalarında ise Friedman Testi (post hoc Wilcoxon işaret testi) kullanıldı. Anlamlılık  $p < 0,05$  düzeyinde değerlendirildi.

## 4. BULGULAR

Tüm test örneklerinin başlangıç renk, yüzey pürüzlülük ve yüzey mikrosertlik ölçümleri gerçekleştirildi. Ardından renklendirme işlemi uygulanıp, ölçümler aynı koşullar altında tekrarlandı. Daha sonra diş hekimi denetimi olmadan kişiler tarafından uygulanabilen (OTC) farklı diş beyazlatma ürünleri uygulanıp, tüm ölçümler aynı koşullar altında tekrar gerçekleştirildi. Diş minesinde meydana gelen renk değişimi, yüzey pürüzlülük ve yüzey mikrosertlik değişimleri *in vitro* olarak değerlendirildi.

### 4.1. Renk Değişimi ile İlgili Bulgular

Çizelge 4.1. Grup içi ve gruplar arası renk değerlendirilmesi

|                | $\Delta E_{1-0}$        | $\Delta E_{2-1}$        | $\Delta E_{2-0}$        |                |
|----------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|----------------|
|                | Ort $\pm$ SS (medyan)   | Ort $\pm$ SS (medyan)   | Ort $\pm$ SS (medyan)   | <sup>2</sup> p |
| Grup 1         | 10,11 $\pm$ 0,84 (9,8)  | 10,76 $\pm$ 1,02 (10,9) | 1,71 $\pm$ 0,31 (1,7)   | 0,001*         |
| Grup 2         | 10,05 $\pm$ 0,43 (10)   | 11,16 $\pm$ 0,93 (11,1) | 1,82 $\pm$ 0,28 (1,8)   | 0,001*         |
| Grup 3         | 10,12 $\pm$ 0,58 (10,1) | 15,53 $\pm$ 0,60 (15,4) | 5,82 $\pm$ 0,16 (5,9)   | 0,001*         |
| Grup 4         | 10,10 $\pm$ 0,42 (10,2) | 13,79 $\pm$ 0,47 (13,9) | 3,91 $\pm$ 0,05 (3,9)   | 0,001*         |
| Grup 5         | 10,10 $\pm$ 0,46 (10,1) | 25,67 $\pm$ 2,35 (26)   | 17,67 $\pm$ 1,29 (18,2) | 0,001*         |
| <sup>1</sup> p | 0,967                   | 0,001*                  | 0,001*                  |                |

<sup>1</sup>Kruskal Wallis Test

<sup>2</sup>Friedman Test

\*p<0,05

Çizelge 4.2. Gruplar arası post hoc değerlendirmeler

|       | $\Delta E_{2-1}$ | $\Delta E_{2-0}$ |
|-------|------------------|------------------|
|       | p                | p                |
| G1-G2 | 0,651            | 0,744            |
| G1-G3 | 0,001*           | 0,001*           |
| G1-G4 | 0,003*           | 0,003*           |
| G1-G5 | 0,001*           | 0,001*           |
| G2-G3 | 0,001*           | 0,001*           |
| G2-G4 | 0,011*           | 0,008*           |
| G2-G5 | 0,001*           | 0,001*           |
| G3-G4 | 0,054            | 0,059            |
| G3-G5 | 0,059            | 0,059            |
| G4-G5 | 0,001*           | 0,001*           |

Dunn's test

\*p<0.05

Çizelge 4.3. Grup içi post hoc değerlendirmeler

|        | $\Delta E_{1-0} / \Delta E_{2-1}$ | $\Delta E_{1-0} / \Delta E_{2-0}$ | $\Delta E_{2-1} / \Delta E_{2-0}$ |
|--------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
|        | p                                 | p                                 | p                                 |
| Grup 1 | 0,020*                            | 0,001*                            | 0,001*                            |
| Grup 2 | 0,001*                            | 0,001*                            | 0,001*                            |
| Grup 3 | 0,001*                            | 0,001*                            | 0,001*                            |
| Grup 4 | 0,001*                            | 0,001*                            | 0,001*                            |
| Grup 5 | 0,001*                            | 0,001*                            | 0,001*                            |

Wilcoxon Sign Test

\*p&lt;0.05

Gruplar arasında,  $\Delta E_{1-0}$  ortalamaları arasında istatistiksel anlamlı farklılık tespit edilmedi ( $p>0,05$ ) (Çizelge 4.1).

Gruplar arasında  $\Delta E_{2-1}$  ortalamaları arasında istatistiksel anlamlı farklılık saptandı ( $p:0,001$ ;  $p<0,05$ ) (Çizelge 4.1). Anlamlılığın hangi gruplardan kaynaklandığının tespiti için yapılan Post hoc analizler sonucunda; Grup 5 (Ev tipi beyazlatıcı sistem)'in  $\Delta E_{2-1}$  ortalaması, Grup 1 (Beyazlatıcı gargara), Grup 2 (Beyazlatıcı kalem) ve Grup 4 (Işık ile aktive beyazlatıcı sistem)'ten anlamlı şekilde yüksek bulundu ( $p<0,05$ ). Grup 3 (Beyazlatıcı band)'ün  $\Delta E_{2-1}$  ortalaması, Grup 1 (Beyazlatıcı gargara) ve Grup 2 (Beyazlatıcı kalem)'den anlamlı şekilde yüksek bulundu ( $p<0,05$ ). Grup 4 (Işık ile aktive beyazlatıcı sistem)'ün  $\Delta E_{2-1}$  ortalaması, Grup 1 (Beyazlatıcı gargara), ve Grup 2 (Beyazlatıcı kalem)'den anlamlı şekilde yüksek bulundu ( $p<0,05$ ). Diğer gruplar arasında  $\Delta E_{2-1}$  ortalamaları açısından istatistiksel anlamlı farklılık saptanmadı ( $p>0,05$ ) (Çizelge 4.2).

Gruplar arasında,  $\Delta E_{2-0}$  ortalamaları açısından istatistiksel anlamlı farklılık tespit edildi ( $p:0,001$ ;  $p<0,05$ ) (Çizelge 4.1). Anlamlılığın hangi gruplardan kaynaklandığının tespiti için yapılan Post hoc analizler sonucunda; Grup 5 (Ev tipi beyazlatıcı sistem)'in  $\Delta E_{2-0}$  ortalaması, Grup 1 (Beyazlatıcı gargara), Grup 2 (Beyazlatıcı kalem) ve Grup 4 (Işık ile aktive beyazlatıcı sistem)'ten anlamlı şekilde yüksek bulundu ( $p<0,05$ ). Grup 3 (Beyazlatıcı band)'ün  $\Delta E_{2-0}$  ortalaması, Grup 1 ve Grup 2'den anlamlı şekilde yüksek bulundu ( $p<0,05$ ). Grup 4 (Işık ile aktive beyazlatıcı sistem)'ün  $\Delta E_{2-0}$  ortalaması, Grup 1 (Beyazlatıcı gargara) ve Grup 2 (Beyazlatıcı kalem)'den anlamlı şekilde yüksek bulundu ( $p<0,05$ ). Diğer gruplar arasında,  $\Delta E_{2-0}$  ortalamaları açısından istatistiksel anlamlı farklılık saptanmadı ( $p>0,05$ ) (Çizelge 4.2).

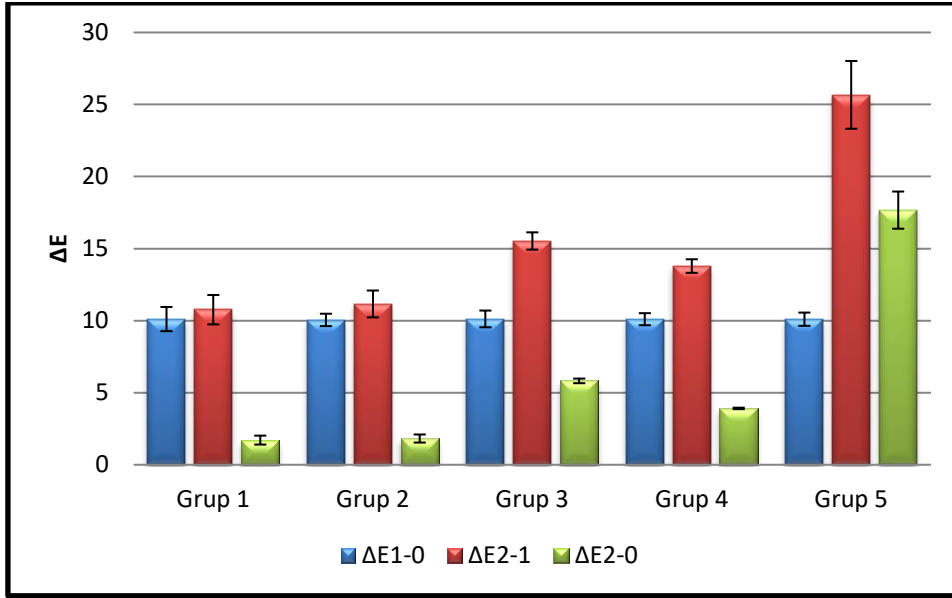
Grup 1 (Beyazlatıcı gargara)'de; renk değişimleri arasında istatistiksel anlamlı farklılık tespit edildi ( $p:0,001$ ;  $p<0,05$ ) (Çizelge 4.1). Post hoc analizler sonucunda;  $\Delta E_{1-0}$  renk düzeyine göre,  $\Delta E_{2-1}$  renginde görülen artış istatistiksel olarak anlamlı bulundu ( $p<0,05$ ).  $\Delta E_{1-0}$  renk düzeyine göre,  $\Delta E_{2-0}$  renginde görülen düşüş istatistiksel olarak anlamlı bulundu ( $p<0,05$ ).  $\Delta E_{2-1}$  renk düzeyine göre,  $\Delta E_{2-0}$  renginde görülen düşüş istatistiksel olarak anlamlı bulundu ( $p<0,05$ ) (Çizelge 4.3).

Grup 2 (Beyazlatıcı kalem)'de; renk değişimleri arasında istatistiksel anlamlı farklılık tespit edildi ( $p:0,001$ ;  $p<0,05$ ) (Çizelge 4.1). Post hoc analizler sonucunda;  $\Delta E_{1-0}$  renk düzeyine göre,  $\Delta E_{2-1}$  renginde görülen artış istatistiksel olarak anlamlı bulundu ( $p<0,05$ ).  $\Delta E_{1-0}$  renk düzeyine göre,  $\Delta E_{2-0}$  renginde görülen düşüş istatistiksel olarak bulundu ( $p<0,05$ ).  $\Delta E_{2-1}$  renk düzeyine göre,  $\Delta E_{2-0}$  renginde görülen düşüş istatistiksel olarak bulundu ( $p<0,05$ ) (Çizelge 4.3).

Grup 3 (Beyazlatıcı band)'te; renk değişimleri arasında istatistiksel anlamlı farklılık tespit edildi ( $p:0,001$ ;  $p<0,05$ ) (Çizelge 4.1). Post hoc analizler sonucunda;  $\Delta E_{1-0}$  renk düzeyine göre,  $\Delta E_{2-1}$  renginde görülen artış istatistiksel olarak anlamlı bulundu ( $p<0,05$ ).  $\Delta E_{1-0}$  renk düzeyine göre,  $\Delta E_{2-0}$  renginde görülen düşüş istatistiksel olarak anlamlı bulundu ( $p<0,05$ ).  $\Delta E_{2-1}$  renk düzeyine göre,  $\Delta E_{2-0}$  renginde görülen düşüş istatistiksel olarak anlamlı bulundu ( $p<0,05$ ) (Çizelge 4.3).

Grup 4 (Işık ile aktive beyazlatıcı sistem)'te; renk değişimleri arasında istatistiksel anlamlı farklılık tespit edildi ( $p:0,001$ ;  $p<0,05$ ) (Çizelge 4.1). Post hoc analizler sonucunda;  $\Delta E_{1-0}$  renk düzeyine göre,  $\Delta E_{2-1}$  renginde görülen artış istatistiksel olarak anlamlı bulundu ( $p<0,05$ ).  $\Delta E_{1-0}$  renk düzeyine göre,  $\Delta E_{2-0}$  renginde görülen düşüş istatistiksel olarak anlamlı bulundu ( $p<0,05$ ).  $\Delta E_{2-1}$  renk düzeyine göre,  $\Delta E_{2-0}$  renginde görülen düşüş istatistiksel olarak anlamlı bulundu ( $p<0,05$ ) (Çizelge 4.3).

Grup 5 (Ev tipi beyazlatıcı sistem)'te; renk değişimleri arasında istatistiksel anlamlı farklılık tespit edildi ( $p:0,001$ ;  $p<0,05$ ) (Çizelge 4.1). Post hoc analizler sonucunda;  $\Delta E_{1-0}$  renk düzeyine göre,  $\Delta E_{2-1}$  renginde görülen artış istatistiksel olarak anlamlı bulundu ( $p<0,05$ ).  $\Delta E_{1-0}$  renk düzeyine göre,  $\Delta E_{2-0}$  renginde görülen artış istatistiksel olarak anlamlı bulundu ( $p<0,05$ ).  $\Delta E_{2-1}$  renk düzeyine göre,  $\Delta E_{2-0}$  renginde görülen düşüş istatistiksel olarak anlamlı bulundu ( $p<0,05$ ) (Çizelge 4.3).



Şekil 4.1. Grup içi ve gruplar arası renk değerlendirmesi

Tez çalışmamızda, Grup 1 (Beyazlatıcı gargara) başlangıç ‘a’ değeri ( $a_0$ ) ortalaması 0,462, kahve solüsyonu içinde bekletme sonucunda ( $a_1$ ) ortalaması 1,980 ve beyazlatma işlemi sonucunda ( $a_2$ ) ortalaması 0,428 tespit edildi (Çizelge 4.4). Grup 1 (Beyazlatıcı gargara) başlangıç ‘b’ değeri ( $b_0$ ) ortalaması 23,569, kahve solüsyonu içinde bekletme sonucunda ( $b_1$ ) ortalaması 25,299 ve beyazlatma işlemi sonucunda ( $b_2$ ) ortalaması 23,280 tespit edildi (Çizelge 4.5). Grup 1 (Beyazlatıcı gargara) başlangıç ‘L’ değeri ( $L_0$ ) ortalaması 82,437, kahve solüsyonu içinde bekletme sonucunda ( $L_1$ ) ortalaması 72,813 ve beyazlatma işlemi sonucunda ( $L_2$ ) ortalaması 83,026 tespit edildi (Çizelge 4.6).

Tez çalışmamızda Grup 2 (Beyazlatıcı kalem) başlangıç ‘a’ değeri ( $a_0$ ) ortalaması 0,509, kahve solüsyonu içinde bekletme sonucunda ( $a_1$ ) ortalaması 2,277 ve beyazlatma işlemi sonucunda ( $a_2$ ) ortalaması 0,699 tespit edildi (Çizelge 4.4). Grup 2 (Beyazlatıcı kalem) başlangıç ‘b’ değeri ( $b_0$ ) ortalaması 21,853, kahve solüsyonu içinde bekletme sonucunda ( $b_1$ ) ortalaması 25,397 ve beyazlatma işlemi sonucunda ( $b_2$ ) ortalaması 22,438 tespit edildi (Çizelge 14.1.e). Grup 2 (Beyazlatıcı kalem) başlangıç ‘L’ değeri ( $L_0$ ) ortalaması 82,404, kahve solüsyonu içinde bekletme sonucunda ( $L_1$ ) ortalaması 73,411 ve beyazlatma işlemi sonucunda ( $L_2$ ) ortalaması 83,624 tespit edildi (Çizelge 4.6).

Tez çalışmamızda Grup 3 (Beyazlatıcı band) başlangıç ‘a’ değeri ( $a_0$ ) ortalaması 0,613, kahve solüsyonu içinde bekletme sonucunda ( $a_1$ ) ortalaması 3,123 ve beyazlatma işlemi sonucunda ( $a_2$ ) ortalaması -1,302 tespit edildi (Çizelge 4.4). Grup 3 (Beyazlatıcı band)

başlangıç ‘b’ değeri ( $b_0$ ) ortalaması 25,118, kahve solüsyonu içinde bekletme sonucunda ( $b_1$ ) ortalaması 28,577 ve beyazlatma işlemi sonucunda ( $b_2$ ) ortalaması 21,535 tespit edildi (Çizelge 4.5). Grup 3 (Beyazlatıcı band) başlangıç ‘L’ değeri ( $L_0$ ) ortalaması 82,220, kahve solüsyonu içinde bekletme sonucunda ( $L_1$ ) ortalaması 73,191 ve beyazlatma işlemi sonucunda ( $L_2$ ) ortalaması 86,142 tespit edildi (Çizelge 4.6).

Tez çalışmamızda, Grup 4 (Işık ile Aktive Beyazlatıcı Sistem) başlangıç ‘a’ değeri ( $a_0$ ) ortalaması 0,402, kahve solüsyonu içinde bekletme sonucunda ( $a_1$ ) ortalaması 2,651 ve beyazlatma işlemi sonucunda ( $a_2$ ) ortalaması -0,561 tespit edildi (Çizelge 4.4). Grup 4 (Işık ile Aktive Beyazlatıcı Sistem) başlangıç ‘b’ değeri ( $b_0$ ) ortalaması 26,409, kahve solüsyonu içinde bekletme sonucunda ( $b_1$ ) ortalaması 30,760 ve beyazlatma işlemi sonucunda ( $b_2$ ) ortalaması 24,200 tespit edildi (Çizelge 4.5). Grup 4 (Işık ile Aktive Beyazlatıcı Sistem) başlangıç ‘L’ değeri ( $L_0$ ) ortalaması 81,073, kahve solüsyonu içinde bekletme sonucunda ( $L_1$ ) ortalaması 72,506 ve beyazlatma işlemi sonucunda ( $L_2$ ) ortalaması 83,906 tespit edildi (Çizelge 4.6).

Tez çalışmamızda, Grup 5 (Ev Tipi Beyazlatıcı Sistem) başlangıç ‘a’ değeri ( $a_0$ ) ortalaması 0,189, kahve solüsyonu içinde bekletme sonucunda ( $a_1$ ) ortalaması 2,803 ve beyazlatma işlemi sonucunda ( $a_2$ ) ortalaması 0,586 tespit edildi (Çizelge 4.4). Grup 5 (Ev Tipi Beyazlatıcı Sistem) başlangıç ‘b’ değeri ( $b_0$ ) ortalaması 23,686, kahve solüsyonu içinde bekletme sonucunda ( $b_1$ ) ortalaması 27,375 ve beyazlatma işlemi sonucunda ( $b_2$ ) ortalaması 22,464 tespit edildi (Çizelge 4.5). Grup 5 (Ev Tipi Beyazlatıcı Sistem) başlangıç ‘L’ değeri ( $L_0$ ) ortalaması 83,051, kahve solüsyonu içinde bekletme sonucunda ( $L_1$ ) ortalaması 74,224 ve beyazlatma işlemi sonucunda ( $L_2$ ) ortalaması 98,704 tespit edildi (Çizelge 4.6).

Çizelge 4.4. Grupların başlangıç, renklendirme sonrası, beyazlatma sonrası ‘a’ değeri ortalamaları

|        | $a_0$ | $a_1$ | $a_2$  |
|--------|-------|-------|--------|
|        | Ort   | Ort   | Ort    |
| Grup 1 | 0,462 | 1,980 | 0,428  |
| Grup 2 | 0,509 | 2,277 | 0,699  |
| Grup 3 | 0,613 | 3,123 | -1,302 |
| Grup 4 | 0,402 | 2,651 | -0,561 |
| Grup 5 | 0,189 | 2,803 | 0,586  |

Çizelge 4.5. Grupların başlangıç, renklendirme sonrası, beyazlatma sonrası ‘b’ değeri ortalamaları

|        | b <sub>0</sub> | b <sub>1</sub> | b <sub>2</sub> |
|--------|----------------|----------------|----------------|
|        | Ort            | Ort            | Ort            |
| Grup 1 | 23,569         | 25,299         | 23,280         |
| Grup 2 | 21,853         | 25,397         | 22,438         |
| Grup 3 | 25,118         | 28,577         | 21,535         |
| Grup 4 | 26,409         | 30,760         | 24,200         |
| Grup 5 | 23,686         | 27,375         | 22,464         |

Çizelge 4.6. Grupların başlangıç, renklendirme sonrası, beyazlatma sonrası ‘L’ değeri ortalamaları

|        | L <sub>0</sub> | L <sub>1</sub> | L <sub>2</sub> |
|--------|----------------|----------------|----------------|
|        | Ort            | Ort            | Ort            |
| Grup 1 | 82,437         | 72,813         | 83,026         |
| Grup 2 | 82,404         | 73,411         | 83,624         |
| Grup 3 | 82,220         | 73,191         | 86,142         |
| Grup 4 | 81,073         | 72,506         | 83,906         |
| Grup 5 | 83,051         | 74,224         | 98,704         |

## 4.2. Yüzey Pürüzlülüğü ile İlgili Bulgular

Çizelge 4.7. Grup içi ve gruplar arası yüzey pürüzlülük değerlendirmesi

|                | P <sub>0</sub> | P <sub>1</sub> | P <sub>2</sub> |                |
|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
|                | Ort±SS         | Ort±SS         | Ort±SS         | <sup>2</sup> p |
| Grup 1         | 0,23±0,05      | 0,27±0,04      | 0,29±0,05      | 0,001*         |
| Grup 2         | 0,19±0,02      | 0,23±0,02      | 0,26±0,02      | 0,001*         |
| Grup 3         | 0,25±0,03      | 0,28±0,02      | 0,33±0,02      | 0,001*         |
| Grup 4         | 0,23±0,03      | 0,26±0,03      | 0,31±0,02      | 0,001*         |
| Grup 5         | 0,25±0,02      | 0,27±0,02      | 0,35±0,01      | 0,001*         |
| <sup>1</sup> p | 0,001*         | 0,001*         | 0,001*         |                |

<sup>1</sup>Oneway ANOVA Test

<sup>2</sup>Tekrarlayan Ölçümlerde Varyans Analizi

\*p<0,05

Çizelge 4.8. Gruplar arası post hoc değerlendirmeler

|       | P <sub>0</sub> | P <sub>1</sub> | P <sub>2</sub> |
|-------|----------------|----------------|----------------|
|       | p              | p              | p              |
| G1-G2 | 0,004*         | 0,011*         | 0,005*         |
| G1-G3 | 0,405          | 0,854          | 0,003*         |
| G1-G4 | 1,000          | 0,907          | 0,383          |
| G1-G5 | 0,509          | 0,994          | 0,001*         |
| G2-G3 | 0,001*         | 0,001*         | 0,001*         |
| G2-G4 | 0,003*         | 0,109          | 0,001*         |
| G2-G5 | 0,001*         | 0,003*         | 0,001*         |
| G3-G4 | 0,439          | 0,343          | 0,278          |
| G3-G5 | 1,000          | 0,974          | 0,383          |
| G4-G5 | 0,545          | 0,711          | 0,003*         |

Tukey HSD test

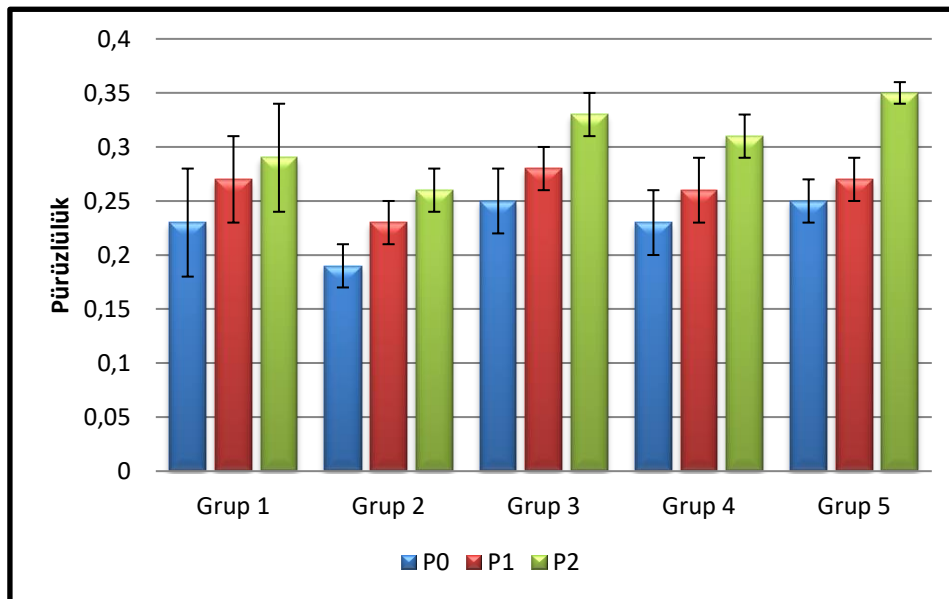
\*p&lt;0.05

Çizelge 4.9. Grup içi post hoc değerlendirmeler

|        | P <sub>0</sub> / P <sub>1</sub> | P <sub>0</sub> / P <sub>2</sub> | P <sub>1</sub> /P <sub>2</sub> |
|--------|---------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|
|        | p                               | p                               | p                              |
| Grup 1 | 0,003*                          | 0,001*                          | 0,011*                         |
| Grup 2 | 0,001*                          | 0,001*                          | 0,001*                         |
| Grup 3 | 0,001*                          | 0,001*                          | 0,001*                         |
| Grup 4 | 0,004*                          | 0,001*                          | 0,001*                         |
| Grup 5 | 0,001*                          | 0,001*                          | 0,001*                         |

Bonferroni Test

\*p&lt;0.05



Şekil 4.2. Grup içi ve gruplar arası yüzey pürüzlülük değerlendirmesi

Gruplar arasında, başlangıç ( $P_0$ ) yüzey pürüzlülük ortalamaları arasında istatistiksel anlamlı farklılık tespit edildi ( $p:0,001$ ;  $p<0,05$ ) (Çizelge 4.7). Anlamlılığın hangi gruplardan kaynaklandığının tespiti için yapılan Post hoc analizler sonucunda; Grup 2 (Beyazlatıcı kalem)'nin başlangıç yüzey pürüzlülük ortalaması, Grup 1 (Beyazlatıcı gargara), Grup 3 (Beyazlatıcı band) Grup 4 (Işık ile aktive beyazlatıcı sistem) ve Grup 5 (Ev tipi beyazlatıcı sistem)'ten anlamlı şekilde düşük bulundu ( $p<0,05$ ). Diğer gruplar arasında, başlangıç yüzey pürüzlülük ortalamaları arasında istatistiksel anlamlı farklılık saptanmadı ( $p>0,05$ ) (Çizelge 4.8).

Gruplar arasında, renklendirme sonrası ( $P_1$ ) yüzey pürüzlülük ortalamaları arasında istatistiksel anlamlı farklılık tespit edildi ( $p:0,001$ ;  $p<0,05$ ) (Çizelge 4.7). Anlamlılığın hangi gruplardan kaynaklandığının tespiti için yapılan Post hoc analizler sonucunda; Grup 2 (Beyazlatıcı kalem)'nin renklendirme sonrası yüzey pürüzlülük ortalaması, Grup 1 (Beyazlatıcı gargara), Grup 3 (Beyazlatıcı band) ve Grup 5 (Ev tipi beyazlatıcı sistem)'ten anlamlı şekilde düşük bulundu ( $p<0,05$ ). Diğer gruplar arasında renklendirme sonrası yüzey pürüzlülük ortalamaları arasında istatistiksel anlamlı farklılık saptanmadı ( $p>0,05$ ) (Çizelge 4.8).

Gruplar arasında, beyazlatma sonrası ( $P_3$ ) yüzey pürüzlülük ortalamaları arasında istatistiksel anlamlı farklılık tespit edildi ( $p:0,001$ ;  $p<0,05$ ) (Çizelge 4.7). Anlamlılığın hangi gruplardan kaynaklandığının tespiti için yapılan Post hoc analizler sonucunda; Grup 2 (Beyazlatıcı kalem)'nin beyazlatma sonrası yüzey pürüzlülük ortalaması, Grup 1 (Beyazlatıcı gargara), Grup 3 (Beyazlatıcı band), Grup 4 (Işık ile aktive beyazlatıcı sistem) ve Grup 5 (Ev Tipi Beyazlatıcı Sistem)'ten anlamlı şekilde düşük bulundu ( $p<0,05$ ). Grup 1 (Beyazlatıcı gargara)'in beyazlatma sonrası yüzey pürüzlülük ortalaması, Grup 3 (Beyazlatıcı band) ve Grup 5 (Ev tipi beyazlatıcı sistem)'ten anlamlı şekilde düşük bulundu ( $p<0,05$ ). Grup 4 (Işık ile aktive beyazlatıcı sistem)'ün beyazlatma sonrası yüzey pürüzlülük ortalaması, Grup 5 (Ev tipi beyazlatıcı sistem)'ten anlamlı şekilde düşük bulundu ( $p<0,05$ ). Diğer gruplar arasında, başlangıç yüzey pürüzlülük ortalamaları arasında istatistiksel anlamlı farklılık saptanmadı ( $p>0,05$ ) (Çizelge 4.8).

Grup 1 (Beyazlatıcı gargara)'de; başlangıç, renklendirme sonrası ve beyazlatma sonrası yüzey pürüzlülük düzeylerinde görülen değişimler istatistiksel olarak anlamlı tespit edildi ( $p:0,001$ ;  $p<0,05$ ) (Çizelge 4.7). Post hoc analizler sonucunda; başlangıç yüzey pürüzlülük

düzeyine göre, renklendirme sonrası ve beyazlatma sonrası yüzey pürüzlülük düzeylerinde görülen artışlar istatistiksel olarak anlamlı bulundu ( $p<0,05$ ). Renklendirme sonrasına göre, beyazlatma sonrası yüzey pürüzlülük düzeyinde görülen artış istatistiksel olarak anlamlı bulundu ( $p<0,05$ ). (Çizelge 4.9).

Grup 2 (Beyazlatıcı kalem)'de; başlangıç, renklendirme sonrası ve beyazlatma sonrası yüzey pürüzlülük düzeylerinde görülen değişimler istatistiksel olarak anlamlı tespit edildi ( $p:0,001$ ;  $p<0,05$ ) (Çizelge 4.7). Post hoc analizler sonucunda; başlangıç yüzey pürüzlülük düzeyine göre, renklendirme sonrası ve beyazlatma sonrası yüzey pürüzlülük düzeylerinde görülen artışlar istatistiksel olarak anlamlı bulundu ( $p<0,05$ ). Renklendirme sonrasına göre, beyazlatma sonrası yüzey pürüzlülük düzeyinde görülen artış istatistiksel olarak anlamlı bulundu ( $p<0,05$ ). (Çizelge 4.9).

Grup 3 (Beyazlatıcı band)'te; başlangıç, renklendirme sonrası ve beyazlatma sonrası yüzey pürüzlülük düzeylerinde görülen değişimler istatistiksel olarak anlamlı tespit edildi ( $p:0,001$ ;  $p<0,05$ ) (Çizelge 4.7). Post hoc analizler sonucunda; başlangıç yüzey pürüzlülük düzeyine göre, renklendirme sonrası ve beyazlatma sonrası yüzey pürüzlülük düzeylerinde görülen artışlar istatistiksel olarak anlamlı bulundu ( $p<0,05$ ). Renklendirme sonrasına göre, beyazlatma sonrası yüzey pürüzlülük düzeyinde görülen artış istatistiksel olarak anlamlı bulundu ( $p<0,05$ ). (Çizelge 4.9).

Grup 4 (Işık ile aktive beyazlatıcı sistem)'te; başlangıç, renklendirme sonrası ve beyazlatma sonrası yüzey pürüzlülük düzeylerinde görülen değişimler istatistiksel olarak anlamlı tespit edildi ( $p:0,001$ ;  $p<0,05$ ) (Çizelge 4.7). Post hoc analizler sonucunda; başlangıç yüzey pürüzlülük düzeyine göre, renklendirme sonrası ve beyazlatma sonrası yüzey pürüzlülük düzeylerinde görülen artışlar istatistiksel olarak anlamlı bulundu ( $p<0,05$ ). Renklendirme sonrasına göre, beyazlatma sonrası yüzey pürüzlülük düzeyinde görülen artış istatistiksel olarak anlamlı bulundu ( $p<0,05$ ). (Çizelge 4.9).

Grup 5 (Ev tipi beyazlatıcı sistem)'te; başlangıç, renklendirme sonrası ve beyazlatma sonrası yüzey pürüzlülük düzeylerinde görülen değişimler istatistiksel olarak anlamlı tespit edildi ( $p:0,001$ ;  $p<0,05$ ) (Çizelge 4.7). Post hoc analizler sonucunda; başlangıç yüzey pürüzlülük düzeyine göre, renklendirme sonrası ve beyazlatma sonrası yüzey pürüzlülük düzeylerinde görülen artışlar istatistiksel olarak anlamlı bulundu ( $p<0,05$ ). Renklendirme sonrasına göre,

beyazlatma sonrası yüzey pürüzlülük düzeyinde görülen artış istatistiksel olarak anlamlı bulundu ( $p<0,05$ ). (Çizelge 4.9).

### 4.3. Yüzey Mikrosertliği ile İlgili Bulgular

Çizelge 4.10. Grup içi ve gruplar arası yüzey mikrosertlik değerlendirmesi

|                | MS <sub>0</sub> | MS <sub>1</sub> | MS <sub>2</sub> |                |
|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------------|
|                | Ort±SS          | Ort±SS          | Ort±SS          | <sup>2</sup> p |
| Grup 1         | 400,64±5,29     | 387,43±5,12     | 376,91±6,36     | 0,001*         |
| Grup 2         | 401,31±1,39     | 386,49±3,25     | 375,73±5,20     | 0,001*         |
| Grup 3         | 402,31±1,38     | 388,36±3,34     | 366,71±4,25     | 0,001*         |
| Grup 4         | 401,31±4,07     | 387,02±5,43     | 369,20±7,81     | 0,001*         |
| Grup 5         | 395,76±1,91     | 380,71±2,81     | 350,82±5,04     | 0,001*         |
| <sup>1</sup> p | 0,001*          | 0,001*          | 0,001*          |                |

<sup>1</sup>Oneway ANOVA Test

<sup>2</sup>Tekrarlayan Ölçümlerde Varyans Analizi

\* $p<0.05$

Çizelge 4.11. Gruplar arası post hoc değerlendirmeler

|       | MS <sub>0</sub> | MS <sub>1</sub> | MS <sub>2</sub> |
|-------|-----------------|-----------------|-----------------|
|       | p               | p               | p               |
| G1-G2 | 0,980           | 0,970           | 0,982           |
| G1-G3 | 0,620           | 0,973           | 0,001*          |
| G1-G4 | 0,979           | 0,999           | 0,005*          |
| G1-G5 | 0,001*          | 0,001*          | 0,001*          |
| G2-G3 | 0,913           | 0,730           | 0,001*          |
| G2-G4 | 1,000           | 0,997           | 0,026*          |
| G2-G5 | 0,001*          | 0,002*          | 0,001*          |
| G3-G4 | 0,914           | 0,902           | 0,772           |
| G3-G5 | 0,001*          | 0,001*          | 0,001*          |
| G4-G5 | 0,001*          | 0,001*          | 0,001*          |

Tukey HSD test

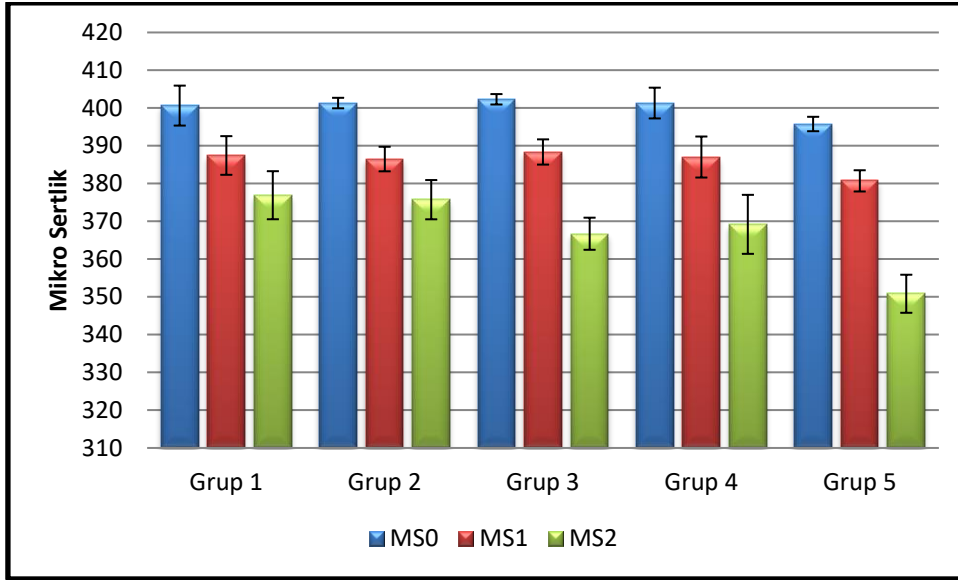
\* $p<0.05$

Çizelge 4.12. Grup içi post hoc değerlendirmeler

|        | MS <sub>0</sub> / MS <sub>1</sub> | MS <sub>0</sub> / MS <sub>2</sub> | MS <sub>1</sub> /MS <sub>2</sub> |
|--------|-----------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|
|        | p                                 | p                                 | p                                |
| Grup 1 | 0,001*                            | 0,001*                            | 0,001*                           |
| Grup 2 | 0,001*                            | 0,001*                            | 0,001*                           |
| Grup 3 | 0,001*                            | 0,001*                            | 0,001*                           |
| Grup 4 | 0,001*                            | 0,001*                            | 0,001*                           |
| Grup 5 | 0,001*                            | 0,001*                            | 0,001*                           |

Bonferroni Test

\* $p<0.05$



Şekil 4.3. Grup içi ve gruplar arası yüzey mikrosertlik değerlendirilmesi

Gruplar arasında, başlangıç yüzey mikrosertlik ortalamaları ( $MS_0$ ) arasında istatistiksel anlamlı farklılık tespit edildi ( $p:0,001$ ;  $p<0,05$ ) (Çizelge 4.10). Anlamlılığın hangi gruplardan kaynaklandığının tespiti için yapılan Post hoc analizler sonucunda; Grup 5 (Ev tipi beyazlatıcı sistem)'in başlangıç yüzey mikrosertlik ortalaması, Grup 1 (Beyazlatıcı gargara), Grup 2 (Beyazlatıcı kalem), Grup 3 (Beyazlatıcı band) ve Grup 4 (Işık ile aktive beyazlatıcı sistem)'ten anlamlı şekilde düşük bulundu ( $p<0,05$ ). Diğer gruplar arasında, başlangıç yüzey mikrosertlik ortalamaları arasında istatistiksel anlamlı farklılık saptanmadı ( $p>0,05$ ) (Çizelge 4.11).

Gruplar arasında, renklendirme sonrası yüzey mikrosertlik ortalamaları ( $MS_1$ ) arasında istatistiksel anlamlı farklılık tespit edildi ( $p:0,001$ ;  $p<0,05$ ) (Çizelge 4.10). Anlamlılığın hangi gruplardan kaynaklandığının tespiti için yapılan Post hoc analizler sonucunda; Grup 5 (Ev tipi beyazlatıcı sistem)'in renklendirme sonrası yüzey mikrosertlik ortalaması, Grup 1 (Beyazlatıcı gargara), Grup 2 (Beyazlatıcı kalem), Grup 3 (Beyazlatıcı band) ve Grup 4 (Işık ile aktive beyazlatıcı sistem)'ten anlamlı şekilde düşük bulundu ( $p<0,05$ ). Diğer gruplar arasında, renklendirme sonrası yüzey mikrosertlik ortalamaları arasında istatistiksel anlamlı farklılık saptanmadı ( $p>0,05$ ) (Çizelge 4.11).

Gruplar arasında, beyazlatma sonrası yüzey mikrosertlik ortalamaları ( $MS_2$ ) arasında istatistiksel anlamlı farklılık tespit edildi ( $p:0,001$ ;  $p<0,05$ ) (Çizelge 4.10). Anlamlılığın hangi gruplardan kaynaklandığının tespiti için yapılan Post hoc analizler sonucunda; Grup 5

(Ev tipi beyazlatıcı sistem)'in beyazlatma sonrası yüzey mikrosertlik ortalaması, Grup 1 (Beyazlatıcı gargara), Grup 2 (Beyazlatıcı kalem), Grup 3 (Beyazlatıcı band) ve Grup 4 (Işık ile aktive beyazlatıcı sistem)'ten anlamlı şekilde düşük bulundu ( $p<0,05$ ). Grup 3 (Beyazlatıcı band)'ün beyazlatma sonrası yüzey mikrosertlik ortalaması, Grup 1 (Beyazlatıcı gargara) ve Grup 2 (Beyazlatıcı kalem)'den anlamlı şekilde düşük bulundu ( $p<0,05$ ). Grup 4'ün beyazlatma sonrası yüzey mikrosertlik ortalaması, Grup 1 (Beyazlatıcı gargara) ve Grup 2 (Beyazlatıcı kalem)'den anlamlı şekilde düşük bulundu ( $p<0,05$ ). Diğer gruplar arasında, beyazlatma sonrası yüzey mikrosertlik ortalamaları arasında istatistiksel anlamlı farklılık saptanmadı ( $p>0,05$ ) (Çizelge 4.11).

Grup 1 (Beyazlatıcı gargara)'de; başlangıç, renklendirme sonrası ve beyazlatma sonrası yüzey mikrosertlik düzeylerinde görülen değişimler istatistiksel olarak anlamlı tespit edildi ( $p<0,001$ ;  $p<0,05$ ) (Çizelge 4.10). Post hoc analizler sonucunda; başlangıç yüzey mikrosertlik düzeyine göre, renklendirme sonrası ve beyazlatma sonrası yüzey mikrosertlik düzeylerinde görülen azalmalar istatistiksel olarak anlamlı bulundu ( $p<0,05$ ). Renklendirme sonrasına göre, beyazlatma sonrası yüzey mikrosertlik düzeyinde görülen azalma istatistiksel olarak anlamlı bulundu ( $p<0,05$ ). (Çizelge 4.12).

Grup 2 (Beyazlatıcı Kalem)'de; başlangıç, renklendirme sonrası ve beyazlatma sonrası yüzey mikrosertlik düzeylerinde görülen değişimler istatistiksel olarak anlamlı tespit edildi ( $p<0,001$ ;  $p<0,05$ ) (Çizelge 4.10). Post hoc analizler sonucunda; başlangıç yüzey mikrosertlik düzeyine göre, renklendirme sonrası ve beyazlatma sonrası yüzey mikrosertlik düzeylerinde görülen azalmalar istatistiksel olarak anlamlı bulundu ( $p<0,05$ ). Renklendirme sonrasına göre, beyazlatma sonrası yüzey mikrosertlik düzeyinde görülen azalma istatistiksel olarak anlamlı bulundu ( $p<0,05$ ). (Çizelge 4.12).

Grup 3 (Beyazlatıcı band)'te; başlangıç, renklendirme sonrası ve beyazlatma sonrası yüzey mikrosertlik düzeylerinde görülen değişimler istatistiksel olarak anlamlı tespit edildi ( $p<0,001$ ;  $p<0,05$ ) (Çizelge 4.10). Post hoc analizler sonucunda; başlangıç yüzey mikrosertlik düzeyine göre, renklendirme sonrası ve beyazlatma sonrası yüzey mikrosertlik düzeylerinde görülen azalmalar istatistiksel olarak anlamlı bulundu ( $p<0,05$ ). Renklendirme sonrasına göre, beyazlatma sonrası yüzey mikrosertlik düzeyinde görülen azalma istatistiksel olarak anlamlı bulundu ( $p<0,05$ ). (Çizelge 4.12).

Grup 4 (Işık ile Aktive Beyazlatıcı Sistem)'te; başlangıç, renklendirme sonrası ve beyazlatma sonrası yüzey mikrosertlik düzeylerinde görülen değişimler istatistiksel olarak anlamlı tespit edildi ( $p:0,001$ ;  $p<0,05$ ) (Çizelge 4.10). Post hoc analizler sonucunda; başlangıç yüzey mikrosertlik düzeyine göre, renklendirme sonrası ve beyazlatma sonrası yüzey mikrosertlik düzeylerinde görülen azalmalar istatistiksel olarak anlamlı bulundu ( $p<0,05$ ). Renklendirme sonrasına göre, beyazlatma sonrası yüzey mikrosertlik düzeyinde görülen azalma istatistiksel olarak anlamlı bulundu ( $p<0,05$ ). (Çizelge 4.12).

Grup 5 (Ev Tipi Beyazlatıcı Sistem)'te; başlangıç, renklendirme sonrası ve beyazlatma sonrası yüzey mikrosertlik düzeylerinde görülen değişimler istatistiksel olarak anlamlı tespit edildi ( $p:0,001$ ;  $p<0,05$ ) (Çizelge 4.10). Post hoc analizler sonucunda; başlangıç yüzey mikrosertlik düzeyine göre, renklendirme sonrası ve beyazlatma sonrası yüzey mikrosertlik düzeylerinde görülen azalmalar istatistiksel olarak anlamlı bulundu ( $p<0,05$ ). Renklendirme sonrasına göre beyazlatma sonrası yüzey mikrosertlik düzeyinde görülen azalma istatistiksel olarak anlamlı bulundu ( $p<0,05$ ). (Çizelge 4.12).



## 5. TARTIŞMA

Günümüzde, güzel bir gülüş ve beyaz dişlere sahip olmanın kişileri daha çekici hale getirdiği düşüncesi yaygın kabul gördüğü için, diş beyazlatma uygulamalarına olan talep arttı ve beyazlatma pazarının küresel büyümesine neden oldu (Cua ve diğerleri, 2022). Diş beyazlatma uygulamaları, estetiğin iyileştirilmesi açısından, güvenilir ve etkin bir yöntem olarak uygulanır (Dadoun ve Bartlett, 2003; Gerlach, 2000). Diş beyazlatma tedavileri sonucunda, etkin bir beyazlık elde edilebilmesi, beyazlatma ajanının konsantrasyonuna, uygulama süresine, ve dokulara penetre olabilme yeteneğine bağlıdır (Dietschi, Rossier ve Krejci, 2006; Matis, Mousa, Cochran ve Eckert, 2000).

Vital dişlerin beyazlatma tedavileri diş hekimlerinin kliniklerde uyguladığı ‘ofis tipi beyazlatma’ veya dişhekimi kontrolünde hastanın evde uyguladığı ‘ev tipi beyazlatma’ olarak gerçekleştirilir. Diş hekimi kontrolünde uygulanan ev tipi beyazlatma tedavisi, diş hekimlerinin hastalarına uyguladığı en yaygın beyazlatma işlemidir (Hasson ve diğerleri, 2006). Genellikle, bu tedavi yöntemi, en az iki hafta boyunca geceleri bir plak yardımı ile %10 konsantrasyonda karbamid peroksit uygulanmasıdır. Bu konsantrasyon, iyi bir estetik sonuç ve düşük yan etki nedeniyle, diğer konsantrasyon oranlarından daha fazla kabul görür (Hasson ve diğerleri, 2006; Meireles ve diğerleri, 2008; Meireles, Masotti ve Demarco, 2009). %10 karbamid peroksit, ev tipi beyazlatma uygulaması, Amerikan Diş Hekimleri Birliği (American Dental Association=ADA) tarafından kabul edilen güvenli ve etkili beyazlatma yöntemidir (Meireles ve diğerleri, 2009). Tez çalışmamızda, kontrol grubu olarak %10 karbamid peroksit içeren ev tipi beyazlatma tedavisi uygulandı.

Ofis tipi ve ev tipi beyazlatma uygulamalarının dışında diş hekimi kontrolünde olmadan, bireylerin eczane, market ya da internet pazarından ulaşabileceği, OTC (Over -the-Counter) diş beyazlatma ürünleri mevcuttur. Bu ürün, ofis tipi veya ev tipi beyazlatma tedavilerine kıyasla, maliyeti düşük, ulaşılabilirliği kolay olması nedenleri ile bireyler tarafından daha çok tercih edilir ve buna bağlı her geçen gün ürün çeşitleri artmaktadır. OTC ürünlerin birçoğunun içeriğinde, beyazlatma sağlayan, değişik oranlarda peroksit bulunur (Zantner ve diğerleri, 2007). OTC ürünlerin, ABD’de yaygınlaşması, Gıda ve İlaç Dairesi (Food and Drug Administration=FDA) tarafından belirgin bir şekilde teşvik edilmesine bağlıdır. FDA, bu ürünlerin sağlık sistemine erişimdeki eşitsizliği azalttığı ve tedavi maliyetini düşürdüğünü ifade eder (Meireles ve diğerleri, 2009). Diş hekimi kontrolünde olmadan

uygulanabilen beyazlatma ürünlerinin, daha düşük maliyet ve kolay temin edilmesi, OTC ürünlerinin, dişlerini beyazlatmak isteyen bireyler arasında popüler olmasına ve dolayısıyla ürün çeşitliliğinin artmasına neden oldu (Naidu, Bennani, Brunton ve Brunton, 2020). Bu nedenlerle çalışmamızda, dört farklı uygulama tipine sahip hidrojen peroksit içeren, OTC beyazlatma ürünü kullanıldı.

Diş hekimliği laboratuvar çalışmalarında, insan veya sığır dişi kullanımı, ISO (International Standardization Organisation) tarafından önerilir. Sığır dişinin yüzey alanının insan dişine göre daha büyük boyutta olması nedeniyle çalışmalarda tercih edilir (ISO, 2003). *In vitro* çalışmalar insan dişi (Abidia ve diğerleri, 2023; Alshehri ve diğerleri, 2022; Basheer ve diğerleri, 2023; Espinoza, Vía, Mena-Serrano ve Tay, 2023; Manso ve diğerleri, 2022; Müller-Heupt ve diğerleri, 2023; Ntovas, Masouras ve Lagouvardos, 2021; Pascolutti ve de Oliveira, 2021) veya sığır dişi üzerinde gerçekleştirildi (Mailart, Borges, Wierichs, Torres ve Carvalho, 2023; Mousa, El-Toukhy ve Ali, 2022; Rodrigues, Klein, Agnol ve Rodrigues-Junior, 2020; Wijetunga, Otsuki, Hiraishi, Luong ve Tagami, 2021). Ancak, insan dişi mine yapısı ile sığır dişi mine yapısı arasında yapısal farklılıklar olduğu literatürde belirtilir (Wang ve diğerleri, 2021). Tez çalışmamızda çürük, kırık, çatlak ve restorasyon içermeyen, çekilmiş insan üst ön kesici dişler kullanıldı.

Beyazlatma ile elde edilen, *in vitro* renk değerlendirme çalışmalarında standardizasyon sağlanması amacıyla, test örnekleri, ön renklendirme işlemine tabi tutulur. Renklendirme amacıyla, kahve, çay, kırmızı şarap ve çeşitli detoks içecekleri kullanılır. Ancak, bazı çalışmalarda renklendirme işleminin uygulanmadığı da görülür (Abidia ve diğerleri, 2023; Al Shethri ve diğerleri, 2003; Ntovas ve diğerleri, 2021; Rodrigues ve diğerleri, 2020).

Hidrojen peroksit ile farklı OTC beyazlatma ajanlarının etkilerinin ve güvenliğinin *in vitro* değerlendirildiği bir çalışmada, beyazlatma ajanları uygulanmadan önce insan dişleri test örnekleri kahve solüsyonu içinde, 7 gün bekletilir ve renklendirilir (Müller-Heupt ve diğerleri, 2023). Beyazlatıcı gargaraların, renk değişimi ve minenin mineralizasyonu üzerindeki etkilerinin *in vitro* değerlendirildiği bir çalışmada kullanılan küçük azı dişleri, başlangıç ölçümleri yapılmadan önce, 3 gün siyah çay içinde bekletilir ve renklendirilir (Espinoza ve diğerleri, 2023). Güvenliğinin iyileştirilmesi amacıyla çeşitli katkı maddeleri içeren yeni bir fitalimidperoksi kaproik asit (phthalomido peroxy caproic acid, PAP) formülasyonunun etkilerinin değerlendirildiği bir çalışmada renk değerlendirmesine tabi

tutulacak örnekler ortodontik amaçla çekilen insan dişleridir ve renklendirme için başlangıçta çay, kahve, tip II müsin, ferrik klorit ve kırmızı şarap solüsyonları içinde bekletilir (Pascolutti ve de Oliveira, 2021). OTC beyazlatma ürünlerinin, mine yüzeyinde oluşturdukları pürüzlülük ve renk değişiminin değerlendirildiği çalışmada, tüm test örnekleri başlangıçta siyah çay içinde bekletilerek renklendirilir (Mousa ve diğerleri, 2022). Diş beyazlatma ajanlarının pH değerlerinin farklılıklarının, beyazlatma işlemi üzerindeki etkilerinin değerlendirildiği bir çalışmada sığır dişi test örnekleri 7 gün boyunca çay solüsyonu ile yapay olarak renklendirildi (Wijetunga ve diğerleri, 2021). Kahve, kişiler arasında sıklıkla tüketilen ve hem diş yüzeyinde hem de ağızda mevcut olan restorasyonlar üzerinde renklendirme özelliği oldukça yüksek olan bir içecektir (Al-Angari ve diğerleri, 2021). Kahve renklenmesi, diş yüzeyinde tükürük nedeniyle oluşan katyonik pelikül ile etkileşime giren anyonik polifenollerden (sarı renkli) oluşur (Proctor, Pramanik, Carpenter ve Rees, 2005). Kahve üreticilerine göre, günlük ortalama kahve tüketiminin kişi başına 3,2 fincan olduğu ve bir fincan kahvenin tüketilmesinin 15 dakika süreceği varsayıldığında, test örneklerini 2 hafta boyunca kahve solüsyonu içinde bekletmenin 14 aylık kahve tüketimini simüle edeceği bildirilir (Guler, Yilmaz, Kulunk, Guler ve Kurt, 2005).

Tez çalışmamızda, standardizasyon sağlanması için, daha önce gerçekleştirilen bir çalışmada olduğu gibi, başlangıç ölçümlerinin ardından test örnekleri 14 gün boyunca kahve solüsyonu ile renklendirildi (Jurema, Claudino, Torres, Bresciani ve Caneppele, 2018).

Literatür incelendiğinde, diş beyazlatma ürünleri ile ilgili yapılan bazı *in vitro* çalışmalarda, test örnekleri beyazlatma seansları arasında distile suda bekletildiği (Abidia ve diğerleri, 2023; Alshehri ve diğerleri, 2022; Batmaz, Barutçugil, Dünder ve Yıldız, 2021; El-Shamy, Alyousif ve Al-Harbi, 2018; Karadas ve Duymus, 2015; Manso ve diğerleri, 2022; Ntovas ve diğerleri, 2021; Pascolutti ve de Oliveira, 2021; Santana Jorge, Noronha Ferraz de Arruda, Tonani Torrieri, Geng Vivanco ve de Carvalho Panzeri Pires-de-Souza, 2022; Singh ve diğerleri, 2018; Tak ve diğerleri, 2020), diğer *in vitro* çalışmalarda ise yapay tükürük içinde bekletildiği saptandı (Al-Angari ve diğerleri, 2021; Basheer ve diğerleri, 2023; Chu ve diğerleri, 2004; de Oliveira ve diğerleri, 2018; Espinoza ve diğerleri, 2023; Jurema ve diğerleri, 2018; Kobayashi ve diğerleri, 2021; Kwon, Kurti, Oyoyo ve Li, 2015; Monterubbianesi ve diğerleri, 2021; Mousa ve diğerleri, 2022; Müller-Heupt ve diğerleri, 2023; Rodrigues ve diğerleri, 2020). Tez çalışmamızda, bekletme işleminde, ağız içi koşulların taklit edilmesi için yapay tükürük kullanıldı.

Diş hekimliğinde, renk değerlendirme işlemlerinde farklı yöntemler kullanılır. Renk skalaları geleneksel renk ölçüm yöntemidir ve subjektif sonuçlar verir. Dijital renk ölçüm yöntemleri, kolorimetre, spektrofotometre, spektoradyometre ve dijital kamera kullanımına dayanır ve objektif sonuçlar verir. Renk skala kullanımı ile renk tespiti yapıldığında, objektif olmayan ve tekrarlanmayan sonuçların elde edilme ihtimali yüksektir (Paravina, 2009). Spektrofotometre ile renk ölçümü yapıldığında objektif, tekrarlanabilir, hassas sonuçlar elde edilir (Posavec, Prpić ve Zlatarić, 2016).

Diş hekimi kontrolünde olmayan, beyazlatma ürünlerinin, genç daimi dişler üzerine etkilerinin değerlendirildiği bir *in vitro* çalışmada, renk skalası ve spektrofotometre ile renk ölçümleri gerçekleştirildi (Yılmaz ve Akal, 2019). Çalışma sonucunda renk skalası ile spektrofotometrenin uyumlu sonuçlar verdiği bildirildi.

Renklendirme ve beyazlatma döngüsüne tabi tutulan, mine ve kompozit rezin restoratif materyal test örneklerinin, renk değişimi, yüzey pürüzlülük ve yüzey mikrosertlik testleri ile değerlendirilen çalışmada, spektrofotometre ile renk ölçümü ve meydana gelen renk değişimi hesaplanmasında CIE L\* a\* b\* renk sistemi kullanıldı (Al-Angari, G. Eckert ve Sabrah, 2021).

Farklı beyazlatma yöntemlerinin, insan mine dokusunda, renk değişimi ve yüzey pürüzlülüğü üzerine etkilerinin değerlendirildiği başka bir çalışmada, renk değişimi spektrofotometre ve meydana gelen renk değişiminin hesaplanmasında CIE L\* a\* b\* renk sistemi kullanıldı (El-Shamy ve diğerleri, 2018).

Renklendirme yapılan sığır dişlerinin mine yüzeyine beyazlatma jelleri ile kombine şekilde veya jel olmaksızın kullanılan violet ışığın, CIEDE2000 renk sistemine göre " $\Delta L$ ", " $\Delta C$ " ve " $\Delta H$ " parametreleri kullanımıyla, renk değişimi ( $\Delta E_{00}$ ),  $\Delta WI_D$  (Beyazlık İndeksi) ölçümü spektrofotometre ile gerçekleştirildi (Kobayashi ve diğerleri, 2021).

%10 konsantrasyon karbamid peroksit beyazlatma ajanı ile dört farklı OTC beyazlatma ürününün beyazlatma etkinliğinin değerlendirildiği *in vitro* çalışmada; OTC beyazlatma ürünlerinin, %10 konsantrasyon karbamid peroksit ile birlikte ve %10 karbamid peroksit olmadan kullanılmasının, renk değişimi ve yüzey mikrosertlik üzerindeki etkilerinin incelendiği çalışmada; diş hekimi kontrolünde uygulanmayan ve uygulanan beyazlatma

ajanlarının, etkinliğinin ve güvenliğinin değerlendirildiği çalışmada; %6 konsantrasyon hidrojen peroksit içeren beyazlatma ajanına, titanyum dioksit ( $\text{TiO}_2$ ) ve kitosan eklenmesi ile elde edilen deneysel jelin, %40 ve %25 konsantrasyon hidrojen peroksit içeren farklı beyazlatma ajanlarının renk, yüzey pürüzlülüğü ve yüzey mikrosertliği üzerindeki etkilerinin değerlendirildiği çalışmada; jel ve pat formunda kullanılan iki farklı OTC beyazlatma ajanının, sıgır dişi üzerine yerleştirilen kompozit örnekler üzerinde oluşturduğu beyazlatma etkinliği ve yüzey değişiminin değerlendirildiği çalışmada; Hidrojen peroksit içeren ev tipi beyazlatma ajanına nano hidroksiapatit eklenmesinin, dişin yapısını ve mikrosertliğini değiştirmeden beyazlatma için güvenilir bir yöntem olup olmadığının değerlendirmesi amacıyla yapılan çalışmada, spektrofotometre kullanımıyla CIE  $L^*$   $a^*$   $b^*$  renk sistemine göre renk ölçümleri gerçekleştirildi (Jurema ve diğerleri, 2018; Karadas ve Duymus, 2015; Kolsuz Ozcetin ve Surmelioglu, 2020; Monterubbianesi ve diğerleri, 2021; Omar, Ab-Ghani, Abd Rahman ve Halim, 2019; Tak ve diğerleri, 2020).

Tez çalışmamızda, objektif, tekrarlanabilir ve güvenilir sonuçlar elde edilmesi için, renk ölçümünde spektrofotometre kullanıldı. Spektrofotometre ile gerçekleştirilen ölçümlerde standardizasyonun sağlanması için, kronun üçte birlik orta kısmının merkezinden üç ölçüm yapıldı ve ortalaması alındı. CIE  $L^*$   $a^*$   $b^*$  renk sistemine göre  $L^*$ ,  $a^*$ , ve  $b^*$  parametreleri kullanılarak ‘ $\Delta E$ ’ değeri hesaplandı. Literatür incelendiğinde, ‘ $\Delta E$ ’ değerinin, gözün renk algısında en önemli parametre olduğu bildirilir (Matis, Cochran ve Eckert, 2009).

Beyazlatma tedavilerinin tamamlanmasından sonra, oluşan renk, diş yüzeyinde meydana gelen dehidratasyon nedeniyle, ilk etapta daha beyaz algılanır. Literatür incelendiğinde, renk ölçümünün beyazlatma tedavisinden 24 saat sonra yapılması tavsiye edilir (Batmaz ve diğerleri, 2021). Tez çalışmamızda, dehidratasyon nedeniyle oluşan yanıtıcı beyazlık sonucunun elimine edilmesi için, renk ölçümleri beyazlatma işleminden 24 saat sonra gerçekleştirildi.

%15 konsantrasyon karbamid peroksit içeren ev tipi beyazlatma sistemi ile ışık ile aktive olan karbamid peroksit içeren OTC beyazlatma sisteminin ve kontrol grubunun, çekilmiş insan dişi üzerindeki renk, yüzey pürüzlülük ve yüzey mikrosertlik değişimlerinin karşılaştırıldığı çalışmada, beyazlatma işlemi sonrasında her iki karbamid peroksit içeren grup arasında renk değişimi açısından istatistiksel anlamlı farklılık bulunmadığı, iki grubun

kontrol grubuna göre renk değişimi açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık gösterdiği belirlendi (Singh ve diğerleri, 2018).

%22 konsantrasyon karbamid peroksit içeren ev tipi beyazlatma tedavisini takiben, 1 yıl boyunca OTC beyazlatma ajanlarının kullanımının, minenin renk değişimi ve yüzey mikrosertlik değerleri üzerindeki etkilerinin değerlendirildiği çalışmada gruplar; Grup (1) ev tipi beyazlatma + geleneksel diş macunu + geleneksel ağız gargarası, Grup (2) ev tipi beyazlatma + geleneksel diş macunu + beyazlatıcı ağız gargarası, Grup (3) ev tipi beyazlatma + beyazlatıcı diş macunu + geleneksel ağız gargarası, Grup (4) ev tipi beyazlatma + beyazlatıcı diş macunu + beyazlatıcı ağız gargarası, Grup (5) ev tipi beyazlatma + peroksit içeren beyazlatıcı diş macunu + geleneksel ağız gargarası, Grup (6) ev tipi beyazlatma + peroksit içeren beyazlatıcı diş macunu + beyazlatıcı ağız gargarası, Grup (7) ev tipi beyazlatma yok+ geleneksel diş macunu + geleneksel ağız gargarası şeklinde planlanır. Bu çalışmanın sonucunda, en etkin renk değişimi, Grup (4) ev tipi beyazlatma + beyazlatıcı diş macunu + beyazlatıcı ağız gargarası grubunda tespit edildi (Santana Jorge ve diğerleri, 2022).

Ofis tipi beyazlatma işleminin, farklı sürelerde uygulanmasının, renk değişimi, yüzey pürüzlülük ve yüzey mikrosertlik gibi diş minesinin yüzey özellikleri üzerine olan etkisini araştıran çalışmada, %40 konsantrasyon hidrojen peroksit içeren beyazlatma ajanı; Grup (1): 1 x 20 dk (üretici firmanın önerdiği minumum süre), Grup (2): 2 x 20 dk (üretici firmanın önerdiği ideal süre), Grup (3): 3 x 20 dk (üretici firmanın önerdiği maksimum süre) şeklinde uygulandı (Ozdemir ve Surmelioglu, 2022). Renk değerlendirme ölçümü, insan üst orta kesici diş (n=36) beyazlatma öncesi ( $T_0$ ), beyazlatmadan 24 saat sonra ( $T_1$ ), beyazlatmadan 7 gün sonra ( $T_2$ ) ve beyazlatmadan 14 gün sonra ( $T_3$ ) farklı zaman aralıklarında gerçekleştirildi. Beyazlık indeksi ( $WI_D$ ) ve renk değişimi ( $\Delta E_{00}$ ) yardımıyla yapılan renk analizinde, gruplar arasında ( $WI_{D0}$ ,  $WI_{D1}$ ,  $WI_{D2}$ ,  $WI_{D3}$ ) beyazlık indeksi açısından istatistiksel anlamlı farklılık saptanmadı. Grup (1)'in grup içi karşılaştırmalarında, başlangıç beyazlık indeksi ( $WI_{D0}$ ) ile beyazlatmadan 24 saat sonra beyazlık indeksi ( $WI_{D1}$ ), beyazlatmadan 7 gün sonra beyazlık indeksi ( $WI_{D2}$ ) ve beyazlatmadan 14 gün sonra beyazlık indeksi ( $WI_{D3}$ ) arasında istatistiksel anlamlı farklılık saptandı. Grup (2) ve Grup (3)'ün grup içi karşılaştırmalarında, başlangıç beyazlık indeksi ( $WI_{D0}$ ) ile diğer ölçümler arasında istatistiksel anlamlı farklılık bulundu. Aynı zamanda beyazlatmadan 24 saat sonra beyazlık indeksi ( $WI_{D1}$ ), beyazlatmadan 7 gün sonra beyazlık indeksi ( $WI_{D2}$ ) ve beyazlatmadan 14

gün sonra beyazlık indeksi ( $WI_{D3}$ ) arasında da istatistiksel anlamlı farklılık bulundu. Renk değişimi ( $\Delta E_{00}$ ) karşılaştırmalarında Grup (1) (20 dakika) ve Grup (2) (40 dakika); Grup (1) (20 dakika) ve Grup (3) (60 dakika) arasında istatistiksel anlamlı farklılık bulundu (Ozdemir ve Surmelioglu, 2022).

Hidrojen peroksit içeren ve içermeyen beyazlatma bandlarının etkinliğini ve potansiyel erozyonunu değerlendiren çalışmada, renk değerlendirme işlemi, çekilmiş insan büyük azı ( $n=64$ ) dişlerinde gerçekleştirildi (Cua ve diğerleri, 2022). Test gruplarını, negatif kontrol grubu (NC), hidrojen peroksit içermeyen (Brilliant Dissolving strip=BT), hidrojen peroksit içermeyen (Fancymay Teeths strip=FM), hidrojen peroksit içeren (Crest 3D Brilliance HP strip=WS) dört grup oluşturdu. Renk ölçümleri, başlangıç ( $T_1$ ), beyazlatma işleminden 1 gün sonra ( $T_2$ ) ve 1 hafta sonra ( $T_3$ ) olmak üzere üç farklı zaman aralığında gerçekleştirildi. Spektrofotometre ile ölçülen renk değişimi, Commission Internationale de l'Eclairage (CIE 1986) tarafından  $\Delta E_{ab}^*$  olarak ifade edildi. NC, BT, FM ve WS grupları için beyazlatmadan 1 gün sonra ( $T_2$ ) ve beyazlatmadan 1 hafta sonra ( $T_3$ ) ölçülen  $\Delta E_{ab}$  değerleri sırasıyla 2.4/2.5, 2.8/2.9, 2.8/3.2, 8.6/11.0 olarak tespit edildi ve bu değerler arasında istatistiksel anlamlı farklılık bulundu. WS grubu (hidrojen peroksit içeren beyazlatma bandları), en fazla renk değişimi gösteren grup iken, diğer gruplar arasında renk değişimi açısından farklılık bulunmadı.

Üç farklı beyazlatma sisteminin beyazlatma etkisinin karşılaştırıldığı çalışmada, %25 konsantrasyon hidrojen peroksit içeren ofis tipi beyazlatma ajanı, %16 konsantrasyon karbamid peroksit içeren ev tipi beyazlatma ajanı ve ışıkla aktive olan OTC beyazlatma ajanı, çekilmiş insan üst kesici dişleri ( $n=21$ ) üzerinde test edildi (Batmaz ve diğerleri, 2021). Renk ölçümleri spektrofotometre yardımıyla ve renk değişimi CIE  $L^* a^* b^*$  sistemine göre değerlendirildi. Test edilen tüm gruplarda, diş renginin beyazladığı, en fazla beyazlatma etkisinin, ev tipi beyazlatma ajanı ile elde edildiği, ofis tipi beyazlatma ajanı ile OTC beyazlatma ajanı arasında, renk değişimi açısından istatistiksel anlamlı farklılık bulunmadığı bildirildi.

Polifosfat içeren beyazlatma ürünlerinin diş mine yüzeyinde meydana getirdiği beyazlatma etkisi, %10 konsantrasyon karbamid peroksit içeren beyazlatma ürünü ile karşılaştırıldı (Alshehri ve diğerleri, 2022). Renk değerlendirmesi için, çekilmiş insan büyük azı dişleri kullanıldı. Çalışmada kontrol grubu olarak %10 konsantrasyon karbamid peroksit içeren

Grup (A); karbamid peroksit içermeyen, polifosfat içeren taşıyıcılı beyazlatma sistemi Grup (B), taşıyıcılı beyazlatma sistemi kullanımına ek olarak florürlü diş macunu kullanılan Grup (C), karbamid peroksit içermeyip, sodyum bikarbonat içeren beyazlatıcı kalem Grup (D) test edildi. Renk ölçümleri başlangıç ( $T_0$ ), beyazlatmadan 1 gün sonra ( $T_1$ ) ve 1 ay sonra ( $T_2$ ) olmak üzere üç farklı zaman aralığında gerçekleştirildi. Spektrofotometre yardımıyla ölçülen renk değişimi  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  parametreleri ile  $\Delta E_{ab}^*$  olarak hesaplandı. Beyazlatmadan 1 gün sonra ( $T_1$ ), en yüksek  $\Delta E_{ab}$  değeri Grup A'da gözlemlendi ( $\Delta E_{ab}=13.4$ ) sonra sırasıyla Grup D ( $\Delta E_{ab}=10.6$ ) ve Grup B ( $\Delta E_{ab}=9.2$ ) yer aldı. En az beyazlatma etkisi Grup C ( $\Delta E_{ab}=2.4$ ) bulundu. Beyazlatmadan 1 ay sonra ( $T_2$ ), Grup A en fazla beyazlatma etkisi gösterirken sırasıyla Grup B ve Grup C en yüksek  $\Delta E_{ab}$  (2.4, 2.1) değerini gösterdi. Grup D, en az beyazlatma etkisi oluşturdu ( $\Delta E_{ab}=1.2$ ).

2022 yılında yapılan çalışmada, benzer hidrojen peroksit konsantrasyonuna sahip üç farklı beyazlatma sisteminin, beyazlatma etkinliğinin ve ağız sağlığına bağlı yaşam kalitesi (ORHQoL=Oral Health-Related Quality of Life) üzerine olan etkilerinin değerlendirildiği klinik bir çalışmada santral ve kanin dişler incelendi. Grup A, %6 konsantrasyon hidrojen peroksit içeren ofis tipi beyazlatma sistemi (toplam 2 saat uygulama süresi), Grup B, %6 konsantrasyon hidrojen peroksit içeren ev tipi beyazlatma sistemi (toplam 15 saat uygulama süresi), Grup C, %16 konsantrasyon karbamid peroksit içeren ev tipi beyazlatma sistemi (toplam 84 saat uygulama süresi) olarak üç grup oluşturuldu. Renk ölçümleri, başlangıç, beyazlatma sonrası ve beyazlatmadan 6 ay sonra yapıldı. Tüm gruplarda, başlangıç, beyazlatma sonrası ve 6 aylık takip aşamasında renk değişimleri anlamlı bulundu, Grup C'nin beyazlatma etkinliği diğer gruplara kıyasla anlamlı derecede daha yüksek saptandı (Pereira ve diğerleri, 2022).

2023 yılında, çekilmiş üst kesici diş ( $n=80$ ) kullanılan çalışmada; OTC beyazlatma ürünlerinin ev tipi beyazlatma ürünlerine kıyasla, insan diş minesindeki renk değişimi, renk stabilitesi ve yüzey pürüzlülüğü etkileri değerlendirildi (Basheer ve diğerleri, 2023). Grup A, %15 konsantrasyon karbamid peroksit içeren ev tipi beyazlatma sistemi; Grup B, %6 konsantrasyon hidrojen peroksit içeren beyazlatıcı band; Grup C, %20 konsantrasyon karbamid peroksit ve LED ışık ile aktive olan %4 konsantrasyon hidrojen peroksit içeren beyazlatıcı sistem; Grup D, aktif kömür içeren beyaz ve siyah diş macunu olarak dört grup oluşturuldu. Spektrofotometre ile başlangıç renk ölçümleri gerçekleştirildikten sonra üretici talimatlarına göre beyazlatma tedavileri uygulandı ve aynı koşullar altında renk ölçümleri

tekrarlandı. Renk stabilitesinin değerlendirilmesi amacıyla, her grup kendi içinde iki alt gruba ayrılarak test örnekleri 24 saat çay veya kahve solüsyonu içinde bekletildi. Daha sonra renk ölçümleri tekrarlandı. Tüm gruplar başlangıca göre renk değişimi gösterdi ancak beyazlatıcı band grubu diğer gruplara göre daha az beyazlatma etkisi gösterdi. Grup C, renklendirme sonrasında elde edilen renk değişiminde, hem kahve hem de çay içinde bekletilerek renklendirilen test örnekleri için en düşük renk değişimini gösterdi, başka bir deyişle renk stabilitesi en iyi olan grup olarak bildirildi.

Espinoza ve arkadaşları üç farklı beyazlatıcı ağız gargarasının diş minesi üzerinde mineral ve renk değişimini değerlendirdi. (Espinoza ve diğerleri, 2023). Çalışmada 66 adet küçük azı dişi kullanıldı. Üç farklı beyazlatıcı ağız gargarasının yanında %10 konsantrasyon hidrojen peroksit içeren hazır plaklı beyazlatıcı sistem, %10 konsantrasyon karbamid peroksit içeren ev tipi beyazlatıcı sistem ve negatif kontrol grubu olarak yapay tükürük kullanıldı. Başlangıç ölçümlerinden önce, test örnekleri 3 gün çay solüsyonu içinde bekletildi ardından spektrofotometre ile renk ölçümleri gerçekleştirildi. Üretici talimatlarına göre beyazlatıcı sistemler uygulandı ve renk ölçümü tekrarlandı. CIE L\* a\* b\* ve CIEDE2000 renk sistemlerine göre renk değişimi ( $\Delta E - \Delta E_{00}$ ) hesaplandı. Test edilen beyazlatıcı ağız gargaraları kabul edilebilir bir renk değişimi gösterdi ve kendi aralarında istatistiksel anlamlı farklılık bulunmadı. Ancak, gargara uygulamalarının beyazlatıcı etkisi, karbamid peroksit veya hidrojen peroksit ile yapılan profesyonel beyazlatma tedavilerinin beyazlatıcı etkisi kadar başarılı tespit edilmedi.

2023 yılında yapılan bir çalışmada, farklı OTC beyazlatma ürünlerini hidrojen peroksit ile kıyaslayarak bu ürünlerin beyazlatma etkisi, sitotoksitesi ve mine yüzeyinde meydana getirdikleri değişiklikler araştırıldı (Müller-Heupt ve diğerleri, 2023). 60 adet insan dişi (santral kesici diş, kanin, küçük azı ve büyük azı dişi) 7 gün kahve solüsyonu içinde bekletildi ve Grup 1 (Negatif kontrol), Grup 2 (%1 Bromelin), Grup 3 (%5 Sodyum bikarbonat), Grup 4 (%0.2 Sodyum klorit), Grup 5 (% 12 PAP-Fitalomidoperoksikaproik asit), Grup 6 (%6 Hidrojen peroksit) olarak gruplara ayrıldı. Renk ölçümleri spektrofotometre ile renk değişimi CIE L\* a\* b\* renk sistemine göre hesaplandı. Negatif kontrol grubu ile kıyaslandığında tüm test gruplarında iyi derecede renk değişimi gözlemlendi. Hidrojen peroksit grubu en fazla renk değişimini ( $\Delta E=9,6$ ) oluşturdu, hidrojen peroksiti sırasıyla sodyum bikarbonat ( $\Delta E=7,5$ ), PAP ( $\Delta E=6,6$ ), bromelin ( $\Delta E=5,3$ ) ve sodyum klorit ( $\Delta E=3,9$ ) grupları izledi.

Manso ve arkadaşları, dört farklı OTC beyazlatma ürününün, insan molar diş ( $n=10$ ) mine yüzeyinde renk değişimi ve demineralizasyon derecesini değerlendiren bir çalışmada; Grup PD (%11,46 hidrojen peroksit içeren jel), Grup WG (% 14,1 hidrojen peroksit içeren jel), Grup CW (%3,31 hidrojen peroksit içeren band), Grup HS (%0 hidrojen peroksit içeren jel) test gruplarını oluşturdu. Renk ölçümleri başlangıç ( $T_0$ ), beyazlatmanın 14. günü ( $T_{14}$ ), 28. günü ( $T_{28}$ ), 56. günü ( $T_{56}$ ) spektrofotometre ile ölçüldü ve renk değişimi CIE  $L^* a^* b^*$  renk sistemine göre hesaplandı. Tüm gruplarda, en iyi renk değişimi, beyazlatmanın 14. gününde ( $T_{14}$ ) elde edildi. Hidrojen peroksit konsantrasyonu yüksek olan Grup PD ve Grup WG, beyazlatmanın 56. gününde ( $T_{56}$ ) anlamlı renk değişimi gösterirken, düşük hidrojen peroksit konsantrasyonuna sahip olan Grup CW ve Grup HS, beyazlatmanın en uzun süre kullanılan zaman aralığında ( $T_{56}$ ) bile anlamlı renk değişimi göstermedi.

Beyazlatıcı ağız gargaralarının beyazlatma etkinliğinin, geleneksel ağız gargaraları ile karşılaştırıldığı çalışmada, 60 adet sıgır kesici dişi kullanıldı ve Grup (1) Geleneksel ağız gargarası (Colgate Plax); Grup (2) Geleneksel ağız gargarası (Cepacol); Grup (3) Geleneksel ağız gargarası (Listerine Cool Mint); Grup (4) Beyazlatıcı ağız gargarası (Colgate Luminous White); Grup (5) Beyazlatıcı ağız gargarası (Cepacol Whitening); Grup (6) Beyazlatıcı ağız gargarası (Listerine Whitening Extreme) test grupları oluşturuldu (Rodrigues ve diğerleri, 2020). Test örnekleri 28 gün boyunca günde 2 x 1 dk olacak şekilde ağız gargaralarında bekletildi. Renk, spektrofotometre ile başlangıç, 7. gün, 14. gün, 21. gün ve 28. günde ölçüldü. Beyazlatma etkinliğinin değerlendirilmesinde  $\Delta L$ ,  $\Delta a$ ,  $\Delta b$ ,  $\Delta E$  ve beyazlık indeksi ( $WI_D$ ) kullanıldı. Grup 3, beyazlatmanın 21. gününde en yüksek  $\Delta E$  değerini gösterdi ve bunu beyazlatıcı ağız gargaraları izledi. Beyazlık indeksi sonuçlarına göre, çalışmada kullanılan gargaralar içinde hidrojen peroksit içeren tek ağız gargarası olan Listerine Whitening Extreme grubunun (Grup 6), zamanla artan bir beyazlatma etkisi gösterdiği bildirildi. Dişler üzerinde beyazlatma etkisi gösterdiğini iddia eden ağız gargarasının ana unsurunun, bu aktif bileşen olduğu belirtildi.

CIE  $L^* a^* b^*$  renk sisteminde, parlaklığın artması (artan ' $L$ ' değeri) ve sarılığın azalması (azalan ' $b$ ' değeri) beyazlatmanın ana göstergeleridir. Kırmızılığın azalması (' $a$ ' değerinin azalması) beyazlığı daha az etkiler (Lima, Rotta, Penso, Meireles ve Demarco, 2012).

Tez çalışmamızda, tüm gruplarda, kahve solüsyonunda 14 gün bekletme süresinden sonra ' $a$ ' ve ' $b$ ' değerlerinde artma gözlenirken, ' $L$ ' değerinde azalma gözlemlendi. Elde edilen bu

sonuç yapılan diğer çalışmalarda olduğu gibi, tüm test örneklerinin iyi derecede renklendirildiğini gösterir (Uctasli, Garoushi, Uctasli, Vallittu ve Lassila, 2023).

Tez çalışmamızda,  $\Delta E_{1-0}$  değeri Grup 1 (Beyazlatıcı gargara) 10,11; Grup 2 (Beyazlatıcı kalem) 10,05; Grup 3 (Beyazlatıcı band) 10,12; Grup 4 (Işık ile aktive beyazlatıcı sistem) 10,10; Grup 5 (Ev tipi beyazlatıcı sistem) 10,10 hesaplandı. Kahve solüsyonunda bekletme sonrası, test örnekleri klinik olarak fark edilebilir derecede renklendi. Kahve, yüksek derecede renklendirme özelliği olan bir içecektir (Al-Angari ve diğerleri, 2021). Kahve ve çayda bulunan anyonik polifenoller, katyonik tükürük pelikülü ile etkileşime girerek dişin renklenmesine neden olur (Azer ve diğerleri, 2010; Joiner, Muller, Eloffsson, Malmsten ve Arnebrant, 2003).

$\Delta E_{ab} \geq 3,3$  olduğunda renk değişimi göz ile algılanabilir (Buchalla ve diğerleri, 2002; Lee ve diğerleri, 2000). Tez çalışmamızda,  $\Delta E_{2-0}$  değeri Grup 1 (Beyazlatıcı gargara) 1,71; Grup 2 (Beyazlatıcı kalem) 1,82; Grup 3 (Beyazlatıcı band) 5,82; Grup 4 (Işık ile aktive beyazlatıcı sistem) 3,91; Grup 5 (Ev tipi beyazlatıcı sistem) 17,67 olarak hesaplandı. Grup 1 (Beyazlatıcı gargara) ve Grup 2'de (Beyazlatıcı kalem) tedavi sonucunda gözle algılanabilen renk değişimi izlenmezken, Grup 3 (Beyazlatıcı band) Grup 4 (Işık ile aktive beyazlatıcı sistem) ve Grup 5'te (Ev tipi beyazlatıcı sistem) gözle algılanabilen renk değişimi izlendi.

Tez çalışmamızda, Grup 1 (Beyazlatıcı gargara) beyazlatma sonucunda, 'a' ve 'b' değeri azaldı 'L' değeri arttı. Grup 2 (Beyazlatıcı kalem) 'a' değeri azaldı 'L' ve 'b' değeri arttı. Grup 3 (Beyazlatıcı band) beyazlatma sonucunda 'a' ve 'b' değeri azaldı 'L' değeri arttı. Grup 4 (Işık ile aktive beyazlatıcı sistem) beyazlatma sonucunda 'a' ve 'b' değeri düşerken 'L' değeri arttı. Grup 5 (Ev tipi beyazlatıcı sistem) 'b' değeri azaldı 'L' ve 'a' değeri arttı. Tez çalışmamızda elde edilen sonuçlar diğer çalışmalar ile uyumludur (Rodrigues ve diğerleri, 2020).

Diş hekimi kontrolünde olmayan (OTC) beyazlatma ürünlerinin, genç daimi diş minesinin renk, yüzey pürüzlülük ve yüzey mikrosertlik etkilerinin değerlendirildiği çalışmada, 84 adet küçük azı dişi kullanıldı. Beyazlatma ürünlerinin uygulama tipine göre; Grup (1) LED cihazı ile aktive edilen beyazlatma sistemi (%6 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>), Grup (2) Görünür ışık ile aktive edilen beyazlatma sistemi (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>), Grup (3) Görünür ışık ile aktive edilen beyazlatma sistemi (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>), Grup (4) Beyazlatma kalemi (%35 CH<sub>6</sub>N<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), Grup (5) Beyazlatma bandı (%9,5

H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>), Grup (6) Taşıyıcılı beyazlatma jeli (%11 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>), Grup (7) Sprey (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> içermiyor) test grupları oluşturuldu. Başlangıç renk, yüzey pürüzlülük ve yüzey mikrosertlik ölçümleri tespit edildi (T<sub>0</sub>). Üretici firmanın talimatlarına göre beyazlatma ürünleri uygulandı. Test grupları deney süresince yapay tükürükte bekletildi. Beyazlatma sonrasında tüm ölçümler tekrarlandı (T<sub>1</sub>). Test örnekleri dinamik yaşlandırma işlemi (ısısal değişim testi) ile yaşlandırıldı. Tüm ölçümler tekrarlandı ve SEM (Scanning Electron Microscope=Taramalı Elektron Mikroskobu) değerlendirmesi yapıldı. Renk ölçümü hem spektrofotometre hem renk skalası ile gerçekleştirildi ve renk değişimi CIE L\* a\* b\* renk sistemine göre hesaplandı. Renk skalası spektrofotometre ile ölçüldü her bir parametrenin 'L', 'a', 'b' değerleriyle yapılan hesaplamalar sonrasında  $\Delta E$  değerleri elde edildi Beyazlatma ürünlerinin toplam uygulama süreleri; Grup 1: 60 dk, Grup 2: 20 dk, Grup 3: 150 dk, Grup 4: 28 dk, Grup 5:420 dk, Grup 6: 90 dk ve Grup 7: 15 dk'dır. Test örneklerinin beyazlatma öncesi ve beyazlatma sonrası arasındaki renk değişimi en fazla Grup 5 (Beyazlatma bandı,  $\Delta E=9,64$ ) sonra sırasıyla, Grup 7 (Beyazlatıcı Sprey,  $\Delta E=7,83$ ), Grup 1(LED ile aktive edilen beyazlatma sistemi,  $\Delta E=7,63$ ), Grup 4 (Beyazlatma kalemi,  $\Delta E=6,62$ ), Grup 2 (Işıkla aktive beyazlatma sistemi,  $\Delta E=6,57$ ), Grup 6 (Taşıyıcılı beyazlatma jeli,  $\Delta E=6,17$ ) ve Grup 3 (Işık ile aktive beyazlatma sistemi,  $\Delta E=3,53$ )'te elde edildi.  $\Delta E>2$  durumunda, renk farkının görsel olarak fark edilebileceğini bildiren araştırmacılar, test edilen tüm ürünlerde beyazlatma sağlandığını rapor etti (Yılmaz ve Akal, 2019).

Literatürde, beyazlatmanın ilk dakikalarda oluştuğu bu yüzden daha uzun uygulama süresi olan ürünlerin beyazlatma etkinliğinin daha fazla olmadığı bildirilir (Kielbassa, Beheim-Schwarzbach, Neumann ve Zantner, 2009; Yılmaz ve Akal, 2019). Ancak bazı çalışmalar, beyazlatma etkinliğinin, ajanın konsantrasyonundan bağımsız olduğu, uygulama süresi ile doğru orantılı olduğunu bildirir (de Souza ve Catelan, 2020; Sulieman, Macdonald, Rees, Newcombe ve Addy, 2006).

Tez çalışmamızda, 6720 dk ile en uzun uygulama süresine sahip Grup 5 (Ev tipi beyazlatıcı sistem) en fazla renk değişimi, 14 dk uygulama süresine sahip Grup 1 (Beyazlatıcı gargara) en az renk değişimi gösterdi. Aynı hidrojen peroksit konsantrasyonlarına (%6) sahip olan Grup 3 (Beyazlatıcı band) ve Grup 4 (Işık ile aktive beyazlatıcı sistem) karşılaştırıldığında; uygulama süresi daha uzun olan (420 dk) Grup 3'ün beyazlatma etkinliği, uygulama süresi daha kısa olan (140 dk) Grup 4'ten daha fazla bulundu. Bu sonuç, beyazlatma etkinliğinin konsantrasyondan daha çok uygulama süresine bağlı olduğunu bildiren çalışmalar ile

uyumludur (Matis ve diğerleri, 2009; Serraglio, Zanella, Dalla-Vecchia ve Rodrigues-Junior, 2016). Grup 2 (Beyazlatıcı kalem) uygulama süresinin (3360 dk), Grup 3 (420 dk) ve Grup 4'ten (140 dk) daha uzun uygulama süresi olmasına rağmen, Grup 3 (Beyazlatıcı band) ve Grup 4 (Işık ile aktive beyazlatıcı sistem) daha az beyazlatma etkisi göstermesinin nedeni, ağız içi koşulların daha iyi taklit edilebilmesi amacıyla beyazlatıcı kalem uygulandıktan sonra test örneklerinin yapay tükürük ile nemlendirilmiş steril spançlar arasında saklanması ile açıklanabilir. Yapay tükürük ile temas eden beyazlatıcı ajanın dilüe olmasına bağlı beyazlatma etkinliği azalır.

Karbamid peroksit kullanılan ev tipi beyazlatma sistemi ile beyazlatıcı bandların beyazlatma etkinliğinin karşılaştırıldığı çalışmaların dahil edildiği meta analizde, karbamid peroksit kullanılan ev tipi beyazlatma sisteminin beyazlatma etkinliğinin daha iyi olduğu bildirilir (da Rosa ve diğerleri, 2020). %10 konsantrasyon karbamid peroksit jelin, hidrojen peroksit içeren beyazlatıcı bandlarla beyazlatma etkinliklerinin değerlendirildiği çalışmaların dahil edildiği meta analizde, karbamid peroksitin beyazlatma etkinliğinin daha yüksek olduğu bildirildi (Serraglio ve diğerleri, 2016). Literatürde, hidrojen peroksit içeren jellerin bandlara kıyasla daha fazla beyazlatma etkisi gösterdiği rapor edilir (Dietschi, Benbachir ve Krejci, 2010; Manso ve diğerleri, 2022; Wiegand, Vollmer, Foitzik, Attin ve Attin, 2005) ve %10 konsantrasyon karbamid peroksitin, %3.35 hidrojen peroksit ayrıştığı bildirilir (Kwon ve Wertz, 2015).

Tez çalışmamızda, karbamid peroksit içeren ev tipi beyazlatma sisteminin, beyazlatma etkinliği, beyazlatıcı banddan daha yüksek tespit edildi ve bu sonuç daha önceki çalışmalar ile uyumludur (Serraglio ve diğerleri, 2016).

Grup 5'in  $\Delta E_{2-0}$  ortalamasının, Grup 1, Grup 2 ve Grup 4'ten anlamlı şekilde yüksek olmasının nedeni uygulama süresinin fazla olması ve karbamid peroksit içermesidir. Grup 3'ün  $\Delta E_{2-0}$  ortalamasının, Grup 1'den anlamlı şekilde yüksek olmasının nedeni uygulama süresinin daha uzun olmasıdır. Grup 3'ün  $\Delta E_{2-0}$  ortalamasının, Grup 2'den anlamlı şekilde yüksek olmasının nedenleri ise; Grup 2'nin hidrojen peroksit konsantrasyonunun Grup 3'ün hidrojen peroksit konsantrasyonundan düşük olması ve bandların yüzeyinde bulunan polietilen filmin, diş yüzeyine adapte olan beyazlatıcı ajan ile tükürük arasında bariyer görevi görmesi ile açıklanabilir. Böylece ajan, konsantrasyonu değişmeden diş yüzeyi ile temas ederek beyazlatma etkinliği gösterir. Grup 4'ün  $\Delta E_{2-0}$  ortalamasının, Grup 1'den

anlamli şekilde yuiksek olmasinin nedeni, uygulama suresinin daha uzun olmasidir. Grup 4'un  $\Delta E_{2-0}$  ortalamasinin, Grup 2'den anlamli şekilde yuiksek olmasinin nedenleri; Grup 2'nin hidrojen peroksit konsantrasyonunun Grup 4'un hidrojen peroksit konsantrasyonundan duisuk olmasi ve ışık ile aktive olan sistemin ışık uireten aparatının diş yuizeyi ve tukuirk arasında bariyer goirevi goirmesi ile aciklanabilir. Diğer gruplar arasında  $\Delta E_{2-0}$  ortalamaları acısından istatistiksel anlamli farklılık tespit edilmedi.

Minenin fiziksel ve mekanik ozellikleri, beyazlatma sonrası minenin yapısında goirilen morfolojik değişikliklerden etkilenir (Wongpraparatana, Matangkasombut, Thanyasrisung ve Panich, 2018). Diş beyazlatma ile ilgili yapılan çalışmalarda, renk değerlendirilmesinin yanında, yuizey puiruzluluk olicuimu yapılması, tedavinin etkinliği ve diş sert dokularında olası zararın objektif ve detaylı tespit edilmesine yarar. Beyazlatma tedavileri sonrasında, minenin yuizey puiruzluluğinde artış goirulebilir (Basheer ve diğerleri, 2023; de Oliveira ve diğerleri, 2018; Gurgan ve Yalcin, 2007; Taher, 2005). Yuizey puiruzluluk artışında etkili olan temel faktuirkler; uygulama suresi, aktif beyazlatıcı ajanın konsantrasyonu, beyazlatıcı uirunun içeriğinde yer alan bileşenler ve uirunun pH'ıdır (Attin, Hannig, Wiegand ve Attin, 2004; Cadenaro ve diğerleri, 2008; Sa ve diğerleri, 2013; Wang ve diğerleri, 2011)

Yuizey puiruzluluk değerlendirme işlemi sırasında, genellikle iğne uclu tarayıcı mekanik profilometre, optik profilometre, taramalı elektron mikroskobu (SEM), atomik kuvvet mikroskobu (AFM), gibi çeşitli cihazlar kullanılır (Dayi ve Ocal, 2023; Kakaboura ve diğerleri, 2007; Rodrigues, Mozzaquatro, Jacques ve Mallmann, 2017; Yikilgan, Kamak, Akgul, Ozcan ve Bala, 2017; Yılmaz ve Akal, 2019). Tez çalışmasında, yuizey puiruzluluk olicuimu, kullanımı kolay ve tekrarlanabilir sonuçlar elde edilen profilometre cihazı ile değerlendirildi.

Kahvenin pH'ı duşuk olduğu için diş yapısında değişikliğe ve yuizey puiruzluluğinde artışa neden olur (Carlos ve diğerleri, 2019; Pirolo, Mondelli, Correr, Gonzaga ve Furuse, 2014). Tez çalışmasında, kahve solusyonunda bekletilerek renklendirilen tum test uirneklerinin puiruzluluğunun, başlangıç olicuimlerine goire istatistiksel olarak anlamli duzeyde arttığı gozlendi.

2023 yılında 80 adet çekilmiş uşt kesici diş kullanılan çalışmada, OTC beyazlatma uirunlerinin ev tipi beyazlatma uirunlerine kıyasla, insan diş minesini uzerindeki renk değişimi,

renk stabilitesi ve yüzey pürüzlülüğü üzerine etkileri değerlendirildi (Basheer ve diğerleri, 2023). Çalışmada; Grup (A) %5 konsantrasyonda karbamid peroksit içeren ev tipi beyazlatma sistemi (karbopol, gliserin), Grup (B) %6 konsantrasyonda hidrojen peroksit içeren beyazlatıcı band (karbopol, gliserin), Grup (C) %20 konsantrasyonda karbamid peroksit ve %4 konsantrasyonda hidrojen peroksit içeren LED'li beyazlatıcı sistem (gliserin), Grup (D) aktif kömür içeren beyaz ve siyah diş macunu (gliserin) dört grup oluşturuldu. Yüzey pürüzlülük ölçümü için temassız bir profilometre kullanılan çalışmada, test örneklerinin başlangıç ve beyazlatma sonrası yüzey pürüzlülük değerleri kaydedildi. Deney süresince test örnekleri distile suda bekletildi. Tüm gruplarda, beyazlatma sonrası ortalama yüzey pürüzlülük değerlerinde, istatistiksel olarak anlamlı artış gözlemlendi.

Diş hekimi kontrolünde olmayan (OTC) beyazlatma ürünlerinin genç daimi diş minesinin renk, yüzey mikrosertlik, yüzey pürüzlülük ve morfolojisine etkilerinin değerlendirildiği çalışmada, 84 adet küçük azı dişi kullanıldı. Gruplar, beyazlatma ürünlerinin uygulama tipine göre; Grup (1) LED ile aktive beyazlatma sistemi (%6  $H_2O_2$ ), Grup (2) Işıklı aktive beyazlatma sistemi ( $H_2O_2$ ), Grup (3) Işık ile aktive beyazlatma sistemi ( $H_2O_2$ ), Grup (4) Beyazlatma kalemi (%35  $H_2N.CO.NH_2$ ), Grup (5) Beyazlatma bandı (%9,5  $H_2O_2$ ), Grup (6) Taşıyıcılı beyazlatma jeli (%11  $H_2O_2$ ), Grup (7) Sprey ( $H_2O_2$  içermiyor) oluşturuldu. Başlangıç renk, yüzey pürüzlülük ve yüzey mikrosertlik ölçümleri ( $T_0$ ), beyazlatma sonrası ( $T_1$ ), ısısal yaşlandırma sonrası ( $T_2$ ) yüzey pürüzlülük ölçümleri yüzey profilometre cihazı ile gerçekleştirildi. Grup 6 (Taşıyıcılı beyazlatma jeli)'da beyazlatma sonrasında pürüzlülük değerleri artarken diğer gruplarda istatistiksel olarak anlamlı bir değişiklik gözlemlenmedi. Isısal yaşlandırma sonrası yüzey pürüzlülüğünün, Grup 5 (Beyazlatma bandı) ve Grup 1 (Işık ile aktive beyazlatma sistemi) dışında diğer gruplarda arttığı gözlemlendi (Yılmaz ve Akal, 2019).

Polydorou ve arkadaşları, beyazlatmanın insan diş minesi üzerinde uzun vadeli etkisini değerlendirdikleri çalışmada, 80 adet mine örneği kullandı. Gruplar, beyazlatma ürünlerinin uygulama tipine göre; Grup (1) Ofis tipi beyazlatma (%40  $H_2O_2$ , 3x20 dk/hafta), Grup (2) Kontrol grubu (İnsan tükürüğü), Grup (3) Paint-on jel (%6  $H_2O_2$ , 2x10 dk/gün), Grup (4) Ev tipi beyazlatma (%16  $CH_6N_2O_3$ , 6 saat/gün) oluşturuldu. Beyazlatma uygulamaları arasında test örnekleri insan tükürüğünde bekletildi. Knoop mikro sertliği ve yüzey pürüzlülüğü beyazlatmadan önce, beyazlatmadan 2 hafta ve 8 hafta sonra değerlendirildi. 2 haftalık uygulamadan sonra, tüm deney gruplarında yüzey pürüzlülüğünün anlamlı şekilde arttığı ve

gruplar arasında anlamlı farklılık bulunmadığı bildirildi. Uygulamadan 8 hafta sonra ölçülen yüzey pürüzlülük değerleri, 2 hafta sonra ölçülen yüzey pürüzlülük değerlerinden anlamlı derecede yüksek bulunmadı. 8 haftalık tedaviden sonra, %16 karbamid peroksit içeren ev tipi beyazlatma tedavisinin neden olduğu pürüzlülük artışı, %40 hidrojen peroksit içeren ofis tipi beyazlatma tedavisinin neden olduğu yüzey pürüzlülük değerlerinden istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek bulundu. Ev tipi beyazlatma jelinin içeriğinde bulunan karbopolün asidik olması ve jelin kıvamını arttırarak diş yüzeyi ile uzun süre temas etmesini sağlaması sonucunda yüzey pürüzlülük artışına sebep olduğunu bildirdiler (Polydorou, Scheitza, Spraul, Vach ve Hellwig, 2018).

2017 yılında 90 adet sığır diş minesinin kullanıldığı çalışmada, beyazlatma sonrası sığır dişlerinin mine yüzeyindeki değişikliklerin değerlendirilmesi amaçlandı. Çalışmada; Grup (1) Ev tipi beyazlatma sistemi (%10 konsantrasyonda karbamid peroksit), Grup (2) Ev tipi beyazlatma sistemi (%16 konsantrasyonda karbamid peroksit), Grup (3) Ofis tipi beyazlatma sistemi (%35 konsantrasyonda hidrojen peroksit, LED ile aktivasyon), Grup (4) Pozitif kontrol (%37 fosforik asit), Grup (5) Negatif kontrol (yapay tükürük) kullanıldı. Test örnekleri beyazlatma seansları arasında yapay tükürükte bekletildi. Mine yüzeyinde oluşan değişiklikler SEM (Scanning Electron Microscopy=Taramalı elektron Mikroskobu) ile değerlendirildi. Beyazlatma sonrasında, Grup 1 (%10 CP) ve Grup 2 (%16 CP) ile Grup 2 (%16 CP) ve Grup 3 (%35 HP) arasında anlamlı farklılıklar gözlenirken, Grup 1(%10 CP) ve Grup 3 (%35 HP) arasında anlamlı farklılık gözlenmedi. %16 konsantrasyonda karbamid peroksit jel, %10 konsantrasyonda karbamid peroksit jele ve %35 konsantrasyonda hidrojen peroksit jele göre, sığır mine yüzeyinde daha fazla pürüzlülük değişimine neden oldu. Çalışmanın sonuçları, beyazlatma ürünlerinin diş minesinin yapısında değişime neden olacağını, bu değişikliklerin ürünün konsantrasyonu ve diş temas süresi ile ilgili olduğunu belirtti (Pimenta-Dutra, Pereira, Nunes ve Silveira, 2017).

İki diş beyazlatma sisteminin (beyazlatma jeli-%15 karbamid peroksit ve beyazlatma bandları-%10 hidrojen peroksit) mine ve iki farklı kompozit rezin restoratif materyalin renk değişimi, yüzey pürüzlülüğü ve mikro sertliği üzerindeki etkisinin karşılaştırıldığı çalışmada 16 adet sığır dişi kullanıldı. Sığır dişi mine örnekleri üzerinde kavite hazırlandı, kaviteler nano hibrit ve mikro hibrit kompozit rezin restoratif materyal ile restore edildi. Başlangıç renk, yüzey pürüzlülük ve yüzey mikrosertlik ( $\text{kgf/mm}^2$ ) değerleri spektrofotometre, optik profilometre ve Vicker's mikrosertlik (VHN=Vicker's Hardness Number) test cihazı

kullanılarak ölçüldü. Test örnekleri 14 gün boyunca kahve solüsyonunda bekletilerek renklendirildi ve jel grubu ve band grubu olmak üzere randomize iki gruba ayrıldı. Ardından test örnekleri, 10 günlük bir beyazlatma/renglendirme döngüsüne tabi tutuldu. Test örnekleri, beyazlatma ve renglendirme döngüsü arasında yapay tükürükte bekletildi. Renk, yüzey pürüzlülük ve yüzey mikrosertlik değerleri yeniden ölçüldü. Beyazlatma jeli, test edilen mine ve her iki kompozit rezin restoratif materyal yüzeyinde, beyazlama bandlarına kıyasla yüzey pürüzlülüğünü önemli ölçüde artırdı. Araştırmacılar, bu sonucu, beyazlatıcı jel grubunun uygulama süresinin daha fazla olması ile açıkladı (Al-Angari ve diğerleri, 2021).

Farklı beyazlatma uygulamalarının, diş mine renk değişimi ve yüzey pürüzlülüğü üzerindeki etkisini araştıran çalışmada, 50 adet üst santral diş kullandı ve gruplar; Grup (1) Beyazlatıcı band (%6,5 konsantrasyonda hidrojen peroksit), Grup (2) Beyazlatıcı kalem (%5,25 konsantrasyonda hidrojen peroksit), Grup (3) Beyazlatıcı gargara (Hidrojen peroksit), Grup (4) Ev tipi beyazlatma sistemi (%15 konsantrasyonda karbamid peroksit), Grup (5) Ofis tipi beyazlatma sistemi (%40 konsantrasyonda hidrojen peroksit) oluşturuldu. Test örnekleri beyazlatma seansları arasında distile suda bekletildi. Beyazlatma öncesi ve sonrasında yüzey pürüzlülüğü AFM (Atomic Force Microscopy=Atomik Kuvvet Mikroskobu) ile değerlendirildi. Test edilen grupların hiçbirisi beyazlatma öncesi ve sonrası yüzey pürüzlülüğü açısından istatistiksel anlamlı değişiklik göstermedi (El-Shamy ve diğerleri, 2018). Araştırmacılar, yapay tükürük kullanılmamasına rağmen yüzey pürüzlülük değerlerinin artmamasının nedenini, nötral pH'da beyazlatıcı ajan kullanılması ile açıkladı.

TiO<sub>2</sub> (Titanyum dioksit) ve kitosan ile hazırlanan deneysel beyazlatma jelinin etkinliğinin, %40 konsantrasyonda hidrojen peroksit ve %25 konsantrasyonda hidrojen peroksit jel ile karşılaştırdığı çalışmada, yüzey pürüzlülük ölçümleri yüzey profilometre cihazı ile gerçekleştirildi. Test örnekleri beyazlatma seansları arasında distile suda bekletildi. Gruplar arasında beyazlatma öncesi ve sonrası yüzey pürüzlülük değerleri arasında istatistiksel anlamlı farklılık gözlenmedi (Kolsuz Ozcetin ve Surmelioglu, 2020).

Diş hekimi kontrolünde uygulanan ve diş hekimi kontrolünde uygulanmayan beyazlatıcı ürünlerin etkinliğinin ve güvenilirliğinin değerlendirildiği çalışmada, 65 adet üst santral diş kullanıldı. Beyazlatma öncesi ve sonrası yüzey pürüzlülük değerleri profilometre ile ölçüldü. Gruplar; Grup (1) Kontrol (Distile su), Grup (2) Ev tipi beyazlatma sistemi (%15 konsantrasyonda karbamid peroksit), Grup (3) Ev tipi beyazlatma sistemi (%16

konsantrasyonda karbamid peroksit), Grup (4) Beyazlatıcı band (Üretici konsantrasyonu belirtmemiş), Grup (5) Işık ile aktive beyazlatıcı sistem (Üretici konsantrasyonu belirtmemiş) oluşturuldu. Test örnekleri deney süresince salin solusyonunda bekletildi. Test edilen beyazlatıcı ürünlerin, mine yüzeyinde belirgin şekilde pürüzlülük artışına neden olduğu bildirildi (Omar ve diğerleri, 2019).

Dört farklı OTC beyazlatma ürününün, 20 adet molar diş üzerinde, konfokal lazer mikroskobu ile yüzey pürüzlülük değişimini değerlendiren çalışmada, deney gruplarını; Grup (PD) %11,46 hidrojen peroksit içeren jel, Grup (WG) %14,1 hidrojen peroksit içeren jel, Grup (CW) %3,31 hidrojen peroksit içeren band, Grup (HS) %0 hidrojen peroksit içeren jel oluşturdu. Çalışma sonucunda, uygulama süresi ve hidrojen peroksit konsantrasyonuna bağlı yüzey pürüzlülük değerinde artış görüldüğü bildirildi (Manso ve diğerleri, 2022).

Ev tipi beyazlatma ve OTC (Over-the-Counter) beyazlatma uygulamalarından sonra insan diş minesinde görülen renk, mikro sertlik ve yüzey pürüzlülük değişikliklerini karşılaştıran çalışmada, 57 adet üst kesici diş kullanıldı. Yüzey pürüzlülük ölçümleri, başlangıç ve beyazlatma sonrasında, profilometre cihazı ile gerçekleştirildi. Test gruplarını, Grup (1) Kontrol (Distile su), Grup (2) Ev tipi beyazlatma sistemi (%15 konsantrasyonda karbamid peroksit), Grup (3) Işık ile aktive beyazlatıcı sistem (Karbamid peroksit) oluşturdu. Grup 2 ve Grup 3 için, beyazlatma sonrası, yüzey pürüzlülüğünde anlamlı bir artış gözlenmedi (Singh ve diğerleri, 2018).

Ofis tipi beyazlatmanın, diş mine dokusuna farklı sürelerde uygulanmasının, renk değişimi, yüzey pürüzlülük ve yüzey mikrosertlik gibi yüzey özellikleri üzerine olan etkisini araştıran çalışmada, %40 konsantrasyonda hidrojen peroksit içeren beyazlatma ajanı; Grup (1): 1 x 20 dk (üretici firmanın önerdiği minimum süre), Grup (2): 2 x 20 dk (üretici firmanın önerdiği ideal süre), Grup (3): 3 x 20 dk (üretici firmanın önerdiği maksimum süre) uygulandı (Ozdemir ve Surmelioglu, 2022). Yüzey pürüzlülük değerlendirmesi için 36 adet molar diş kullanılan çalışmada, beyazlatma öncesi, beyazlatmadan 7 gün sonra ve beyazlatmadan 14 gün sonra farklı zaman aralıklarında, yüzey pürüzlülük ölçümleri gerçekleştirildi. Test örnekleri beyazlatma seansları arasında yapay tükürükte bekletildi. Çalışmada yüzey pürüzlülüğü ile beyazlatma ajanının farklı uygulama süreleri arasında anlamlı bir ilişki bulunmadı. (Ozdemir ve Surmelioglu, 2022).

Diş beyazlatma jelinin (%35 konsantrasyonda hidrojen peroksit) farklı zaman aralıklarında 40 adet sıgır diş minesine uygulanmasının, yüzey mikrosertlik ve yüzey pürüzlülük etkileri değerlendirildi. Yüzey pürüzlülük ölçümleri başlangıç, birinci, ikinci ve üçüncü jel uygulamasından sonra, rugozimetre ile gerçekleştirildi. Test örnekleri deney süresince yapay tükürükte bekletildi. Beyazlatma jeli, uygulama zaman aralığından bağımsız olarak yüzey pürüzlülük değerini arttırdı (de Oliveira ve diğerleri, 2018).

2023 yılında yapılan çalışmada, OTC beyazlatma ürünlerinin, ev tipi beyazlatma ürünleri, insan diş mine dokusu üzerinde renk değişimi, renk stabilitesi ve yüzey pürüzlülük etkileri değerlendirildi (Basheer ve diğerleri, 2023). 80 adet çekilmiş üst kesici diş kullanılan çalışmada; Grup (A) %15 konsantrasyonda karbamid peroksit içeren ev tipi beyazlatma sistemi, Grup (B) %6 konsantrasyonda hidrojen peroksit içeren beyazlatıcı band, Grup (C) %20 konsantrasyonda karbamid peroksit ve %4 konsantrasyonda hidrojen peroksit içeren LED'li beyazlatıcı sistem, Grup (D) aktif kömür içeren beyaz ve siyah diş macunu test edildi. Beyazlatma öncesi ve sonrasında, test örneklerinin non-kontakt tip profilometre ile yüzey pürüzlülük ölçümleri gerçekleştirildi. Test örnekleri deney süresince distile suda bekletildi. Beyazlatma sonrası, tüm test gruplarında, yüzey pürüzlülük değerlerinde istatistiksel anlamlı artış gözlemlendi (Basheer ve diğerleri, 2023).

Diş hekimi kontrolü olmadan uygulanan (OTC) beyazlatıcı ürünlerin, minenin renk değişimi ve yüzey pürüzlülük üzerindeki etkilerini değerlendiren çalışmada oluşturulan gruplar; Grup 1 (Beyazlatıcı band), Grup 2 (Beyazlatıcı diş macunu), Grup 3 (Paint on jel), Grup 4 (Beyazlatıcı ağız gargarası)dır. Beyazlatma öncesi ve sonrasında, test örneklerinin non-kontakt tip profilometre ile yüzey pürüzlülük ölçümleri gerçekleştirildi. Test örnekleri, beyazlatma seansları arasında yapay tükürükte bekletildi. Tüm gruplarda, beyazlatma sonrası yüzey pürüzlülük değerleri başlangıça göre anlamlı artış gösterdi (Mousa ve diğerleri, 2022).

OTC diş beyazlatma ürünlerinin mine yüzey pürüzlülük ve yüzey mikrosertlik üzerine etkinliğini değerlendiren çalışmada, 120 adet molar diş kullanıldı ve test grupları; Grup A (Ev tipi beyazlatıcı sistem-%10 konsantrasyonda karbamid peroksit), Grup B (Distile su), Grup C (Diş macunu-hidratlı silika, sodyum heksametafosfat), Grup D (Beyazlatıcı kalem-sodyum bikarbonat), Grup E (Sitrik asit), Grup F (Taşıyıcılı beyazlatıcı sistem-hidratlı silika, kömür tozu) oluşturuldu. Test örnekleri deney süresince distile suda bekletildi. Beyazlatma

öncesi ve sonrasında, test örneklerinin non-kontakt tip profilometre ile yüzey pürüzlülük ölçümleri gerçekleştirildi. Grup A, B ve D’de beyazlatma sonrası yüzey pürüzlülük değerleri azalırken, Grup C, E ve F’de beyazlatmadan sonra yüzey pürüzlülük değerlerinin arttığı bildirildi (AlShehri ve diğerleri, 2022). Araştırmacılar, yüzey pürüzlülük ve yüzey mikrosertlik değişikliklerinin beyazlatma ürününün türü, bileşimi ve uygulama süresinden etkilendiği bildirdi.

Dört farklı beyazlatma tekniğinin mine üzerinde etkilerinin, mikrosertlik test cihazı, yüzey profilometre ve taramalı elektron mikroskobu (SEM) ile değerlendirildiği çalışmada 120 adet mine örneği yüzey pürüzlülük değerlendirmesi için kullanıldı. Test grupları: Grup (1) Negatif kontrol (3. sınıf su), Grup (2) DIY (Do It Yourself, Çilek püresi+karbonat) Grup (3) Beyazlatıcı band (%9,5 konsantrasyonda hidrojen peroksit), Grup (4) Ev tipi beyazlatma sistemi (%10 konsantrasyonda karbamid peroksit), Grup (5) Ofis tipi beyazlatma sistemi (%25 konsantrasyonda hidrojen peroksit), Grup (6) Pozitif kontrol (Sitrik asit) oluşturuldu. Beyazlatma uygulaması öncesi ve sonrasında, test örneklerinin kontakt tip profilometre ile yüzey pürüzlülük ölçümleri gerçekleştirildi. Grup 3 (Beyazlatıcı band) ve Grup 6 (Pozitif kontrol)’da ortalama yüzey pürüzlülük değerinin arttığı bildirildi. Grup 3 (Beyazlatıcı band)’te yüzey pürüzlülük değişikliklerinin, pozitif kontrol seviyesinin üç katını geçmediği ve böylece ISO 28399’a dayalı gereklilikleri karşıladığı bildirildi. Diğer tüm grupların, başlangıç değerlerine kıyasla yüzey pürüzlülük değerlerinde anlamlı bir değişiklik göstermediği ifade edildi (Kwon ve diğerleri, 2015).

Tez çalışmasında, tüm test gruplarında, beyazlatma uygulaması sonrası yüzey pürüzlülük değeri başlangıca göre istatistiksel olarak anlamlı derecede arttı.

Diş beyazlatıcı ajanın, daha uzun süre uygulandığında, mine yüzey pürüzlülük değerini artırdığı bildirilir (Al-Angari ve diğerleri, 2021; Pimenta-Dutra ve diğerleri, 2017). Diş beyazlatıcı ajanının en uzun süre (6720 dk) uygulandığı Grup 5 (Ev tipi beyazlatıcı sistem)’te yüzey pürüzlülük değerinde en fazla artış gözlemlendi. Diş beyazlatıcı ajanının en kısa süre (14 dk) uygulandığı Grup 1 (Beyazlatıcı gargara)’in yüzey pürüzlülük değerinde en az artış gözlemlendi. Eşit hidrojen peroksit konsantrasyonlarına (%6) sahip olan Grup 3 (Beyazlatıcı band) ve Grup 4 (Işık ile aktive beyazlatıcı sistem) karşılaştırıldığında; eşit miktarda yüzey pürüzlülük artışına neden oldukları tespit edildi. Grup 2 (Beyazlatıcı kalem)’nin uygulama süresi (3360 dk) Grup 3 ve Grup 4’ten daha uzun olmasına rağmen, Grup 3 (Beyazlatıcı

band) ve Grup 4 (Işık ile aktive beyazlatıcı sistem)’ten daha az pürüzlülük artışı göstermesinin nedeni, Grup 2 (Beyazlatıcı kalem)’in hidrojen peroksit konsantrasyonunun Grup 3 (Beyazlatıcı band) ve Grup 4 (Işık ile aktive beyazlatıcı sistem)’ten daha düşük olması ve beyazlatıcı kalem uygulaması süresince ağız içi koşulların daha iyi taklit edilebilmesi amacıyla, test örneklerinin yapay tükürük ile nemlendirilmiş steril spançlar arasında saklanması olduğunu düşüncesindeyiz. Beyazlatma uygulaması sırasında, yapay tükürük ile temas eden beyazlatıcı ajanın dilüe olması daha az pürüzlülük artışına neden olur.

Ev tipi beyazlatma jellerinin içeriğinde en sık kullanılan kıvam artırıcılar, karbopol ve gliserin, diş yapısıyla etkileşime girer ve mikrosertliğin azalması ve yüzey pürüzlülüğünün değişmesi gibi morfolojik değişikliklere neden olur (Basting ve diğerleri, 2005). Grup 1 (Beyazlatıcı gargara) gliserin, Grup 4 (Işık ile aktive beyazlatıcı sistem) ve Grup 5 (Ev tipi beyazlatıcı sistem) gliserin ve karbopol içermesi sebebiyle, yüzey pürüzlülük değerlerinde artışa neden olur.

Beyazlatma ürünlerinin içeriğinde bulunan ve aktif ajan olan hidrojen peroksit, diş dokusundan mineral kaybına ve yüzey pürüzlülüğünün artmasına neden olur (Akai, Over, Olmez ve Bodur, 2001). Tez çalışmamızda, Grup 1 (Beyazlatıcı gargara), Grup 2 (Beyazlatıcı kalem), Grup 3 (Beyazlatıcı band), Grup 4 (Işık ile aktive beyazlatıcı sistem) hidrojen peroksit içerir. Grup 5 (Ev tipi beyazlatıcı sistem), karbamid peroksit içerir. İçerdikleri aktif ajanlar sebebiyle yüzey pürüzlülük değerlerinde artışa sebep olur.

2020 yılında yapılmış olan, %20 konsantrasyonda karbamid peroksit, %9,5 konsantrasyonda hidrojen peroksit, %38 konsantrasyonda hidrojen peroksit, %45 konsantrasyonda karbamid peroksit içeren beyazlatma ürünlerinin, sıgır diş yüzeyinde, beyazlatma etkinliği, yüzey pürüzlülük ve mikrosertlik parametreleri ile değerlendirilen çalışmada, test örnekleri deney öncesinde 1 ay ve deney süresince yapay tükürükte bekletildi. Deney sonunda, tüm gruplarda yüzey pürüzlülüğün başlangıca göre artmadığı bulundu (de Souza ve Catelan, 2020).

Basting ve arkadaşları yapmış oldukları çalışmada, test örneklerini deney süresince yapay tükürükte bekletip, beyazlatıcı ajan uygulamasını takiben, 8. saatte ve 8. haftada, yüzey mikrosertlik değişimlerini incelediler (Basting, Rodrigues Jr, ve Serra, 2003). Yapay tükürükte 8 saat bekletmenin yüzey mikrosertlik değerinde artış sağlamadığı, 2 haftadan daha uzun süre bekletmenin yüzey mikrosertlik değerini artırdığı bildirildi. *In vivo*

koşullarda, topikal florür uygulanması, tükürüğün akış hızı ve tamponlama kapasitesi, oral hijyen gibi faktörlerin mikrosertliğin artması ve yüzey pürüzlülüğünün azalmasına yardımcı olacağı düşünülür.

Çalışmaların sonuçlarındaki farklılıklar, çalışma tasarımına, diş beyazlatma materyallerinin bileşimine, konsantrasyonuna ve kullanım süresine ve beyazlatma materyalinin difüzyon kapasitesi ile pH'sına bağlıdır (de Souza ve Catelan, 2020). Polisaj, florür uygulaması ve remineralize edici ajan uygulamasının, beyazlatılmış minenin pürüzlülüğünü önemli ölçüde azaltabileceği bildirilir (Pimenta-Dutra ve diğerleri, 2017). Tez çalışmamızda, sadece Grup 5 (Ev tipi beyazlatıcı sistem)'in içeriğinde sodyum florür bulunur diğer gruplarda remineralize edici ajan bulunmamaktadır. Bu yüzden tez çalışmamızda pürüzlülüğün artmasının nedenleri, test örneklerinin sadece deney süresince yapay tükürükte bekletilmiş olması, beyazlatma sonrası yüzey pürüzlülük değerlendirmesinin beyazlatmadan 24 saat sonra yapılmış olması ve remineralize edici ajan uygulanmaması ile açıklanabilir.

Bazı çalışmalar, beyazlatıcı ajanın nötral pH'a sahip olması halinde, beyazlatma uygulamaları sonrasında yüzey pürüzlülüğü değerlerinde artış görülmediğini bildirir (Cadenaro ve diğerleri, 2008; El-Shamy ve diğerleri, 2018). Tez çalışmamızda kullandığımız beyazlatıcı ürünlerin pH'ları üretici firma tarafından bildirilmediği için pH ile yüzey pürüzlülüğü arasındaki ilişkiyi değerlendiremedik.

Yüzey mikrosertlik ölçümü, mineral kaybı veya kazancı ile ilişkilidir ve referans alınan numunenin plastik deformasyona dayanacak şekilde, mine ve dentinin mekanik özelliklerini belirlemenin oldukça kolay bir yoludur (Kwon, Wang, Oyoyo ve Li, 2013). Yüzey mikrosertlik ölçümleri Vicker's veya Knoop sertlik testleri uygulanarak yapılır. Literatürde, beyazlatma uygulamalarının mine yüzeyinde meydana getirdiği etkilerin değerlendirilmesinde, Knoop sertlik testini (Alshehri ve diğerleri, 2022; de Oliveira ve diğerleri, 2018; Kwon ve diğerleri, 2015; Polydorou ve diğerleri, 2018; Santana Jorge ve diğerleri, 2022) ve Vicker's mikrosertlik testi kullanan çalışmalar (Al-Angari ve diğerleri, 2021; Kolsuz Ozcetin ve Surmelioglu, 2020; Monterubbianesi ve diğerleri, 2021; Omar ve diğerleri, 2019; Ozdemir ve Surmelioglu, 2022; Singh ve diğerleri, 2018; Tak ve diğerleri, 2020; Yılmaz ve Akal, 2019) mevcuttur. Tez çalışmamızda, Vicker's mikrosertlik test cihazı kullanıldı. Daha önceki çalışmalarda gerçekleştirildiği gibi test örneklerinin yüzeyine 9,087 N (Newton) yük 10 saniye süre ile uygulandı (Tak ve diğerleri, 2020).

İki diş beyazlatma sisteminin (beyazlatma jeli-%15 karbamid peroksit ve beyazlatma bandları-%10 hidrojen peroksit) mine ve iki farklı kompozit rezin restoratif materyalin renk değişimi, yüzey pürüzlülüğü ve yüzey mikrosertliği üzerindeki etkilerinin karşılaştırıldığı çalışmada, sığır dişi mine örnekleri üzerinde iki adet kavite hazırlandı, kaviteler nano hibrit ve mikro hibrit kompozit rezin materyal ile restore edildi, başlangıç renk, yüzey pürüzlülük ve yüzey mikrosertlik ( $\text{kgf/mm}^2$ ) değerleri spektrofotometre, optik profilometre ve Vicker's mikrosertlik (VHN) test cihazı kullanılarak ölçüldü. Test örnekleri 14 gün boyunca kahve solüsyonunda bekletilerek renklendirildi, jel ve band grubu olmak üzere iki gruba ayrıldı. Ardından test örnekleri, 10 günlük beyazlatma / renklendirme döngüsüne tabi tutuldu. Test örnekleri beyazlatma ve renklendirme döngüsü arasında yapay tükürükte bekletildi. Renk, yüzey pürüzlülük ve yüzey mikrosertlik değerleri yeniden ölçüldü. İki diş beyazlatma sistemi (jel, band) ile test edilen kompozit rezin restoratif materyaller ve sığır minesinin yüzey mikrosertlik değerlerinde anlamlı bir farklılık gözlenmedi. Sığır diş minesi ve kompozit rezin restoratif materyaller karşılaştırılınca, jel ve band ile beyazlatılan minenin mikrosertlik değerindeki değişim, nanohibrit kompozit rezinin mikrosertlik değişiminden istatistiksel anlamlı yüksek tespit edildi. (Al-Angari ve diğerleri, 2021).

Diş hekimi kontrolünde olmayan (OTC) beyazlatma ürünlerinin genç daimi diş minesinin renk, yüzey mikrosertlik, yüzey pürüzlülüğü ve morfolojisine etkilerini değerlendirdikleri çalışmada, 84 adet küçük azı dişi kullanıldı. Gruplar, beyazlatma ürünlerinin uygulama tipine göre; Grup (1) LED ile aktive beyazlatma sistemi (%6  $\text{H}_2\text{O}_2$ ), Grup (2) Işıklı aktive beyazlatma sistemi ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ), Grup (3) Işıklı beyazlatma sistemi ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ), Grup (4) Beyazlatma kalemi (%35  $\text{H}_2\text{N.CO.NH}_2$ ), Grup (5) Beyazlatma bandı (%9,5  $\text{H}_2\text{O}_2$ ), Grup (6) Taşıyıcılı beyazlatma jeli (%11  $\text{H}_2\text{O}_2$ ), Grup (7) Sprey ( $\text{H}_2\text{O}_2$  içermiyor) şeklinde beyazlatma sistemi oluşturuldu. Başlangıç renk, yüzey pürüzlülük ve yüzey mikrosertlik ölçümleri yapıldı ( $T_0$ ). Üretici firmanın talimatlarına göre beyazlatma ürünleri uygulandı. Test grupları deney süresince yapay tükürükte bekletildi. Beyazlatma sonrasında tüm ölçümler tekrarlandı ( $T_1$ ). Test örnekleri termal siklus ile yaşlandırıldı. Tüm ölçümler tekrarlandı ve SEM (Scanning Electron Microscope=Taramalı Elektron Mikroskobu) değerlendirmesi yapıldı. Yüzey mikrosertlik ölçümü, Vicker's mikrosertlik test cihazı ile 15 saniye 1 N (Newton) yük uygulanarak gerçekleştirildi. Grup 1 (LED ile aktive beyazlatma sistemi) dışında tüm gruplarda beyazlatma sonrasında yüzey mikrosertlik değerinin arttığı, yaşlandırma sonrasında Grup 7 (Sprey) dışında tüm gruplarda beyazlatma öncesine göre yüzey mikrosertlik değerlerinin arttığı bildirildi (Yılmaz ve Akal, 2019).

Polydorou ve arkadaşları, diş beyazlatma uygulamasının, insan diş minesi üzerindeki uzun süreli etkisini değerlendirdikleri çalışmada, 80 adet mine örneği kullanıldı. Gruplar, beyazlatma ürünlerinin uygulama tipine göre; Grup (1) Ofis tipi beyazlatma (%40 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, 3x20 dk/hafta), Grup (2) Kontrol grubu (İnsan tükürüğü), Grup (3) Paint-on jel (%6 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, 2x10 dk/gün), Grup (4) Ev tipi beyazlatma (%16 CH<sub>6</sub>N<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 6 saat/gün) oluşturuldu. Diş beyazlatma uygulamaları arasında test örnekleri insan tükürüğünde bekletildi. Knoop mikrosertliği ve yüzey pürüzlülüğü beyazlatma uygulamalarından önce, beyazlatma uygulamalarından 2 hafta ve 8 hafta sonra değerlendirildi. Ofis tipi beyazlatma grubunda (Grup 1) yüzey mikrosertlik değeri anlamlı derecede artarken, kontrol grubu dahil tüm gruplarda mikrosertlik değerlerinin arttığı bildirildi (Polydorou ve diğerleri, 2018).

Jel ve band formunda kullanılan iki farklı OTC diş beyazlatma ajanının, sığır dişi üzerine yerleştirilen kompozit rezin örnekleri üzerinde oluşturduğu beyazlatma etkinliği ve yüzey değişiminin değerlendirildiği çalışmada; Grup 1 (Jel, üreticinin önerdiği sürede: 2 hafta boyunca günde bir kez 30-60 dk uygulama), Grup 2 (Band, üreticinin önerdiği sürede: 2 hafta boyunca günde bir kez 30-60 dk uygulama), Grup 3 (Jel, 7 saat uygulama), Grup 4 (Band, 7 saat uygulama) oluşturuldu. Başlangıç ve beyazlatma uygulaması sonrası yüzey mikrosertlik ölçümleri için 9,087 N (Newton) yük 10 saniye uygulandı. Her test örneğinden iki ölçüm gerçekleştirilip ortalama değer alındı ve Vicker's yüzey mikrosertlik değerleri (VHN) kaydedildi. Deney süresince test örnekleri distile suda bekletildi. Araştırmacılar, beyazlatma uygulamasından sonra jel ve band gruplarının hepsinde yüzey mikrosertlik değerlerinde azalma olduğu ve en fazla yüzey mikrosertlik kaybının Grup 3 (Jel, 7 saat uygulama)'te meydana geldiğini bildirdi (Tak ve diğerleri, 2020).

İçeriğine nano hidroksiapatit (nHA) ilave edilmiş hidrojen peroksit içeren ev tipi diş beyazlatma sisteminin, minenin rengi, sertliği ve mikro yapısı üzerindeki etkilerinin değerlendirildiği çalışmada; Grup 1 (%6 HP, 50 dk/ 7 gün), Grup 2 (%6 HP-nHA, 50 dk/ 7 gün), Grup 3 (Kontrol, beyazlatma işlemi uygulanmadı) test gruplarında başlangıç ve beyazlatma uygulaması sonrası Vicker's (VMH) mikrosertlik değerlendirmesi Remet cihazı ile 200 g yük 15 saniye test edildi. Deney süresince test örnekleri yapay tükürükte bekletildi. Tüm grupların başlangıç ve beyazlatma sonrası yüzey mikrosertlik değerlerinde istatistiksel anlamlı farklılık tespit edilmedi (Monterubbianesi ve diğerleri, 2021).

TiO<sub>2</sub> (Titanyum dioksit) ve kitosan ile hazırlanan deneysel diş beyazlatma jelinin etkinliğinin, %40 konsantrasyonda hidrojen peroksit ve %25 konsantrasyonda hidrojen peroksit jel ile karşılaştırıldığı çalışmada, yüzey mikrosertlik değerlendirmesi için Vicker's mikrosertlik test cihazı ile 200 g yük 10 saniye uygulandı. Test örnekleri beyazlatma seansları arasında distile suda bekletildi. Grupların beyazlatma öncesi ve sonrası yüzey mikrosertlik değerleri arasında istatistiksel anlamlı farklılık gözlenmedi (Kolsuz Ozcetin ve Surmelioglu, 2020).

Diş hekimi kontrolünde kullanılan ve diş hekimi kontrolünde olmayan, diş beyazlatıcı ürünlerin etkinliğinin ve güvenliğinin değerlendirildiği çalışmada 65 adet üst santral diş kullanıldı. Test grupları; Grup (1) Kontrol (Distile su), Grup (2) Ev tipi beyazlatma sistemi (%15 konsantrasyonda karbamid peroksit), Grup (3) Ev tipi beyazlatma sistemi (%16 konsantrasyonda karbamid peroksit), Grup (4) Beyazlatıcı band (Üretici konsantrasyonu belirtmemiş), Grup (5) Işık ile aktive edilen beyazlatıcı sistem (Üretici konsantrasyonu belirtmemiş) oluşturuldu. Beyazlatma uygulaması öncesi ve sonrası yüzey mikrosertlik ölçümleri, Vicker's mikrosertlik test cihazı ile 200 g yük 20 saniye uygulama ile gerçekleştirildi. Test örnekleri deney süresince salin solusyonunda bekletildi. Grup 2 Ev tipi beyazlatma sistemi (%15 konsantrasyonda karbamid peroksit), yüzey mikrosertlik değerini anlamlı derecede artırdığı, diğer gruplarda anlamlı derecede olmasa da yüzey mikrosertlik değerinin arttığı bildirildi (Omar ve diğerleri, 2019).

Dört farklı OTC (Over the Counter) diş beyazlatma ürününün, mine yüzey üzerindeki etkilerinin değerlendirildiği çalışmada, 20 adet molar diş üzerinde dinamik ultra mikrosertlik test cihazı ile 10 saniye 25.00 mN yük uygulaması ile yüzey sertliği değerlendirildi. Araştırmada, Grup PD (%11,46 hidrojen peroksit içeren jel), Grup WG (%14,1 hidrojen peroksit içeren jel), Grup CW (%3,31 hidrojen peroksit içeren band), Grup HS (Hidrojen peroksit içermeyen jel) kullanıldı. Beyazlatma uygulama sonucunda, Grup HS dışında, tüm test gruplarında yüzey mikrosertlik değerlerinin azaldığı tespit edildi (Manso ve diğerleri, 2022).

Ev tipi diş beyazlatma ve OTC (Over the Counter) diş beyazlatma uygulamalarından sonra renk, yüzey mikrosertlik ve yüzey pürüzlülük etkileri 57 adet insan üst kesici diş üzerinde karşılaştırıldı. Test grupları; Grup (1) Kontrol (Distile su), Grup (2) Ev tipi beyazlatma sistemi (%15 konsantrasyonda karbamid peroksit), Grup (3) Işıklı beyazlatıcı sistem

(Karbamid peroksit) oluşturuldu. Yüzey mikrosertlik ölçümleri başlangıç ve beyazlatma sonrasında Vicker's mikrosertlik test cihazı ile 10 kg yük 20 saniye uygulanması ile gerçekleştirildi. Beyazlatma sonrasında, Grup 2 ve Grup 3'ün yüzey mikrosertlik değerlerinde azalma gözlemlendi (Singh ve diğerleri, 2018).

%22 konsantrasyonda karbamid peroksit içeren ev tipi diş beyazlatma tedavisinden sonra, 1 yıl boyunca OTC beyazlatma ajanlarının kullanımının, renk ve mine yüzey mikrosertlik üzerindeki etkilerinin değerlendirildiği çalışmada; Grup (1) ev tipi beyazlatma + geleneksel diş macunu + geleneksel 1 ağız gargarası, Grup (2) ev tipi beyazlatma + geleneksel diş macunu + beyazlatıcı ağız gargarası, Grup (3) ev tipi beyazlatma + beyazlatıcı diş macunu + geleneksel ağız gargarası, Grup (4) ev tipi beyazlatma + beyazlatıcı diş macunu + beyazlatıcı ağız gargarası, Grup (5) ev tipi beyazlatma + peroksit içeren beyazlatıcı diş macunu + geleneksel ağız gargarası, Grup (6) ev tipi beyazlatma + peroksit içeren beyazlatıcı diş macunu + beyazlatıcı ağız gargarası, Grup (7) ev tipi beyazlatma yok+ geleneksel diş macunu + geleneksel ağız gargarası karşılaştırıldı. Başlangıç yüzey mikrosertlik ölçümleri, Knoop mikrosertlik test cihazı kullanılarak 25 gr yük 5 saniye uygulanması ile gerçekleştirildi. Ev tipi beyazlatma uygulamasından sonra OTC olarak kullanılan diş macunu ve ağız gargaralarının 1 yıl kullanım sonucunda yüzey mikrosertlik ölçümleri karşılaştırıldı. Deney süresince test örnekleri distile suda bekletildi. Çalışma sonucunda, Grup (2) ev tipi beyazlatma + geleneksel diş macunu + beyazlatıcı ağız gargarası uygulama sonrası mine yüzey mikrosertlik değerinin azaldığı tespit edildi (Santana Jorge ve diğerleri, 2022).

Ofis tipi diş beyazlatmanın farklı sürelerde uygulanmasının, diş mine yüzeyinde, renk değişimi, yüzey pürüzlülük ve yüzey mikrosertlik gibi özellikler üzerine olan etkisinin araştırıldığı çalışmada, %40 konsantrasyonda hidrojen peroksit içeren beyazlatma ajanı; Grup (1): 1 x 20 dk (üretici firmanın önerdiği minimum süre), Grup (2): 2 x 20 dk (üretici firmanın önerdiği ideal süre), Grup (3): 3 x 20 dk (üretici firmanın önerdiği maksimum süre) uygulandı. Yüzey mikrosertlik değerlendirmesi için, 36 adet molar diş kullanılan çalışmada, beyazlatma öncesi, beyazlatmadan 7 gün sonra ve beyazlatmadan 14 gün sonra farklı zaman aralıklarında yüzey mikrosertlik ölçümleri Vicker's mikrosertlik test cihazı kullanılarak 200 g yük 15 saniye uygulanması ile gerçekleştirildi. Test örnekleri beyazlatma seansları arasında yapay tükürükte bekletildi. Grup 3 (3 x 20 dk hidrojen peroksit uygulanan)'te başlangıç ve uygulamadan 7 gün sonra, yüzey mikrosertlik değerleri arasında istatistiksel anlamlı farklılık

gözlendi. Araştırmacılar, deney sonuçlarına göre, optimum beyazlatma uygulama süresinin 40 dakika olmasını tavsiye ettiler (Ozdemir ve Surmelioglu, 2022).

Diş beyazlatma jelinin (%35 konsantrasyonda hidrojen peroksit) farklı zaman aralıklarında uygulanmasının, minenin yüzey mikrosertlik ve yüzey pürüzlülüğü üzerine etkilerinin değerlendirildiği çalışmada, 40 adet sığır dişi kullanıldı. Grup 1’de 7 günlük aralıklarla, Grup 2’de 2 günlük aralıklarla beyazlatma uygulandı. Yüzey mikrosertlik ölçümleri başlangıç, birinci, ikinci ve üçüncü jel uygulamasından sonra, Knoop mikrosertlik test cihazı kullanılarak 25 g yük 20 saniye uygulanması ile gerçekleştirildi. Test örnekleri deney süresince yapay tükürükte bekletildi. 2 gün aralıklarla beyazlatma uygulanması (Grup 2) yüzey mikrosertlik değerlerinde önemli azalmaya yol açarken, 7 gün aralıklarla beyazlatma uygulaması (Grup 1) yüzey mikrosertlik değerlerinde anlamlı farklılık oluşturmadi. (de Oliveira ve diğerleri, 2018).

OTC (Over-the-Counter) diş beyazlatma ürünlerinin mine yüzey pürüzlülüğü ve mikrosertliği üzerindeki etkinliğinin değerlendirildiği çalışmada, 120 adet molar diş kullanıldı. Grup A (Ev tipi beyazlatıcı sistem - %10 konsantrasyonda karbamid peroksit), Grup B (Distile su), Grup C (Diş macunu-hidratlı silika, sodyum heksametafosfat), Grup D (Beyazlatıcı kalem-sodyum bikarbonat), Grup E (Sitrik asit), Grup F (Taşıyıcılı beyazlatıcı sistem-hidratlı silika, kömür tozu) test edildi.

Test örnekleri deney süresince distile suda bekletildi. Test örneklerinin yüzey mikrosertlik ölçümleri, beyazlatma öncesi ve sonrası, Knoop mikrosertlik test cihazı kullanılarak 300 g yük 10 saniye uygulanması ile gerçekleştirildi. Grup B (Distile su) dışında, diğer gruplarda, beyazlatma sonrası yüzey mikrosertlik değerlerinde istatistiksel anlamlı azalma gözlendi (AlShehri ve diğerleri, 2022).

Dört farklı diş beyazlatma uygulamasının mine üzerindeki etkilerinin, mikrosertlik test cihazı, profilometre ve taramalı elektron mikroskobu (SEM) kullanılarak değerlendirildiği çalışmada, 120 adet mine örneği yüzey mikrosertlik değerlendirmesi için kullanıldı. Gruplar; Grup (1) Negatif kontrol (3. sınıf su), Grup (2) DIY (Do It Yourself) (Çilek püresi + karbonat), Grup (3) Beyazlatıcı band (%9,5 konsantrasyonda hidrojen peroksit), Grup (4) Ev tipi beyazlatma sistemi (%10 konsantrasyonda karbamid peroksit), Grup (5) Ofis tipi beyazlatma sistemi (%25 konsantrasyonda hidrojen peroksit), Grup (6) Pozitif kontrol (Sitrik

asit) oluşturuldu. Ölçümler başlangıç ve son beyazlatma seansından 24 saat sonra mikrosertlik test cihazı ile gerçekleştirildi. 0.49 N (Newton) yük 15 saniye uygulandı. Her test örneğinden üç ölçüm gerçekleştirildi, ortalama değer alındı ve Knoop sertlik numarası (KHN) kaydedildi. Deney süresince test örnekleri yapay tükürükte bekletildi. Grupların, başlangıç Knoop mikrosertlik değerleri arasında anlamlı farklılık bulunmadı. Ancak, gruplar arasında Knoop mikrosertlik değişimlerinde ( $\Delta$ KHN) anlamlı farklılık bulundu. Başlangıç ile beyazlatma sonrası karşılaştırıldığında, Grup 6 (Pozitif kontrol) ve Grup 2 (DIY) mikrosertliğinde değerlerinde bir azalma izlenirken, diğer gruplarda farklılık gözlenmedi (Kwon ve diğerleri, 2015).

Farklı ev tipi beyazlatma uygulamalarının ve OTC (Over-the-Counter) ürünlerin, mine yüzeyinin mikrosertliği üzerindeki etkisini değerlendirmeyi amaçlayan çalışmada 192 adet insan kesici dişi kullanıldı. Gruplar; Grup (1) Beyazlatıcı kalem (%8 konsantrasyonda karbamid peroksit, 1x20 dk, 14 günlük uygulama), Grup( 2) Beyazlatıcı kalem (%8 konsantrasyonda karbamid peroksit, 2x20 dk, 14 günlük uygulama), Grup (3) Beyazlatıcı kalem (%5,9 konsantrasyonda hidrojen peroksit, 2x30 dk, 14 günlük uygulama, Grup (4) Beyazlatıcı kalem (%8 konsantrasyonda karbamid peroksit, 2x5 dk, 14 günlük uygulama), Grup (5) Ev tipi beyazlatma (%10 konsantrasyonda karbamid peroksit, 1x1 saat, 14 günlük uygulama), Grup (6) Beyazlatıcı band (%5,9 konsantrasyonda hidrojen peroksit, 2x30 dk, 14 günlük uygulama), Grup (7) Taşıyıcılı beyazlatıcı sistem (Sodyum klorit, 2x 10 dk, 14 günlük uygulama), Grup 8)( Kontrol (Distile su, 1x1 saat, 14 günlük uygulama) oluşturuldu.

Test örneklerinin yüzey mikrosertlik ölçümleri, beyazlatma öncesi, sonrası ve beyazlatmayı takiben 6 hafta yapay tükürükte bekletme sonrası, Knoop mikrosertlik test cihazı kullanılarak 1 N (Newton) yük 30 sn uygulaması gerçekleştirildi. Araştırmacılar, tüm gruplarda, beyazlatma sonrası minenin yüzey mikrosertlik değerinin anlamlı derecede azaldığını bildirdi (Zantner ve diğerleri, 2007).

Tez çalışmamızda, Grup 5 (Ev tipi beyazlatıcı sistem)'in başlangıç yüzey mikrosertlik ortalaması ( $M_0$ ), Grup 1 (Beyazlatıcı gargara), Grup 2 (Beyazlatıcı kalem), Grup 3 (Beyazlatıcı band) ve Grup 4 (Işık ile aktive beyazlatıcı sistem)'ten anlamlı şekilde düşük tespit edildi. Bu farklılık, test örneklerinin gruplara randomize dağıtılması ile açıklanabilir. Diğer gruplar arasında başlangıç yüzey mikrosertlik ortalamaları arasında istatistiksel anlamlı farklılık tespit edilmedi.

Grup 5 (Ev tipi beyazlatıcı sistem)'in renklendirme sonrası yüzey mikrosertlik ortalama değeri ( $M_1$ ), Grup 1, Grup 2, Grup 3 ve Grup 4'ten anlamlı şekilde düşük saptandı. Bu farklılık, test örneklerinin gruplara randomize dağıtılması ile ilgili olduğu düşüncesindeyiz. Diğer gruplar arasında, renklendirme sonrası yüzey mikrosertlik ortalamaları arasında istatistiksel anlamlı farklılık tespit edilmedi.

Grup 5 beyazlatma sonrası yüzey mikrosertlik ortalama değeri ( $M_2$ ), Grup 1, Grup 2, Grup 3 ve Grup 4'ten anlamlı şekilde düşük saptandı. Grup 3 beyazlatma sonrası, yüzey mikrosertlik ortalama değeri, Grup 1 ve Grup 2'den anlamlı şekilde düşük bulundu. Grup 4 beyazlatma sonrası yüzey mikrosertlik ortalama değeri, Grup 1 ve Grup 2'den anlamlı şekilde düşük saptandı. Diğer gruplar arasında, beyazlatma sonrası yüzey mikrosertlik ortalamaları arasında istatistiksel anlamlı farklılık tespit edilmedi.

Diş beyazlatma uygulamalarının, mine yüzey mikrosertlik değerlerini azaltmadığını (Kolsuz Ozcetin ve Surmelioglu, 2020; Kwon ve diğerleri, 2015; Monterubbianesi ve diğerleri, 2021; Polydorou ve diğerleri, 2018; Yılmaz ve Akal, 2019) ve azalttığını bildiren çalışmalar bulunmaktadır (Al-Angari ve diğerleri, 2021; AlShehri ve diğerleri, 2022; Manso ve diğerleri, 2022; Singh ve diğerleri, 2018; Tak ve diğerleri, 2020; Zantner ve diğerleri, 2007). Tez çalışmamızda, test edilen tüm gruplarda beyazlatma sonrası, mine yüzey mikrosertlik değerinin istatistiksel anlamlı derecede azaldığı tespit edildi.

Literatür incelendiğinde, diş beyazlatma ürünlerinin mine dokusu ile temas süresi, beyazlatıcı jellerin aktif bileşenleri ve konsantrasyonları, pH'ları, aktivatörleri ve kalınlaştırıcıları, mikrosertlik değerlerinde azalma ile ilgilidir (Eskelsen ve diğerleri, 2018; Pimenta-Dutra ve diğerleri, 2017). Karbamid peroksitin parçalanmasıyla açığa çıkan üre, proteinleri denatüre ederek amelogenin gibi organik moleküllerin yapısal olarak bozulmasına neden olur bunun sonucunda minede morfolojik değişiklikler oluşur ve mikrosertlik azalır (Cadenaro ve diğerleri, 2008). Jel tipi ürünler, beyazlatıcı band ürünlere göre sıvı kıvamda olduğu için diş yüzeyine yayılma avantajına sahiptir ancak, ajan sürekli tükürükle temasta olduğu için inaktif hale gelir. Band ürünlerde beyazlatıcı ajan daha yoğundur ve diş yüzeyindeki polietilen film sayesinde tükürükten korunur. Bu yüzden band ürünler jel tipi ürünlere göre daha fazla yüzey hasarı oluşturur (Yalcin ve Gurgan, 2005).

Tez çalışmamızda, %10 konsantrasyonda karbamid peroksit içeren, uygulama süresi en fazla olan Grup 5 (Ev tipi beyazlatıcı sistem), beyazlatma sonrası en düşük yüzey mikrosertlik değeri gösteren grup oldu. Eşit (%6) hidrojen peroksit konsantrasyonuna sahip Grup 3 (Beyazlatıcı band) ve Grup 4 (Işık ile aktive edilen beyazlatıcı sistem) karşılaştırıldığında, Grup 3 (Beyazlatıcı band)'ün Grup 4 (Işık ile aktive edilen beyazlatıcı sistem)'ten daha uzun süre kullanılması nedeniyle, beyazlatma sonrası Grup 3 (Beyazlatıcı band)'ün yüzey mikrosertlik değeri Grup 4 (Işık ile aktive beyazlatıcı sistem)'ten düşük bulundu. Grup 3 (Beyazlatıcı band)'ün beyazlatma sonrasındaki yüzey mikrosertlik ortalaması, Grup 1 (Beyazlatıcı gargara) ve Grup 2 (Beyazlatıcı kalem)'den anlamlı şekilde düşük saptandı. Bunun nedenleri: Grup 3 (Beyazlatıcı band)'ün Grup 1 (Beyazlatıcı gargara)'den daha uzun süre uygulanması; Grup 3 (Beyazlatıcı band)'ün hidrojen peroksit konsantrasyonunun (%6), Grup 2 (Beyazlatıcı kalem)'nin hidrojen peroksit konsantrasyonundan (%3) daha fazla olması; Grup 3 (Beyazlatıcı band)'ün polietilen filmi sayesinde tükürük ile temasının az olmasıdır. Grup 4 (Işık ile aktive edilen beyazlatıcı sistem)'ün beyazlatma sonrasındaki yüzey mikrosertlik ortalaması, Grup 1 (Beyazlatıcı gargara) ve Grup 2 (Beyazlatıcı kalem)'den anlamlı şekilde düşük tespit edilme nedenleri; Grup 4 (Işık ile aktive edilen beyazlatıcı sistem)'ün Grup 1 (Beyazlatıcı gargara)'den daha uzun süre uygulanması ve Grup 4 (Işık ile aktive edilen beyazlatıcı sistem)'ün hidrojen peroksit konsantrasyonunun (%6), Grup 2 (Beyazlatıcı kalem)'nin hidrojen peroksit konsantrasyonundan (%3) daha fazla olması ile açıklanabilir. Grup 5 (Ev tipi beyazlatıcı sistem) ve Grup 4 (Işık ile aktive beyazlatıcı sistem)'ün içeriğinde karbapol (karbomer) bulunur. Literatürde, karbopolün minenin yüzey mikrosertlik değerinde azalmaya neden olduğu bildirilir (Basting ve diğerleri, 2003). Grup 1 (Beyazlatıcı gargara)'in içeriğinde poloksamer 407 bulunur. Literatürde, poloksamerin, minenin yüzey mikrosertlik değerini azalttığı bildirilir (Basting ve diğerleri, 2005; Soldani, Amaral ve Rodrigues, 2010).

Diş beyazlatma uygulamasından sonra, dişlerin tükürük ile teması sonucu, remineralizasyona bağlı minenin yüzey sertliği korunur (Polydorou ve diğerleri, 2018). Basting ve arkadaşları, beyazlatma uygulamasını takiben test örneklerinin 2 hafta yapay tükürükte bekletilmesinin, yüzey mikrosertlik değerlerinde artmaya bağlı, başlangıç yüzey mikrosertlik değerlerine yaklaştığını bildirir (Basting ve diğerleri, 2003). Tez çalışmamızda test örneklerinin, deney süresince yapay tükürükte bekletilmiş olmasına rağmen tüm test gruplarında, beyazlatma sonrası yüzey mikrosertlik değerleri azaldı. Bunun nedeni,

beyazlatma sonrası test örneklerinin yapay tükürükte bekletmeden, yüzey mikrosertlik ölçümlerini gerçekleştirmesine bağlı olabilir.

Diş beyazlatma sonrasında, minede oluşan yapısal defektlerin değerlendirilmesi için, mikrosertlik testinin kullanıldığı, ağız içi ortamı ve tedavi sonrası uygulamaları simüle etmek için insan tükürüğü ve florürün kullanıldığı çalışmada, minenin mikrosertliğinin azalma riskinin, tükürük ve florür kullanılmayan çalışmalara göre, daha düşük olduğu bildirilir (Joiner, 2007). Tez çalışmamızda, sadece Grup 5 (Ev tipi beyazlatıcı sistem)'de kullanılan ürünün içeriğinde, florür bulunmaktadır ancak bu grupta da beyazlatma sonrası remineralize edici ajan uygulamadan mikrosertlik ölçümleri gerçekleştirildiği için minenin yüzey mikrosertlik değerinin azaldığı düşüncesindeyiz.

Diş beyazlatma ürününün pH'ı, beyazlatma etkinliğini değiştirmesinin yanında, mine yüzeyinin morfolojisini ve dişlerin sertliğini de değiştirir (Eskelsen ve diğerleri, 2018). Çalışmada kullandığımız ürünlerin pH bilgisi üretici firma tarafından bildirilmemiş olsa da piyasadaki beyazlatma ürünlerinin büyük çoğunluğunun pH'ı hafif asidiktir. Beyazlatma uygulamasından sonra zamanla ortam asidik hale gelir, bu da mine yüzey sertliğinin azalmasına neden olur (Grazioli ve diğerleri, 2018). Tez çalışmamızın tüm gruplarında, önceki çalışmalarla uyumlu olarak, beyazlatmayı takiben minenin yüzey mikrosertlik değerinde azalma olduğu saptandı (Eskelsen ve diğerleri, 2018; Fukuyama ve diğerleri, 2017; Furlan ve diğerleri, 2017; Goyal ve diğerleri, 2021).



## 6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Kişiler tarafından uygulanabilen, farklı diş beyazlatma ürünlerinin, diş mine yüzeyinde meydana getirdiği, renk değişimi, yüzey pürüzlülüğü ve yüzey mikrosertlik üzerine olan etkisinin *in vitro* değerlendirildiği tez çalışmasının sınırlamaları dahilinde aşağıda yer alan sonuçlar elde edildi.

1. %10 konsantrasyon karbamid peroksit içeren, ev tipi diş beyazlatma sisteminde, klinik olarak fark edilebilir, en etkin beyazlatma saptandı. Beyazlatıcı band ve ışık ile aktive beyazlatma sisteminde de, klinik olarak fark edilebilir beyazlatma saptandı. Beyazlatıcı kalem ve beyazlatıcı gargara sistemlerinde ise klinik olarak fark edilebilir beyazlatma saptanmadı.
2. Test edilen, tüm beyazlatıcı ürünlerin, mine yüzey pürüzlülük değerini arttırdığı tespit edildi. %10 konsantrasyon karbamid peroksit içeren ev tipi diş beyazlatma sisteminde, mine yüzey pürüzlülük değerinde en fazla artış gözlemlendi.
3. Test edilen, tüm beyazlatıcı ürünlerin, mine yüzey mikrosertlik değerini azalttığı tespit edildi. %10 konsantrasyon karbamid peroksit içeren ev tipi diş beyazlatma sisteminde, en düşük mine yüzey mikrosertlik değeri gözlemlendi. Beyazlatıcı kalem ve beyazlatıcı gargara sistemleri, yüzey mikrosertlik değerleri arasında istatistiksel anlamlı farklılık gözlemlenmedi. Beyazlatıcı band ve ışık ile aktive beyazlatma sistemleri, yüzey mikrosertlik değerleri arasında istatistiksel anlamlı farklılık gözlemlenmedi.
4. %10 konsantrasyon karbamid peroksit içeren, ev tipi diş beyazlatma sistemi, vital diş beyazlatmanın altın standardı olarak kabul edilir. Ancak, tez çalışmamızda, ev tipi beyazlatma sisteminden sonra yüzey pürüzlülük değerinin arttığı ve yüzey mikrosertlik değerinin azaldığı tespit edildiği için, tedavi sonrası, diş yüzeyine remineralize edici ajan uygulaması tavsiye edilir.
5. Beyazlatıcı kalem ve beyazlatıcı gargara sistemlerinde, mine yüzey pürüzlülük değerinin daha az arttığı, mine yüzey mikrosertlik değerinin daha az azaldığı tespit edilmesine rağmen, bu sistemlerde, beyazlatma işlemi sonrası sağlanan beyazlık etkisi, klinik olarak kabul edilebilir eşik değerinin altında saptandı. Bu nedenle, beyazlatıcı kalem ve beyazlatıcı gargara kullanımını önermemekteyiz.
6. Beyazlatıcı band ve ışık ile aktive beyazlatma sistemlerinde, renk, yüzey pürüzlülük ve yüzey mikrosertlik değerlerinin değişimi arasında istatistiksel anlamlı farklılık bulunmadı. Her iki sistemde, klinik kabul edilebilir eşik değerinin üzerinde beyazlatma

etkisi sağlandı. Diş hekimi kontrolü olmadan uygulanan, ışık ile aktive beyazlatma sisteminin, dikkatsiz kullanım sonucunda, yumuşak doku ve diş eti üzerine zararlı etkileri olabileceği nedeniyle beyazlatıcı band uygulaması tercih edilmelidir.

7. Bu *in vitro* alışmanın kısıtlılığı, diş beyazlatma tedavi işlemini takiben, yüzey pürüzlülük ve yüzey sertlik ölçümlerinden sonra, test örneklerinin herhengi bir remineralize edici ajan uygulandıktan sonra tekrar ölçümlerinin yapılmamasıdır. Diş beyazlatma işlemi sonrası, mine yüzeyinde olası demineralizasyonun önlenmesi için, hastalara topikal florür, florür içeren diş macunu, florürlü ağız gargarası, kazein fosfopeptit amorf kalsiyum fosfat içerikli, remineralize edici ajan uygulamaları konusunda bilgi verilmelidir.

## KAYNAKLAR

- Abidia, R. F., El-Hejazi, A. A., Azam, A., Al-Qhatani, S., Al-Mugbel, K., AlSulami, M., and Khan, A. S. (2023). In vitro comparison of natural tooth-whitening remedies and professional tooth-whitening systems. *The Saudi Dental Journal*, 35(2), 165-171.
- Abou-Rass, M. (1982). The elimination of tetracycline discoloration by intentional endodontics and internal bleaching. *Journal of Endodontics*, 8(3), 101-106.
- Abouassi, T., Wolkewitz, M., and Hahn, P. (2011). Effect of carbamide peroxide and hydrogen peroxide on enamel surface: an in vitro study. *Clinical Oral Investigations*, 15(2), 673-680.
- Ahmed, H., and Abbott, P. (2012). Discolouration potential of endodontic procedures and materials: a review. *International Endodontic Journal*, 45(10), 883-897.
- Akal, N., Over, H., Olmez, A., and Bodur, H. (2001). Effects of carbamide peroxide containing bleaching agents on the morphology and subsurface hardness of enamel. *Journal of Clinical Pediatric Dentistry*, 25(4), 293-296.
- Al-Angari, S. S., Eckert, G. J., and Sabrah, A. H. (2021). Color stability, roughness, and microhardness of enamel and composites submitted to staining/bleaching cycles. *The Saudi Dental Journal*, 33(4), 215-221.
- Al-Nazhan, S. (2004). SEM observations of the attachment of human periodontal ligament fibroblasts to non-demineralized dentin surface in vitro. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 97(3), 393-397.
- Al Shethri, S., Matis, B. A., Cochran, M. A., Zekonis, R., and Stropes, M. (2003). A clinical evaluation of two in-office bleaching products. *Operative Dentistry*, 28(5), 488-495.
- Alaçam, T. E., Uzel, İ., Alaçam, A., and Aydın, M. E. (2000). *Endodonti*. (2. baskı). Ankara: Barış Yayınları Fakülteler Kitabevi, 583-604.
- Alqahtani, M. Q. (2014). Tooth-bleaching procedures and their controversial effects: A literature review. *The Saudi Dental Journal*, 26(2), 33-46.
- Alshehri, A., Almutairi, B., Jurado, C. A., Afrashtehfar, K. I., Albarrak, S., Alharbi, A., Alenazi, A., Nurrohman H., Alshabib, A. (2022). Biomimetic whitening effect of polyphosphate-bleaching agents on dental enamel. *Biomimetics*, 7(4), 183-193.
- AlShehri, A., AlRefeai, M. H., AlZamil, F., AlOtaibi, N., and AlKinani, Y. (2022). Effect of over-the-counter tooth-whitening products on enamel surface roughness and microhardness. *Applied Sciences*, 12(14), 6930-6945.
- Altınışik, H., Tüzel, S., and Can, S. H. E. (2023). Diş hekimi kontrolünde olmayan ağartma ürünlerinin nanohibrit kompozitin renk ve yüzey pürüzlülüğü üzerine etkileri. *ADO Klinik Bilimler Dergisi*, 12(2), 273-278.
- Anusavice, K. J. (2013). *Science of dental materials*. (Twelfth edition). St Louis:Elsevier Health Sciences, 28-111.

- Aren, G. (2003). In vitro effects of bleaching agents on FM3A cell line. *Quintessence International*, 34(5), 361-365.
- Aschheim, K. W. (2014). *Esthetic dentistry: a clinical approach to techniques and materials*. (Third Edition). New York:Elsevier Health Sciences, 252-282.
- Attin, T., Hannig, C., Wiegand, A., and Attin, R. (2004). Effect of bleaching on restorative materials and restorations-a systematic review. *Dental Materials*, 20(9), 852-861.
- Attin, T., Schmidlin, P. R., Wegehaupt, F., and Wiegand, A. (2009). Influence of study design on the impact of bleaching agents on dental enamel microhardness: a review. *Dental Materials*, 25(2), 143-157.
- Auschill, T. M., Hellwig, E., Schmidale, S., Sculean, A., and Arweiler, N. B. (2005). Efficacy, side-effects and patients' acceptance of different bleaching techniques (OTC, in-office, at-home). *Operative Dentistry*, 30(2), 156-163.
- Azer, S. S., Hague, A. L., and Johnston, W. M. (2010). Effect of pH on tooth discoloration from food colorant in vitro. *Journal of Dentistry*, Supplement(38), e106-e109.
- Bahari, M., Oskoe, P. A., Oskoe, S. S., Pouralibaba, F., and Ahari, A. M. (2016). Mercury release of amalgams with various silver contents after exposure to bleaching agent. *Journal of Dental Research, Dental Clinics, Dental Prospects*, 10(2), 118-123.
- Barlow, A., Gerlach, R. W., Brennan, K., Struzycka, I., Kwiatkowska, A., and Wierzbicka, M. (2003). Clinical response of two brush-applied peroxide whitening systems. *The Journal of Clinical Dentistry*, 14(3), 59-63.
- Basheer, R. R., Abouelmagd, D. M., Alnefaie, A., Baamer, R., Al-nefaie, A., and Baamer, R. S. (2023). Effect of at-home versus over-the-counter bleaching agents on enamel color, roughness, and color stability. *Cureus*, 15(5), e39036.
- Basting, R. T., Rodrigues, A., and Serra, M. C. (2005). The effect of 10% carbamide peroxide, carbopol and/or glycerin on enamel and dentin microhardness. *Operative Dentistry*, 30(5), 608-616.
- Basting, R. T., Rodrigues Jr, A. L., and Serra, M. C. (2003). The effects of seven carbamide peroxide bleaching agents on enamel microhardness over time. *The Journal of the American Dental Association*, 134(10), 1335-1342.
- Bastos, N. A., Bitencourt, S. B., Bombonatti, J. F. S., Do Nascimento, A. P. C., Mattos, C. M. d. A., Freitas, V. d. P., and Guimarães, J. C. (2020). Qualitative and quantitative analysis of mercury ions on the surface of amalgam restorations after home bleaching. *Revista Gaúcha de Odontologia*, 3(2), 68-74.
- Batmaz, S. G., Barutçugil, Ç., Dündar, A., and Yıldız, B. (2021). Farklı beyazlatma sistemlerinin etkinliğinin karşılaştırılması. *Akdeniz Tıp Dergisi*, 7(1), 119-124.
- Benetti, F., Lemos, C. A. A., de Oliveira Gallinari, M., Terayama, A. M., Briso, A. L. F., de Castilho Jacinto, R., Cintra, L. T. A. (2018). Influence of different types of light on the response of the pulp tissue in dental bleaching: a systematic review. *Clinical Oral Investigations*, 22(1), 1825-1837.

- Berga Caballero, A., Forner Navarro, L., and Amengual Lorenzo, J. (2006). At-home vital bleaching: a comparison of hydrogen peroxide and carbamide peroxide treatments. *Medicina Oral Patologia Cirugia Bucal*, 11(2), e94-e99.
- Berger, S. B., Cavalli, V., Martin, A. A., Soares, L. E. S., Arruda, M. A. Z., Brancalion, M. L., and Giannini, M. (2010). Effects of combined use of light irradiation and 35% hydrogen peroxide for dental bleaching on human enamel mineral content. *Photomedicine and Laser Surgery*, 28(4), 533-538.
- Berger, S. B., Soares, L. E. S., Martin, A. A., Ambrosano, G. M. B., Tabchoury, C. P. M., and Giannini, M. (2014). Effects of various hydrogen peroxide bleaching concentrations and number of applications on enamel. *Brazilian Journal of Oral Sciences*, 13(1), 22-27.
- Bidra, A. S., and Uribe, F. (2011). Successful bleaching of teeth with dentinogenesis imperfecta discoloration: a case report. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 23(1), 3-10.
- Bilgin, E. Ş., and Erdem, A. P. (2016). Gelişimsel mine defektleri ve tedavi yaklaşımları. *Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*, 26(2), 334-343.
- Borges, B., Vale, M., Afonso, F., and Assunção, I. (2014). Can enhanced peroxides decrease the side effects of tooth bleaching? a systematic review of the literature. *International Journal of Experimental Dental Science*, 3(2), 84-91.
- Braun, A., Jepsen, S., and Krause, F. (2007). Spectrophotometric and visual evaluation of vital tooth bleaching employing different carbamide peroxide concentrations. *Dental Materials*, 23(2), 165-169.
- Breschi, L., Gobbi, P., Falconi, M., Ruggeri, A., Mazzotti, G., Di Lenarda, R., and Prati, C. (2003). Effect of dentinal pretreatments on coronal dentin primary carious lesions: a field emission SEM study. *Clinical Oral Investigations*, 7(3), 140-147.
- Brewer, J. D., Wee, A., and Seghi, R. (2004). Advances in color matching. *Dental Clinics*, 48(2), 341-358.
- Brook, A., Smith, R., and Lath, D. (2007). The clinical measurement of tooth colour and stain. *International Dental Journal*, 57(5), 324-330.
- Bruhn, A. M., Darby, M. L., McCombs, G. B., and Lynch, C. M. (2012). Vital tooth whitening effects on oral health-related quality of life in older adults. *American Dental Hygienists' Association*, 86(3), 239-247.
- Bruzell, E., Pallesen, U., Thoresen, N. R., Wallman, C., and Dahl, J. (2013). Side effects of external tooth bleaching: a multi-centre practice-based prospective study. *British Dental Journal*, 215(9), e17-e17.
- Buchalla, W., and Attin, T. (2007). External bleaching therapy with activation by heat, light or laser—a systematic review. *Dental Materials*, 23(5), 586-596.

- Buchalla, W., Attin, T., Hilgers, R.-D., and Hellwig, E. (2002). The effect of water storage and light exposure on the color and translucency of a hybrid and a microfilled composite. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 87(3), 264-270.
- Burke, S., and Efes, B. G. (2022). Diş Renklenmeleri ve Güncel Tedavileri. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 43(1), 55-68.
- Cadenaro, M., Breschi, L., Nucci, C., Antonioli, F., Visintini, E., Prati, C., Matis, B.A., Di Lenarda, R. (2008). Effect of two in-office whitening agents on the enamel surface in vivo: a morphological and non-contact profilometric study. *Operative Dentistry*, 33(2), 127-134.
- Carlos, N., Pinto, A., Do Amaral, F., França, F., Turssi, C., and Basting, R. (2019). Influence of staining solutions on color change and enamel surface properties during at-home and in-office dental bleaching: an in situ study. *Operative Dentistry*, 44(6), 595-608.
- Casado, B. G., Moraes, S. L., Souza, G. F., Guerra, C. M., Souto-Maior, J. R., Lemos, C. A., Vasconcelos B. C., Pellizzer, E. P. (2018). Efficacy of dental bleaching with whitening dentifrices: a systematic review. *International Journal of Dentistry*, 20(8), 15-23.
- Chen, H., Huang, J., Dong, X., Qian, J., He, J., Qu, X., and Lu, E. (2012). A systematic review of visual and instrumental measurements for tooth shade matching. *Quintessence International*, 43(8), 649-659.
- Chng, H., Ramli, H., Yap, A., and Lim, C. (2005). Effect of hydrogen peroxide on intertubular dentine. *Journal of Dentistry*, 33(5), 363-369.
- Chu, S. J., Devigus, A., and Mieleszko, A. J. (2004). *Fundamentals of color: shade matching and communication in esthetic dentistry*. (Third Edition) Illinois: Quintessence Publishing Company.
- Chung, K.-h. (1994). Effects of finishing and polishing procedures on the surface texture of resin composites. *Dental Materials*, 10(5), 325-330.
- Ciftci, V., Kılavuz, S., Bulut, F. D., Mungan, H. N., Bisgin, A., and Dogan, M. C. (2019). Congenital erythropoietic porphyria with erythrodontia: a case report. *International Journal of Pediatric dentistry*, 29(4), 542-548.
- Cua, J., Crespo, E., Phelps, S., Ramirez, R., Roque-Torres, G., Oyoyo, U., and Kwon, S. (2022). Tooth color change and erosion: hydrogen peroxide versus non-peroxide whitening strips. *Operative Dentistry*, 47(3), 301-308.
- Çalışkan, M. K. (2006). *Endodontide tanı ve tedaviler*. (Birinci Baskı). İstanbul: Nobel Tıp Kitabevleri, 136-137.
- da Rosa, G. R. V., Maran, B., Schmitt, V., Loguercio, A., Reis, A., and Naufel, F. (2020). Effectiveness of whitening strips use compared with supervised dental bleaching: a systematic review and meta-analysis. *Operative Dentistry*, 45(6), e289-e307.

- Dadoun, M. P., and Bartlett, D. W. (2003). Safety issues when using carbamide peroxide to bleach vital teeth--a review of the literature. *The European Journal of Prosthodontics and Restorative Dentistry*, 11(1), 9-13.
- Dahl, J., and Pallesen, U. (2003). Tooth bleaching—a critical review of the biological aspects. *Critical Reviews in Oral Biology and Medicine*, 14(4), 292-304.
- Daryakenari, G., Sanjari, K., and Ebrahimizadeh, H. (2019). Minimally invasive management of dental fluorosis with a combination technique: a case report. *Journal of Dental School*, 37(2), 73-76.
- Davis, M. C., Walton, R. E., and Rivera, E. M. (2002). Sealer distribution in coronal dentin. *Journal of Endodontics*, 28(6), 464-466.
- Dayi, B., and Ocal, F. (2023). The effect of whitening toothpastes on colour change and surface roughness of restorative materials. *Odovtos-International Journal of Dental Sciences*, 25(2), 40-52.
- Dayı, B., and Öcal, F. (2023). Evaluation of the effects of whitening toothpaste containing nanohydroxyapatite on surface roughness and color change in restorative materials. *Peer Journal*, 11(1), e15692-e15712.
- de Abreu, D. R., Sasaki, R. T., Amaral, F. L. B., Florio, F. M., and Basting, R. T. (2011). Effect of home-use and in-office bleaching agents containing hydrogen peroxide associated with amorphous calcium phosphate on enamel microhardness and surface roughness. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 23(3), 158-168.
- de Almeida, L. C., Costa, C. A., Riehl, H., dos Santos, P. H., Sundfeld, R. H., and Briso, A. L. (2012). Occurrence of sensitivity during at-home and in-office tooth bleaching therapies with or without use of light sources. *Acta Odontologica Latinoamericana*, 25(1), 3-8.
- De Geus, J., Wambier, L., Kossatz, S., Loguercio, A., and Reis, A. (2016). At-home vs in-office bleaching: a systematic review and meta-analysis. *Operative Dentistry*, 41(4), 341-356.
- de Oliveira, R. P., Baia, J. C. P., Ribeiro, M. E. S., e Souza, M. H. d. S., and Loretto, S. C. (2018). Influence of time intervals between bleaching procedures on enamel microhardness and surface roughness. *The Open Dentistry Journal*, 12(1), 555-559.
- de Souza Costa, C. A., Riehl, H., Kina, J. F., Sacono, N. T., and Hebling, J. (2010). Human pulp responses to in-office tooth bleaching. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 109(4), e59-e64.
- de Souza, T.-F., and Catelan, A. (2020). Effect of bleaching agents on hardness, surface roughness and color parameters of dental enamel. *Journal of clinical and experimental dentistry*, 12(7), e670-e675.
- Demarco, F. F., Meireles, S. S., and Masotti, A. S. (2009). Over-the-counter whitening agents: a concise review. *Brazilian Oral Research*, 23(1), 64-70.

- Demirci, F., Tanik, A., and Güven, S. (2015). Amelogenezis İmperfekta: Sınıflama, Teşhis ve Tedavi (Derleme). *Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*, 25(2), 149-155.
- DeSesso, J., Lavin, A., Hsia, S., and Mavis, R. (2000). Assessment of the carcinogenicity associated with oral exposures to hydrogen peroxide. *Food and Chemical Toxicology*, 38(11), 1021-1041.
- Dietschi, D., Benbachir, N., and Krejci, I. (2010). In vitro colorimetric evaluation of the efficacy of home bleaching and over-the-counter bleaching products. *Quintessence International*, 41(6), 505-516.
- Dietschi, D., Rossier, S., and Krejci, I. (2006). In vitro colorimetric evaluation of the efficacy of various bleaching methods and products. *Quintessence International*, 37(7), 515-526.
- Donly, K. J., Segura, A., Henson, T., Barker, M. L., and Gerlach, R. W. (2007). Randomized controlled trial of professional at-home tooth whitening in teenagers. *General Dentistry*, 55(7), 669-674.
- Efeoglu, N., Wood, D., and Efeoglu, C. (2005). Microcomputerised tomography evaluation of 10% carbamide peroxide applied to enamel. *Journal of Dentistry*, 33(7), 561-567.
- Eisenburger, M., Hughes, J., West, N., Shellis, R., and Addy, M. (2001). The use of ultrasonication to study remineralisation of eroded enamel. *Caries Research*, 35(1), 61-66.
- El-Shamy, H., Alyousif, S., and Al-Harbi, M. (2018). Effect of various bleaching methods on color change and surface roughness of human enamel. *Egyptian Dental Journal*, 64(3), 2635-2644.
- Elif, İ., and Bayrak, Ş. (2009). Diş ağartma yöntemleri ve komplikasyonları. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*, 10(3), 125-133.
- Erten, H., and Alaçam, T. (2012). Dişlerin Ağartılması. *Endodonti: Mimtaş Yayınevi*, 947-984.
- Eskelsen, E., Catelan, A., Hernades, N. M. A. P., Soares, L. E. S., Cavalcanti, A. N., Aguiar, F. H. B., and Liporoni, P. C. S. (2018). Physicochemical changes in enamel submitted to pH cycling and bleaching treatment. *Clinical, Cosmetic and Investigational Dentistry*, 10(1), 281-286.
- Espinoza, R. J. R., Vía, J. A. C., Mena-Serrano, A., and Tay, L. Y. (2023). Effect of whitening mouthwashes on color change and enamel mineralization: an in vitro study. *World Journal of Dentistry*, 14(9), 739-744.
- Esposito, P., Varvara, G., Murmura, G., Terlizzi, A., and Caputi, S. (2003). Ability of healthy and inflamed human dental pulp to reduce hydrogen peroxide. *European Journal of Oral Sciences*, 111(5), 454-456.

- Faraoni-Romano, J. J., Turssi, C. P., and Serra, M. C. (2009). Effect of a 10% carbamide peroxide on wear resistance of enamel and dentine: in situ study. *Journal of Dentistry*, 37(4), 273-278.
- Fondriest, J. (2003). Shade matching in restorative dentistry: the science and strategies. *International Journal of Periodontics and Restorative Dentistry*, 23(5), 467-480.
- Fornaini, C., Lagori, G., Merigo, E., Meleti, M., Manfredi, M., Guidotti, R., Serraj A., Vescovi, P. (2013). Analysis of shade, temperature and hydrogen peroxide concentration during dental bleaching: in vitro study with the KTP and diode lasers. *Lasers in Medical Science*, 28(1), 1-6.
- Fukuyama, M., Kawamoto, C., Saikaew, P., Matsuda, Y., Carvalho, R. M., Selimovic, D., and Sano, H. (2017). Effect of topical fluoride application on enamel after in-office bleaching, as evaluated using a novel hardness tester and a transverse microradiography method. *European Journal of Oral Sciences*, 125(6), 471-478.
- Furlan, I. S., Bridi, E. C., Amaral, F., França, F. M. G., Turssi, C. P., and Basting, R. T. (2017). Effect of high-or low-concentration bleaching agents containing calcium and/or fluoride on enamel microhardness. *General Dentistry*, 65(3), 66-70.
- Gadegaard, N. (2006). Atomic force microscopy in biology: technology and techniques. *Biotechnic and Histochemistry*, 81(2-3), 87-97.
- Gerlach, R. W. (2000). Shifting paradigms in whitening: introduction of a novel system for vital tooth bleaching. *Compendium of Continuing Education in dentistry*. Supplement(29), 4-9.
- Gerlach, R. W., and Barker, M. L. (2004). Professional vital bleaching using a thin and concentrated peroxide gel on whitening strips: an integrated clinical summary. *Journal of Contemporary Dental Practice*, 5(1), 1-14.
- Gerlach, R. W., Barker, M. L., and Tucker, H. L. (2004). Clinical response of three whitening products having different peroxide delivery: comparison of tray, paint-on gel, and dentifrice. *The Journal of Clinical Dentistry*, 15(4), 112-117.
- Gerlach, R. W., Tucker, H. L., Anastasia, M. K., and Barker, M. L. (2005). Clinical trial comparing 2 hydrogen peroxide tooth whitening systems: strips vs pre-rinse. *Compendium of Continuing Education in DentistrY*, 26(12), 874-878.
- Goldberg, M., Grootveld, M., and Lynch, E. (2010). Undesirable and adverse effects of tooth-whitening products: a review. *Clinical Oral Investigations*, 14(1), 1-10.
- Gonçalves, R., Costa, C., Soares, D., Santos, P. d., Cintra, L., and Briso, A. (2016). Effect of different light sources and enamel preconditioning on color change, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> penetration, and cytotoxicity in bleached teeth. *Operative Dentistry*, 41(1), 83-92.
- Goyal, K., Saha, S. G., Bhardwaj, A., Saha, M. K., Bhapkar, K., and Paradkar, S. (2021). A comparative evaluation of the effect of three different concentrations of in-office bleaching agents on microhardness and surface roughness of enamel—an in vitro study. *Dental Research Journal*, 18(49), 1-8.

- Grazioli, G., Valente, L. L., Isolan, C. P., Pinheiro, H. A., Duarte, C. G., and Münchow, E. A. (2018). Bleaching and enamel surface interactions resulting from the use of highly-concentrated bleaching gels. *Archives of Oral Biology*, 87(2), 157-162.
- Greenwall, L. (2001). *Bleaching techniques in restorative dentistry: An illustrated guide*. London: CRC Press, 31-61.
- Grillon, M., Di Bella, E., Krejci, I., and Ardu, S. (2023). In vitro evaluation of tooth-whitening potential of peroxide-free otc dental bleaching agents. *Dentistry Journal*, 11(4), 89-105.
- Grundlingh, A., Grossman, E., and Witcomb, M. (2012). Tooth colour change with ozicure oxygen activator: a comparative in vitro tooth bleaching study. *South African Dental Journal*, 67(7), 332-337.
- Guler, A. U., Kurt, S., and Kulunk, T. (2005). Effects of various finishing procedures on the staining of provisional restorative materials. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 93(5), 453-458.
- Guler, A. U., Yilmaz, F., Kulunk, T., Guler, E., and Kurt, S. (2005). Effects of different drinks on stainability of resin composite provisional restorative materials. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 94(2), 118-124.
- Gurgan, S., and Yalcin, F. (2007). The effect of 2 different bleaching regimens on the surface roughness and hardness of tooth-colored restorative materials. *Quintessence International*, 38(2), e83-e87.
- Hasson, H., Ismail, A., and Neiva, G. (2006). Home-based chemically-induced whitening of teeth in adults. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 4(1), 1-3.
- Haywood, V. B. (2006). Number of in-office light-activated bleaching treatments needed to achieve patient satisfaction. *Quintessence International*, 37(2), 115-120.
- Hazar, A., Akgül, S., Koçak, S., and Koçak, M. M. (2020). Beyazlatıcı bir diş macununun ön bölge kompozit restorasyonların yüzey pürüzlülüğüne etkisi: uzun dönem in vitro çalışma. *Acta Odontologica Turcica*, 37(2), 45-53.
- Heintze, S., Forjanic, M., and Rousson, V. (2006). Surface roughness and gloss of dental materials as a function of force and polishing time in vitro. *Dental Materials*, 22(2), 146-165.
- Hermans, N., Cos, P., Maes, L., De Bruyne, T., Vanden Berghe, D., J Vlietinck, A., and Pieters, L. (2007). Challenges and pitfalls in antioxidant research. *Current Medicinal Chemistry*, 14(4), 417-430.
- Heymann, H. O., and Ritter, A. V. (2018). Additional conservative esthetic procedures. In *Sturdevant's Art and Science of Operative Dentistry*. (Seventh Edition). St. Louis: Elsevier, 264-305.
- Hindle, J., and Harrison, A. (2000). Tooth colour analysis by a new optoelectronic system. *The European Journal of Prosthodontics And Restorative Dentistry*, 8(2), 57-61.

- İnan, H., Tamam, E., and Bağış, B. (2008). Tam protezlerde kullanılan farklı kaide materyallerinin yüzey pürüzlülüğü yönünden in vitro incelenmesi. *Selçuk Üniversitesi Dişhekimliği Fakültesi Dergisi*, 17(3), 171-176.
- ISO, I. (2003). TS 11405: Dental materials—testing of adhesion to tooth structure. *Geneva, Switzerland: International Organization for Standardization ISO Central Secretariat*.
- Ivan, R., and Rade, P. (2009). Color measuring instruments, *Acta Stomatologica Naissi*, 25(60), 925-932.
- Jahangiri, L., Reinhardt, S. B., Mehra, R. V., and Matheson, P. B. (2002). Relationship between tooth shade value and skin color: an observational study. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 87(2), 149-152.
- Joiner, A. (2004). Tooth colour: a review of the literature. *Journal of Dentistry*, Supplement(32), 3-12.
- Joiner, A. (2006). The bleaching of teeth: a review of the literature. *Journal of Dentistry*, 34(7), 412-419.
- Joiner, A. (2007). Review of the effects of peroxide on enamel and dentine properties. *Journal of Dentistry*, 35(12), 889-896.
- Joiner, A., Muller, D., Elofsson, U. M., Malmsten, M., and Arnebrant, T. (2003). Adsorption from black tea and red wine onto in vitro salivary pellicles studied by ellipsometry. *European Journal of Oral Sciences*, 111(5), 417-422.
- Joiner, A., Philpotts, C. J., Alonso, C., Ashcroft, A. T., and Sygrove, N. J. (2008). A novel optical approach to achieving tooth whitening. *Journal of Dentistry*, Supplement (36), 8-14.
- Joiner, A., Philpotts, C. J., Ashcroft, A. T., Laucello, M., and Salvaderi, A. (2008). In vitro cleaning, abrasion and fluoride efficacy of a new silica based whitening toothpaste containing blue covarine. *Journal of Dentistry*, Supplement(36), 32-37.
- Joiner, A., and Thakker, G. (2004). In vitro evaluation of a novel 6% hydrogen peroxide tooth whitening product. *Journal of Dentistry*, Supplement(32), 19-25.
- Joniot, S., Salomon, J. P., Dejou, J., and Grégoire, G. (2006). Use of two surface analyzers to evaluate the surface roughness of four esthetic restorative materials after polishing. *Operative Dentistry*, 31(1), 39-46.
- Jurema, A. L., Claudino, E. S., Torres, C. R., Bresciani, E., and Caneppele, T. M. (2018). Effect of Over-the-counter Whitening Products associated or Not with 10% Carbamide Peroxide on Color Change and Microhardness: in vitro Study. *The Journal of Contemporary Dental Practice*, 19(4), 359-366.
- Kakaboura, A., Fragouli, M., Rahiotis, C., and Silikas, N. (2007). Evaluation of surface characteristics of dental composites using profilometry, scanning electron, atomic force microscopy and gloss-meter. *Journal of Materials Science: Materials in Medicine*, 18(1), 155-163.

- Kara, D., Tekçe, N., Koçak, A., and Özel, E. (2018). Farklı zaman periyotları ile uygulanan gece koruyuculu vital beyazlatma ajanının giomer restoratiflerin yüzey pürüzlülüğü üzerine etkisi. *Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*, 28(4), 462-468.
- Karadas, M., and Duymus, Z. Y. (2015). In vitro evaluation of the efficacy of different over-the-counter products on tooth whitening. *Brazilian Dental Journal*, 26(3), 373-377.
- Karamouzos, A., Papadopoulos, M., Kolokithas, G., and Athanasiou, A. (2007). Precision of in vivo spectrophotometric colour evaluation of natural teeth. *Journal of Oral Rehabilitation*, 34(8), 613-621.
- Khoroushi, M., Shirban, F., Doustfateme, S., and Kaveh, S. (2015). Effect of three nanobiomaterials on the surface roughness of bleached enamel. *Contemporary Clinical Dentistry*, 6(4), 466-470.
- Khoroushi, M., Shirban, F., Kaveh, S., and Doustfateme, S. (2016). Effect of three nanobiomaterials on microhardness of bleached enamel. *Restorative Dentistry and Endodontics*, 41(3), 196-201.
- Kielbassa, A. M., Beheim-Schwarzbach, N. J., Neumann, K., and Zantner, C. (2009). In vitro comparison of visual and computer-aided pre-and post-tooth shade determination using various home bleaching procedures. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 101(2), 92-100.
- Kihn, P. W., Barnes, D. M., Romberg, E., and Peterson, K. (2000). A clinical evaluation of 10 percent vs. 15 percent carbamide peroxide tooth-whitening agents. *The Journal of the American Dental Association*, 131(10), 1478-1484.
- Kishta-Derani, M., Neiva, G., Yaman, P., and Dennison, D. (2007). In vitro evaluation of tooth-color change using four paint-on tooth whiteners. *Operative Dentistry*, 32(4), 394-398.
- Kj, A. (2003). *Phillips' science of dental materials*. St. Louis: WB Saunders, 596, 41-43.
- Klosek, S., and Raftery, D. (2001). Visible light driven V-doped TiO<sub>2</sub> photocatalyst and its photooxidation of ethanol. *The Journal of Physical Chemistry B*, 105(14), 2815-2819.
- Kobayashi, R. S., Dal Picolo, M. Z., Kury, M., de Almeida Resende, B., Florez, F. L. E., and Cavalli, V. (2021). Effects of dental bleaching protocols with violet radiation on the color and chemical composition of stained bovine enamel. *Photodiagnosis and Photodynamic Therapy*, 34(1), 102194-102123.
- Kolsuz Ozcetin, H., and Surmelioglu, D. (2020). Effects of bleaching gel containing TiO<sub>2</sub> and chitosan on tooth surface roughness, microhardness and colour. *Australian Dental Journal*, 65(4), 269-277.
- Kossatz, S., Martins, G., Loguercio, A. D., and Reis, A. (2012). Tooth sensitivity and bleaching effectiveness associated with use of a calcium-containing in-office bleaching gel. *The Journal of the American Dental Association*, 143(12), e81-e87.

- Köroğlu, A., Ekren, O., and Kurtoğlu, C. (2012). Farklı tip amelogenezis imperfektali hastaların protetik rehabilitasyonu: iki olgu sunumu. *Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*, 5(2), 34-39.
- Kugel, G., Aboushala, A., Sharma, S., Ferreira, S., and Anderson, C. (2004). Maintenance of whitening with a power toothbrush after bleaching treatment. *Compendium of Continuing Education in Dentistry*, 25(2), 119-131.
- Kurt, M., Turhan Bal, B., and Bal, C. (2016). Güncel renk ölçüm yöntemleri: sistematik derleme. *Türkiye Klinikleri Journal of Dental Sciences*, 22(2), 130-146.
- Küçükeşmen, Ç., and Sönmez, H. (2008). Dişhekimliğinde florun, insan vücudu ve dişler üzerindeki etkilerinin değerlendirilmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi*, 15(3), 43-53.
- Kwon, S., Wertz, P., Li, Y., and Chan, D. (2012). Penetration pattern of rhodamine dyes into enamel and dentin: confocal laser microscopy observation. *International Journal of Cosmetic Science*, 34(1), 97-101.
- Kwon, S. R. (2010). The evolution of tooth whitening. *The Journal of Contemporary Dental Practice*, 14(4), 1.
- Kwon, S. R., Kurti, S. R., Oyoyo, U., and Li, Y. (2015). Effect of various tooth whitening modalities on microhardness, surface roughness and surface morphology of the enamel. *Odontology*, 103(4), 274-279.
- Kwon, S. R., Wang, J., Oyoyo, U., and Li, Y. (2013). Evaluation of bleaching efficacy and erosion potential of four different over-the-counter bleaching products. *American Journal of Dentistry*, 26(6), 356-360.
- Kwon, S. R., and Wertz, P. W. (2015). Review of the mechanism of tooth whitening. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 27(5), 240-257.
- Lee, Y.-K., and Powers, J. M. (2005). Color difference of four esthetic restorative materials by the illuminant. *American Journal of Dentistry*, 18(5), 359-363.
- Lee, Y., El Zawahry, M., Noaman, K., and Powers, J. (2000). Effect of mouthwash and accelerated aging on the color stability of esthetic restorative materials. *American Journal of Dentistry*, 13(3), 159-161.
- Lima, D. A. N. L., Aguiar, F. H. B., Liporoni, P. C. S., Munin, E., Ambrosano, G. M. B., and Lovadino, J. R. (2008). In vitro assessment of the effectiveness of whitening dentifrices for the removal of extrinsic tooth stains. *Brazilian Oral Research*, 22(3), 106-111.
- Lima, F. G., Rotta, T. A., Penso, S., Meireles, S. S., and Demarco, F. F. (2012). In vitro evaluation of the whitening effect of mouth rinses containing hydrogen peroxide. *Brazilian Oral Research*, 26(1), 269-274.
- Lo, E., Wong, A., and McGrath, C. (2007). A randomized controlled trial of home tooth-whitening products. *American Journal of Dentistry*, 20(5), 315-318.

- Loguercio, A., Servat, F., Stanislawczuk, R., Mena-Serrano, A., Rezende, M., Prieto, M., Cereno, V., Rojas, M. F., Ortega, K., Fernandez, E., and Reis, A. (2017). Effect of acidity of in-office bleaching gels on tooth sensitivity and whitening: a two-center double-blind randomized clinical trial. *Clinical Oral Investigations*, 21(1), 2811-2818.
- Luk, K., Tam, L., and Hubert, M. (2004). Effect of light energy on peroxide tooth bleaching. *The Journal of the American Dental Association*, 135(2), 194-201.
- Mailart, M., Borges, A., Wierichs, R. J., Torres, C., and Carvalho, T. (2023). Effect of whitening products on sound enamel and on artificial caries lesions during a cariogenic challenge. *Clinical Oral Investigations*, 27(1), 3105-3116.
- Majeed, A., Farooq, I., Grobler, S. R., and Rossouw, R. (2015). Tooth-bleaching: a review of the efficacy and adverse effects of various tooth whitening products. *Journal of the Collage of Physicians and Surgeons Pakistan*, 25(12), 891-896.
- Manso, A. P., De Morais, D. C., Yamamoto, K., Owen, G., de Carvalho, R. M., and Palma-Dibb, R. G. (2022). Effects of prolonged use of over-the-counter bleaching agents on enamel: an in vitro study. *Microscopy Research and Technique*, 85(3), 1016-1027.
- Markovic, L., Jordan, R. A., Lakota, N., and Gaengler, P. (2007). Micromorphology of enamel surface after vital tooth bleaching. *Journal of Endodontics*, 33(5), 607-610.
- Marson, F. C., Sensi, L. G., Vieira, L. C. C., and Araújo, E. (2008). Clinical evaluation of in-office dental bleaching treatments with and without the use of light-activation sources. *Operative Dentistry*, 33(1), 15-22.
- Matis, B. A., Cochran, M. A., and Eckert, G. (2009). Review of the effectiveness of various tooth whitening systems. *Operative Dentistry*, 34(2), 230-235.
- Matis, B. A., Mousa, H. N., Cochran, M. A., and Eckert, G. J. (2000). Clinical evaluation of bleaching agents of different concentrations. *Quintessence International*, 31(5), 303-310.
- McCabe, P., and Dummer, P. M. H. (2012). Pulp canal obliteration: an endodontic diagnosis and treatment challenge. *International Endodontic Journal*, 45(2), 177-197.
- Meireles, S. S., Heckmann, S. S., Leida, F. L., Santos, I. S., Bona, Á., and Demarco, F. F. (2008). Efficacy and safety of 10% and 16% carbamide peroxide tooth-whitening gels: a randomized clinical trial. *Operative Dentistry*, 33(6), 606-612.
- Meireles, S. S., Masotti, A. S., and Demarco, F. F. (2009). Over the counter whitening agents a concise review. *Brazilian Oral Restorative*, 23(1), 64-70.
- Melo, D. O. d., Ribeiro, E., and Storpirtis, S. (2006). A importância e a história dos estudos de utilização de medicamentos. *Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas*, 42(1), 475-485.
- Mielczarek, A., Klukowska, M., Ganowicz, M., Kwiatkowska, A., and Kwaśny, M. (2008). The effect of strip, tray and office peroxide bleaching systems on enamel surfaces in vitro. *Dental Materials*, 24(11), 1495-1500.

- Monterubbianesi, R., Tosco, V., Bellezze, T., Giuliani, G., Özcan, M., Putignano, A., and Orsini, G. (2021). A comparative evaluation of nanohydroxyapatite-enriched hydrogen peroxide home bleaching system on color, hardness and microstructure of dental enamel. *Materials*, 14(11), 3072.
- Moore, M., Hasler-Nguyen, N., and Saroea, G. (2008). In vitro tooth whitening effect of two medicated chewing gums compared to a whitening gum and saliva. *BioMed Central Oral Health*, 8(1), 1-7.
- Mousa, E. A., El-Toukhy, R. I., and Ali, A. I. (2022). Effect of Over-the-Counter Whitening Products on Enamel Color Change and Surface Roughness-A laboratory Study. *Mansoura Journal of Dentistry*, 9(3), 110-113.
- Mutlu, Ş. N., and Tunçdemir, M. T. (2020). Renklendirilmiş kompozit rezinin renk değişimine ve yüzey pürüzlülüğüne beyazlatıcı ağız gargarasının etkisi. *Selcuk Dental Journal*, 7(3), 435-439.
- Müller-Heupt, L. K., Wiesmann-Imilowski, N., Kaya, S., Schumann, S., Steiger, M., Bjelopavlovic, M., Deschner J., Al-Nawas B., Lehmann, K. M. (2023). Effectiveness and Safety of Over-the-Counter Tooth-Whitening Agents Compared to Hydrogen Peroxide In Vitro. *International Journal of Molecular Sciences*, 24(3), 1956-1967.
- Naidu, A., Bennani, V., Brunton, J. M., and Brunton, P. (2020). Over-the-counter tooth whitening agents: a review of literature. *Brazilian Dental Journal*, 31(3), 221-235.
- Naik, S., Tredwin, C. J., and Scully, C. (2006). Hydrogen peroxide tooth-whitening (bleaching): review of safety in relation to possible carcinogenesis. *Oral Oncology*, 42(7), 668-674.
- Ntovas, P., Masouras, K., and Lagouvardos, P. (2021). Efficacy of non-hydrogen peroxide mouthrinses on tooth whitening: an in vitro study. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 33(7), 1059-1065.
- Nunes, P. F., Johnson, B. A., and Breene, R. T. (2004). Selling to the moneyed masses. *Harvard Business Review*, 82(7-8), 94-104, 188.
- Oltu, Ü., and Gürgan, S. (2000). Effects of three concentrations of carbamide peroxide on the structure of enamel. *Journal of Oral Rehabilitation*, 27(4), 332-340.
- Omar, F., Ab-Ghani, Z., Abd Rahman, N., and Halim, M. S. (2019). Nonprescription bleaching versus home bleaching with professional prescriptions: which one is safer? A comprehensive review of color changes and their side effects on human enamel. *European Journal of Dentistry*, 13(04), 589-598.
- Ozdemir, Z. M., and Surmelioglu, D. (2022). Effects of different bleaching application durations on enamel in terms of tooth color, microhardness, and surface roughness. *Color Research and Application*, 47(1), 204-212.
- Paradella, T. C., and Bottino, M. A. (2012). Scanning Electron Microscopy in modern dentistry research. *Brazilian Dental Science*, 15(2), 43-48.

- Paravina, R. D. (2009). Performance assessment of dental shade guides. *Journal of Dentistry*, 37(3), e15-e20.
- Paravina, R. D., and Powers, J. M. (2004). *Esthetic color training in dentistry*. (Second Edition). St. Louis: Mobsy, 53-272.
- Park, J.-H., Lee, Y.-K., and Lim, B.-S. (2006). Influence of illuminants on the color distribution of shade guides. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 96(6), 402-411.
- Pascolutti, M., and de Oliveira, D. (2021). A radical-free approach to teeth whitening. *Dentistry Journal*, 9(12), 148.
- Paul, S., Peter, A., Pietrobon, N., and Hämmerle, C. (2002). Visual and spectrophotometric shade analysis of human teeth. *Journal of Dental Research*, 81(8), 578-582.
- Perdigão, J., Baratieri, L. N., and Arcari, G. M. (2004). Contemporary trends and techniques in tooth whitening: a review. *Practical Procedures and Aesthetic Dentistry*, 16(3), 185-210.
- Pereira, F. S., Bucaretychi, F., Stephan, C., and Cordeiro, R. (2007). Self-medication in children and adolescents. *Jornal de Pediatria*, 83(3), 453-458.
- Pereira, R., Silveira, J., Dias, S., Cardoso, A., Mata, A., and Marques, D. (2022). Bleaching efficacy and quality of life of different bleaching techniques—randomized controlled trial. *Clinical Oral Investigations*, 26(12), 7167-7177.
- Pimenta-Dutra, A.-C., Pereira, G.-M., Nunes, E., and Silveira, F.-F. (2017). Effect of bleaching agents on enamel surface of bovine teeth: a SEM study. *Journal of Clinical and Experimental Dentistry*, 9(1), e46-e50.
- Pinto, C. F., Leme, A. F. P., Cavalli, V., and Giannini, M. (2009). Effect of 10% carbamide peroxide bleaching on sound and artificial enamel carious lesions. *Brazilian Dental Journal*, 20(4), 48-53.
- Pinto, C. F., Oliveira, R. d., Cavalli, V., and Giannini, M. (2004). Peroxide bleaching agent effects on enamel surface microhardness, roughness and morphology. *Brazilian Oral Research*, 18(5), 306-311.
- Pirollo, R., Mondelli, R. F. L., Correr, G. M., Gonzaga, C. C., and Furuse, A. Y. (2014). Effect of coffee and a cola-based soft drink on the color stability of bleached bovine incisors considering the time elapsed after bleaching. *Journal of Applied Oral Science*, 22(8), 534-540.
- Plotino, G., Buono, L., Grande, N. M., Pameijer, C. H., and Somma, F. (2008). Nonvital tooth bleaching: a review of the literature and clinical procedures. *Journal of Endodontics*, 34(4), 394-407.
- Polat, G., and Temizyürek, S. (2021). Dental Renklenmeler. *Diş Hekimliğinde Tıbbi Tanı ve Tedavi Yöntemleri-II*, 81-90.

- Polydorou, O., Scheitza, S., Spraul, M., Vach, K., and Hellwig, E. (2018). The effect of long-term use of tooth bleaching products on the human enamel surface. *Odontology*, 106(1), 64-72.
- Porciani, P. F., Grandini, S., Perra, C., and Grandini, R. (2006). Whitening effect by stain inhibition from a chewing gum with sodium hexametaphosphate in a controlled twelve-week single-blind trial. *Journal of Clinical Dentistry*, 17(1), 14-17.
- Posavec, I., Prpić, V., and Zlatarić, D. K. (2016). Influence of light conditions and light sources on clinical measurement of natural teeth color using VITA Easyshade Advance 4, 0® spectrophotometer. Pilot study. *Acta Stomatologica Croatica*, 50(4), 337.
- Potočnik, I., Kosec, L., and Gašperšič, D. (2000). Effect of 10% carbamide peroxide bleaching gel on enamel microhardness, microstructure, and mineral content. *Journal of Endodontics*, 26(4), 203-206.
- Proctor, G., Pramanik, R., Carpenter, G., and Rees, G. (2005). Salivary proteins interact with dietary constituents to modulate tooth staining. *Journal of Dental Research*, 84(1), 73-78.
- Rezende, M., Loguercio, A. D., Kossatz, S., and Reis, A. (2016). Predictive factors on the efficacy and risk/intensity of tooth sensitivity of dental bleaching: A multi regression and logistic analysis. *Journal of Dentistry*, 45(1), 1-6.
- Ritter, A. V., Leonard Jr, R. H., Georges, A. J. S., Caplan, D. J., and Haywood, V. B. (2002). Safety and stability of nightguard vital bleaching: 9 to 12 years post-treatment. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 14(5), 275-285.
- Rodrigues, A. P. M., Klein, M. C., Agnol, M. A. D., and Rodrigues-Junior, S. A. (2020). In vitro tooth whitening effectiveness of whitening mouth rinses. *Brazilian Journal of Oral Sciences*, 19(7), e206779-e206779.
- Rodrigues, C. S., Mozzaquatro, L. R., Jacques, L., and Mallmann, A. (2017). Effect of bleaching on color stability and roughness of composite resins aged in staining beverage. *General dentistry*, 65(5), e5-e10.
- Sa, Y., Chen, D., Liu, Y., Wen, W., Xu, M., Jiang, T., and Wang, Y. (2012). Effects of two in-office bleaching agents with different pH values on enamel surface structure and color: an in situ vs. in vitro study. *Journal of Dentistry*, 40(8), e26-e34.
- Sa, Y., Sun, L., Wang, Z., Ma, X., Liang, S., Xing, W., Jiang T., Wang, Y. (2013). Effects of two in-office bleaching agents with different pH on the structure of human enamel: an in situ and in vitro study. *Operative Dentistry*, 38(1), 100-110.
- Samorodnitzky-Naveh, G. R., Geiger, S. B., and Levin, L. (2007). Patients' satisfaction with dental esthetics. *The Journal of the American Dental Association*, 138(6), 805-808.
- Santana Jorge, O., Noronha Ferraz de Arruda, C., Tonani Torrieri, R., Geng Vivanco, R., and de Carvalho Panzeri Pires-de-Souza, F. (2022). Over-the-counter bleaching agents can help with tooth whitening maintenance. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 34(2), 328-334.

- Sasaki, R. T., Flório, F. M., and Basting, R. T. (2009). Effect of 10% sodium ascorbate and 10%  $\alpha$ -tocopherol in different formulations on the shear bond strength of enamel and dentin submitted to a home-use bleaching treatment. *Operative Dentistry*, 34(6), 746-752.
- Schmitter, M., Mussotter, K., and Hassel, A. J. (2008). Interexaminer reliability in the clinical measurement of L\* C\* h\* values using a laminar spectrophotometer. *International Journal of Prosthodontics*, 21(5), 422-424.
- Schulze, K. A., Marshall, S. J., Gansky, S. A., and Marshall, G. W. (2003). Color stability and hardness in dental composites after accelerated aging. *Dental Materials*, 19(7), 612-619.
- Serraglio, C. R., Zanella, L., Dalla-Vecchia, K. B., and Rodrigues-Junior, S. A. (2016). Efficacy and safety of over-the-counter whitening strips as compared to home-whitening with 10% carbamide peroxide gel—systematic review of rcts and metanalysis. *Clinical Oral Investigations*, 20(1), 1-14.
- Setien, V. J., Roshan, S., and Nelson, P. W. (2008). Clinical management of discolored teeth. *General Dentistry*, 56(3), 294-300.
- Sharma, N., Galustians, H. J., Qaqish, J., Rustogi, K., Zhang, Y. P., Petrone, M. E., DeVizio, W., Proskin, H. M. (2004). Comparative tooth whitening and extrinsic tooth stain prevention efficacy of a new dentifrice and a commercially available tooth whitening dentifrice: six-week clinical trial. *The Journal of Clinical Dentistry*, 15(2), 52-57.
- Shinohara, M. S., Peris, A. R., Pimenta, L. A. F., and Ambrosano, G. M. B. (2005). Shear bond strength evaluation of composite resin on enamel and dentin after nonvital bleaching. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 17(1), 22-29.
- Silva-Costa, R. S. G. d., Ribeiro, A. E. d. L., Assunção, I. V. d., Araújo Júnior, R. F. d., Araújo, A. A. d., Guerra, G. C. B., and Borges, B. C. D. (2018). In-office tooth bleaching with 38% hydrogen peroxide promotes moderate/severe pulp inflammation and production of Il-1 $\beta$ , TNF- $\beta$ , GPX, FGF-2 and osteocalcin in rats. *Journal of Applied Oral Science*, 26(5), e20170367- e20170376.
- Silva, J. V. B. S., de Melo, V. A., Dias, M. F., Lins-Filho, P. C., de Souza, F. B., and Guimarães, R. P. (2021). Clinical evaluation of domestic dental whitening strategies. *Research, Society and Development*, 10(5), e35610514948 e35610514948.
- Singh, J. K. M., Sengut, M., Halim, M. S., Ab-Ghani, Z., and Abd Rahman, N. (2018). Safety comparison of over the counter bleaching with professionally prescribed home bleaching agent. *European Journal of General Dentistry*, 7(02), 35-40.
- Soldani, P., Amaral, C. M., and Rodrigues, J. A. (2010). Microhardness evaluation of in situ vital bleaching and thickening agents on human dental enamel. *International Journal of Periodontics and Restorative Dentistry*, 30(2), 202-211.
- Sulieman, M. (2004). An overview of bleaching techniques: 1. History, chemistry, safety and legal aspects. *Dental Update*, 31(10), 608-616.

- Sulieman, M. (2005a). An overview of bleaching techniques: 2. Night Guard Vital Bleaching and non-vital bleaching. *Dental Update*, 32(1), 39-46.
- Sulieman, M. (2005b). An overview of bleaching techniques: 3. In-surgery or power bleaching. *Dental Update*, 32(2), 101-108.
- Sulieman, M., Addy, M., and Rees, J. (2005). Surface and intra-pulpal temperature rises during tooth bleaching: an in vitro study. *British Dental Journal*, 199(1), 37-40.
- Sulieman, M., Macdonald, E., Rees, J. S., Newcombe, R. g., and Addy, M. (2006). Tooth bleaching by different concentrations of carbamide peroxide and hydrogen peroxide whitening strips: an in vitro study. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 18(2), 93-100.
- Sulieman, M. A. (2008). An overview of tooth-bleaching techniques: chemistry, safety and efficacy. *Periodontology 2000*, 48(1), 148-169.
- Sundfeld, R. H., Sundfeld-Neto, D., Machado, L. S., Franco, L. M., Fagundes, T. C., and Briso, A. L. F. (2014). Microabrasion in tooth enamel discoloration defects: three cases with long-term follow-ups. *Journal of Applied Oral Science*, 22(9), 347-354.
- Swift, E. J., Sturdevant, C. M., Roberson, T. M., and Heymann, H. (2006). *Sturdevant's art and science of operative dentistry*. (Fifth Edition). Edinburg: Elsevier Health Sciences, 396-430.
- Taher, N. M. (2005). The effect of bleaching agents on the surface hardness of tooth colored restorative materials. *Journal of Contemporary Dental Practise*, 6(2), 18-26.
- Tak, N.-Y., Lim, D.-S., Lim, H.-J., and Jung, I.-H. (2020). Surface damage and bleaching effect according to the application type of home tooth bleaching applicants. *Journal of Dental Hygiene Science*, 20(4), 252-260.
- Tay, L. Y., Kose, C., Loguercio, A. D., and Reis, A. (2009). Assessing the effect of a desensitizing agent used before in-office tooth bleaching. *The Journal of the American Dental Association*, 140(10), 1245-1251.
- Tessier, J., Rodriguez, P. N., Lifshitz, F., Friedman, S. M., and Lanata, E. J. (2010). The use of ozone to lighten teeth: an experimental study. *Acta Odontologica Latinoamericana*, 23(2), 84-89.
- Tezel, H., Ertas, Ö. S., Özata, F., Dalgat, H., and Korkut, Z. O. (2007). Effect of bleaching agents on calcium loss from the enamel surface. *Quintessence International*, 38(4), 339-347.
- Torabinejad, M. (2002). Pulp and periradicular pathosis. *Principles and Practice of Endodontics*. (Third Edition). Philadelphia: WB Saunders Company, 27-49.
- Tredwin, C., Naik, S., Lewis, N., and Scully, C. (2006). Hydrogen peroxide tooth-whitening (bleaching) products: review of adverse effects and safety issues. *British Dental Journal*, 200(7), 371-376.

- Tung, F. F., Goldstein, G. R., Jang, S., and Hittelman, E. (2002). The repeatability of an intraoral dental colorimeter. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 88(6), 585-590.
- Türker, S., and Biskin, T. (2002). The effect of bleaching agents on the microhardness of dental aesthetic restorative materials. *Journal of Oral Rehabilitation*, 29(7), 657-661.
- Tüzel, S., and Can, S. H. E. (2022). Vital diş beyazlatma teknikleri ve güncel yaklaşımlar. *Current Research in Dental Sciences*, 32(3), 239-249.
- Uctasli, M., Garoushi, S., Uctasli, M., Vallittu, P., and Lassila, L. (2023). A comparative assessment of color stability among various commercial resin composites. *BioMed Central Oral Health*, 23(1), 789-800.
- Unlu, N., Cobankara, F. K., and Ozer, F. (2008). Effect of elapsed time following bleaching on the shear bond strength of composite resin to enamel. *Journal of Biomedical Materials Research Part B: Applied Biomaterials*, 84(2), 363-368.
- Walsh, T. F., Rawlinson, A., Wildgoose, D., Marlow, I., Haywood, J., and Ward, J. M. (2005). Clinical evaluation of the stain removing ability of a whitening dentifrice and stain controlling system. *Journal of Dentistry*, 33(5), 413-418.
- Wang, C., Fang, Y., Zhang, L., Su, Z., Xu, J., and Fu, B. (2021). Enamel microstructural features of bovine and human incisors: a comparative study. *Annals of Anatomy-Anatomischer Anzeiger*, 235(2021), 151700-151709.
- Wang, L., Francisconi, L. F., Atta, M. T., Dos Santos, J. R., Del Padre, N. C., Gonini-Júnior, A., and Fernandes, K. B. P. (2011). Effect of bleaching gels on surface roughness of nanofilled composite resins. *European Journal of Dentistry*, 5(2), 173-179.
- Watt, B. E., Proudfoot, A. T., and Vale, J. A. (2004). Hydrogen peroxide poisoning. *Toxicological Reviews*, 23(3), 51-57.
- Watts, A., and Addy, M. (2001). Tooth discolouration and staining: a review of the literature. *British Dental Journal*, 190(6), 309-316.
- Wee, A. G., Monaghan, P., and Johnston, W. M. (2002). Variation in color between intended matched shade and fabricated shade of dental porcelain. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 87(6), 657-666.
- Wiegand, A., Vollmer, D., Foitzik, M., Attin, R., and Attin, T. (2005). Efficacy of different whitening modalities on bovine enamel and dentin. *Clinical Oral Investigations*, 9(1), 91-97.
- Wijetunga, C. L., Otsuki, M., Hiraishi, N., Luong, M. N., and Tagami, J. (2021). Effect of pH of bleaching agent on tooth bleaching action in vitro. *Dental Materials Journal*, 40(3), 566-572.
- Wongpraparatanana, I., Matangkasombut, O., Thanyasrisung, P., and Panich, M. (2018). Effect of vital tooth bleaching on surface roughness and streptococcal biofilm formation on direct tooth-colored restorative materials. *Operative Dentistry*, 43(1), 51-59.

- Yalcin, F., and Grgan, S. (2005). Effect of two different bleaching regimens on the gloss of tooth colored restorative materials. *Dental Materials*, 21(5), 464-468.
- Yikilgan, İ., Kamak, H., Akgul, S., Ozcan, S., and Bala, O. (2017). Effects of three different bleaching agents on microhardness and roughness of composite sample surfaces finished with different polishing techniques. *Journal of Clinical and Experimental Dentistry*, 9(3), e460-e465.
- Yılmaz, Z., and Akal, N. (2019). Diş hekimı kontrolünde olmayan (otc) beyazlatma rnlernn gen dam diş minesinin renk, mikrosertlik, yüzey pürüzlülüğü ve morfolojisne etkileri. *Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliğı Fakültesi Dergisi*, 29(1), 33-43.
- Zantner, C., Beheim-Schwarzbach, N., Neumann, K., and Kielbassa, A. M. (2007). Surface microhardness of enamel after different home bleaching procedures. *Dental Materials*, 23(2), 243-250.
- Zantner, C., Derdilopoulou, F., Martus, P., and Kielbassa, A. M. (2006). Randomized clinical trial on the efficacy of 2 over-the-counter whitening systems. *Quintessence International*, 37(9), 227-238.
- Zimmerli, B., Jeger, F., and Lussi, A. (2010). Bleaching of nonvital teeth. *Schweiz Monatsschr Zahnmed*, 120(4), 306-313.



**EKLER**

## EK-1. Etik Kurul İzni

Evrak Tarih ve Sayısı: 03.01.2023-E.551601



T.C.  
GAZİ ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ  
Diş Hekimliği Fakültesi  
Klinik Araştırmalar Etik Kurulu

Sayı : E-21071282-050.99-551601  
Konu : Prof. Dr. Mine Betül ÜÇTAŞLI

03.01.2023

Sayın Prof. Dr. Mine Betül ÜÇTAŞLI  
Restoratif Diş Tedavi Anabilim Dalı Başkanlığına

Fakültemiz Klinik Araştırmalar Etik Kuruluna, etik açıdan değerlendirilmek üzere sorumlu araştırmacı "Diş Hekimi Kontrolünde Olmayan Farklı Beyazlatma Ajanlarının Mine Yüzeyinde Oluşturduğu Renk Değişikliği, Yüzey Pürüzlülüğü ve Mikrosertlik Ölçümlerinin Değerlendirilmesi" konulu çalışma, Etik Kurulumuz tarafından incelenmiş ve araştırma etiği açısından uygun bulunmuştur.

Bilgilerinizi ve gereğini rica ederim.

**Önemli Not:** Sağlık Bakanlığına başvuruda bulunacak çalışmaların, Kurulumuz tarafından incelenmiş ve onaylanmış "**Değerlendirilen Belgeler**" kısmında belirtilmiş olan **Tarih ve Versiyon/Revizyon numaralarının** ve "**Karar Bilgileri**" kısmında belirtilmiş olan **karar numarasının** yazılması gerekmektedir. Aksi takdirde Sağlık Bakanlığına teslim edilen belgelerde Tarih ve Versiyon/Revizyon numaralarında uyumsuzluk yaşanmaktadır ve bu nedenle dosyalar reddedilmektedir. Bu konuya önem verilmesi bilgilerinize sunulur.

Prof. Dr. Mesut Enes ODABAŞ  
Kurul Başkanı

Ek:Klinik Araştırmalar Etik Kurul Karar Formu (3 Sayfa)/Elden Teslim Edilecektir.

Belge Doğrulama Kodu :BSP7B7R1P3

Bu belge, güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.

Belge Takip Adresi : <https://www.turkiye.gov.tr/gazi-universitesi-ebys>

Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Biskek Cad. No:4 kat 1 Emek/Ankara  
Tel:0 (312) 203 40 00 Faks:0 (312) 223 92 26  
e-Posta :dhhbilisim@gazi.edu.tr İnternet Adresi :http://dent.gazi.edu.tr

Bilgi için :N. Cihan Ünay  
Birim Evrak Sorumlusu  
Telefon No:(0312) 203 40 69



## EK-1. (devam) Etik Kurul İzni

## KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU KARAR FORMU

|                                  |                  |                                                                                                                                                                                                                                                             |
|----------------------------------|------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI            |                  | Prof. Dr. Mine Betül ÜÇTAŞLI tarafından gönderilen "Diş Hekimi Kontrolünde Olmayan Farklı Beyazlatma Ajanlarının Mine Yüzeyinde Oluşturduğu Renk Değişikliği, Yüzey Pürüzlülüğü ve Mikrosertlik Ölçümlerinin Değerlendirilmesi" konulu çalışmanın kabulüne, |
| VARSA ARAŞTIRMANIN PROTOKOL KODU |                  |                                                                                                                                                                                                                                                             |
| ETİK KURUL BİLGİLERİ             | ETİK KURULUN ADI | Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu                                                                                                                                                                                   |
|                                  | AÇIK ADRESİ:     | Bişkek Caddesi 82.Sokak No:4 E Blok Zemin Kat Çankaya ANKARA                                                                                                                                                                                                |
|                                  | TELEFON          | 0312 203 40 69                                                                                                                                                                                                                                              |
|                                  | FAKS             | 0312 203 41 39                                                                                                                                                                                                                                              |
|                                  | E-POSTA          | disetikkurul@gazi.edu.tr                                                                                                                                                                                                                                    |

|                                                                        |                                                                                        |                                                                                |                                            |                                       |  |
|------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|---------------------------------------|--|
| BAŞVURU BİLGİLERİ                                                      | KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACI UNVANI/ADI/SOYADI                                      | Prof. Dr. Mine Betül ÜÇTAŞLI                                                   |                                            |                                       |  |
|                                                                        | KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACININ UZMANLIK ALANI                                      | Restoratif Diş Tedavisi Anabilim Dalı Başkanlığı                               |                                            |                                       |  |
|                                                                        | KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACININ BULUNDUĞU MERKEZ                                    | Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi                                      |                                            |                                       |  |
|                                                                        | YARDIMCI ARAŞTIRMACILAR                                                                | Dt. Seden TÜZEL                                                                |                                            |                                       |  |
|                                                                        | VARSA İDARİ SORUMLU UNVANI/ADI/SOYADI                                                  |                                                                                |                                            |                                       |  |
|                                                                        | DESTEKLEYİCİ                                                                           |                                                                                |                                            |                                       |  |
|                                                                        | PROJE YÜRÜTÜCÜSÜ UNVANI/ADI/SOYADI (TÜBİTAK vb. gibi kaynaklardan destek alanlar için) |                                                                                |                                            |                                       |  |
|                                                                        | DESTEKLEYİCİNİN YASAL TEMSİLCİSİ                                                       |                                                                                |                                            |                                       |  |
|                                                                        | ARAŞTIRMANIN FAZİ VE TÜRÜ                                                              | FAZ 1                                                                          | <input type="checkbox"/>                   |                                       |  |
|                                                                        |                                                                                        | FAZ 2                                                                          | <input type="checkbox"/>                   |                                       |  |
|                                                                        |                                                                                        | FAZ 3                                                                          | <input type="checkbox"/>                   |                                       |  |
|                                                                        |                                                                                        | FAZ 4                                                                          | <input type="checkbox"/>                   |                                       |  |
|                                                                        |                                                                                        | Gözlemsel ilaç çalışması                                                       | <input type="checkbox"/>                   |                                       |  |
|                                                                        |                                                                                        | Tıbbi cihaz klinik araştırması                                                 | <input type="checkbox"/>                   |                                       |  |
|                                                                        |                                                                                        | İn vitro tıbbi tanı cihazları ile yapılan performans değerlendirme çalışmaları | <input type="checkbox"/>                   |                                       |  |
| İlaç dışı klinik araştırma                                             |                                                                                        | <input type="checkbox"/>                                                       |                                            |                                       |  |
| Diğer ise belirtiniz: İlaç Dışı Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar |                                                                                        |                                                                                |                                            |                                       |  |
| ARAŞTIRMAYA KATILAN MERKEZLER                                          | TEK MERKEZ <input checked="" type="checkbox"/>                                         | ÇOK MERKEZLİ <input type="checkbox"/>                                          | ULUSAL <input checked="" type="checkbox"/> | ULUSLARARASI <input type="checkbox"/> |  |

Etik Kurul Başkanı

Unvanı/Adı/Soyadı: ~~YAK~~ Dr. Mesut Enes ODABAŞ

İmza:

Not: Etik kurul başkanı, imzasının yer almadığı her sayfaya imza atmalıdır.

## EK-1. (devam) Etik Kurul İzni

## KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU KARAR FORMU

|                                  |                                                                                                                                                                                                                                                           |
|----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI            | Prof. Dr. Mine Betül ÜÇTAŞLI tarafından gönderilen “Diş Hekimi Kontrolünde Olmayan Farklı Beyazlatma Ajanlarının Mine Yüzeyinde Oluşturduğu Renk Değişikliği, Yüzey Pürüzlüğü ve Mikrosertlik Ölçümlerinin Değerlendirilmesi” konulu çalışmanın kabulüne, |
| VARSA ARAŞTIRMANIN PROTOKOL KODU |                                                                                                                                                                                                                                                           |

| DEĞERLENDİRİLEN BELGELER       | Belge Adı                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Tarihi                              | Versiyon Numarası       | Dili                                       |                                    |                                |
|--------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------|--------------------------------------------|------------------------------------|--------------------------------|
|                                | ARAŞTIRMA PROTOKOLÜ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 22.12.2022                          | Versiyon 1              | Türkçe <input checked="" type="checkbox"/> | İngilizce <input type="checkbox"/> | Diğer <input type="checkbox"/> |
|                                | BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 22.12.2022                          | Versiyon 1              | Türkçe <input checked="" type="checkbox"/> | İngilizce <input type="checkbox"/> | Diğer <input type="checkbox"/> |
|                                | OLGU RAPOR FORMU                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 22.12.2022                          | Versiyon 1              | Türkçe <input checked="" type="checkbox"/> | İngilizce <input type="checkbox"/> | Diğer <input type="checkbox"/> |
|                                | ARAŞTIRMA BROŞÜRÜ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                     |                         | Türkçe <input type="checkbox"/>            | İngilizce <input type="checkbox"/> | Diğer <input type="checkbox"/> |
| DEĞERLENDİRİLEN DİĞER BELGELER | Belge Adı                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                     | Açıklama                |                                            |                                    |                                |
|                                | SİGORTA                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | <input type="checkbox"/>            | 22.12.2022 - Versiyon 1 |                                            |                                    |                                |
|                                | ARAŞTIRMA BÜTÇESİ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | <input checked="" type="checkbox"/> |                         |                                            |                                    |                                |
|                                | BIYOLOJİK MATERYEL TRANSFER FORMU                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | <input type="checkbox"/>            |                         |                                            |                                    |                                |
|                                | ILAN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | <input type="checkbox"/>            |                         |                                            |                                    |                                |
|                                | YILLIK BİLDİRİM                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | <input type="checkbox"/>            |                         |                                            |                                    |                                |
|                                | SONUÇ RAPORU                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | <input type="checkbox"/>            |                         |                                            |                                    |                                |
|                                | GÜVENLİLİK BİLDİRİMLERİ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | <input type="checkbox"/>            |                         |                                            |                                    |                                |
|                                | DİĞER:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | <input type="checkbox"/>            |                         |                                            |                                    |                                |
| KARAR BİLGİLERİ                | Karar No: GÜDHKAEK. 2022.25/3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Tarih: 29.12.2022                   |                         |                                            |                                    |                                |
|                                | Yukarıda bilgileri verilen başvuru dosyası ile ilgili belgeler araştırmanın/çalışmanın gerekçe, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak incelenmiş ve uygun bulunmuş olup araştırmanın/çalışmanın başvuru dosyasında belirtilen merkezlerde gerçekleştirilmesinde etik ve bilimsel sakınca bulunmadığına toplantıya katılan etik kurul üye tam sayısının salt çoğunluğu ile karar verilmiştir. İlaç ve Biyolojik Ürünlerin Klinik Araştırmaları Hakkında Yönetmelik kapsamında yer alan araştırmalar/çalışmalar için Türkiye İlaç ve Tıbbi Cihaz Kurumu'ndan izin alınması gerekmektedir. |                                     |                         |                                            |                                    |                                |

| KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU |                                                                                                        |
|---------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ETİK KURULUN ÇALIŞMA ESASI      | İlaç ve Biyolojik Ürünlerin Klinik Araştırmaları Hakkında Yönetmelik, İyi Klinik Uygulamaları Kılavuzu |
| BAŞKANIN UNVANI / ADI / SOYADI: | Prof. Dr. Mesut Enes ODABAŞ                                                                            |

| Unvanı/Adı/Soyadı                                             | Uzmanlık Alanı                | Kurumu                          | Cinsiyet                              |                                       | Araştırma ile ilişki       |                                       | Katılım *                             |                            | İmza |
|---------------------------------------------------------------|-------------------------------|---------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|----------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|----------------------------|------|
| Prof. Dr. Mesut Enes ODABAŞ<br>(Etik Kurul Başkanı)           | Çocuk Diş Hekimliği           | Gazi Ü. Diş Hekimliği Fakültesi | E <input checked="" type="checkbox"/> | K <input type="checkbox"/>            | E <input type="checkbox"/> | H <input type="checkbox"/>            | E <input type="checkbox"/>            | H <input type="checkbox"/> |      |
| Prof. Dr. Nur MOLLAOĞLU                                       | Ağız, Diş ve Çene Cerrahisi   | Gazi Ü. Diş Hekimliği Fakültesi | E <input type="checkbox"/>            | K <input checked="" type="checkbox"/> | E <input type="checkbox"/> | H <input type="checkbox"/>            | E <input type="checkbox"/>            | H <input type="checkbox"/> |      |
| Prof. Dr. Şebnem KAVAKLI                                      | Fizyoloji                     | Ufuk Ü. Tıp Fakültesi           | E <input type="checkbox"/>            | K <input checked="" type="checkbox"/> | E <input type="checkbox"/> | H <input type="checkbox"/>            | E <input type="checkbox"/>            | H <input type="checkbox"/> |      |
| Prof. Dr. Orhan Mecit ULUDAĞ                                  | Farmakoloji                   | Gazi Ü. Eczacılık Fakültesi     | E <input checked="" type="checkbox"/> | K <input type="checkbox"/>            | E <input type="checkbox"/> | H <input type="checkbox"/>            | E <input type="checkbox"/>            | H <input type="checkbox"/> |      |
| Prof. Dr. Ferhan EĞİLMEZ<br>(Bildirimlerden sorumlu olan üye) | Protetik Diş Tedavisi         | Gazi Ü. Diş Hekimliği Fakültesi | E <input type="checkbox"/>            | K <input checked="" type="checkbox"/> | E <input type="checkbox"/> | H <input checked="" type="checkbox"/> | E <input checked="" type="checkbox"/> | H <input type="checkbox"/> |      |
| Prof. Dr. Mine Betül ÜÇTAŞLI                                  | Restoratif Diş Tedavisi       | Gazi Ü. Diş Hekimliği Fakültesi | E <input type="checkbox"/>            | K <input checked="" type="checkbox"/> | E <input type="checkbox"/> | H <input type="checkbox"/>            | E <input type="checkbox"/>            | H <input type="checkbox"/> |      |
| Prof. Dr. İlker PEKER                                         | Ağız, Diş ve Çene Radyolojisi | Gazi Ü. Diş Hekimliği Fakültesi | E <input type="checkbox"/>            | K <input checked="" type="checkbox"/> | E <input type="checkbox"/> | H <input type="checkbox"/>            | E <input type="checkbox"/>            | H <input type="checkbox"/> |      |
| Prof. Dr. Burcu ÖZDEMİR<br>(Etik kurul başkan yardımcısı)     | Periodontoloji                | Gazi Ü. Diş Hekimliği Fakültesi | E <input type="checkbox"/>            | K <input checked="" type="checkbox"/> | E <input type="checkbox"/> | H <input type="checkbox"/>            | E <input type="checkbox"/>            | H <input type="checkbox"/> |      |
| Prof. Dr. Benay YILDIRIM                                      | Oral Patoloji                 | Gazi Ü. Diş Hekimliği Fakültesi | E <input type="checkbox"/>            | K <input checked="" type="checkbox"/> | E <input type="checkbox"/> | H <input type="checkbox"/>            | E <input type="checkbox"/>            | H <input type="checkbox"/> |      |
| Doç. Dr. Müge Aslı EKİCİ                                      | Endodonti                     | Gazi Ü. Diş Hekimliği Fakültesi | E <input type="checkbox"/>            | K <input checked="" type="checkbox"/> | E <input type="checkbox"/> | H <input type="checkbox"/>            | E <input type="checkbox"/>            | H <input type="checkbox"/> |      |

Etik Kurul Başkanının

Unvanı/Adı/Soyadı: Prof. Dr. Mesut Enes ODABAŞ

İmza:

Not: Etik kurul başkanı, imzasının yer almadığı her sayfaya imza atmalıdır.

## EK-1. (devam) Etik Kurul İzni

## KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU KARAR FORMU

|                                  |                   |                                                                                                                                                                                                                                                             |                                       |                                       |                            |                            |                            |                            |  |
|----------------------------------|-------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|--|
| ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI            |                   | Prof. Dr. Mine Betül ÜÇTAŞLI tarafından gönderilen “Diş Hekimi Kontrolünde Olmayan Farklı Beyazlatma Ajanlarının Mine Yüzeyinde Oluşturduğu Renk Değişikliği, Yüzey Pürüzlülüğü ve Mikrosertlik Ölçümlerinin Değerlendirilmesi” konulu çalışmanın kabulüne, |                                       |                                       |                            |                            |                            |                            |  |
| VARSA ARAŞTIRMANIN PROTOKOL KODU |                   |                                                                                                                                                                                                                                                             |                                       |                                       |                            |                            |                            |                            |  |
| Doç. Dr. Nehir CANIGÖR BAVBEK    | Ortodonti         | Gazi Ü. Diş Hekimliği Fakültesi                                                                                                                                                                                                                             | E <input type="checkbox"/>            | K <input checked="" type="checkbox"/> | E <input type="checkbox"/> | H <input type="checkbox"/> | E <input type="checkbox"/> | H <input type="checkbox"/> |  |
| Dr. Öğr. Üyesi Hakan TÖZÜN       | Halk Sağlığı      | Gazi Ü. Tıp Fakültesi                                                                                                                                                                                                                                       | E <input checked="" type="checkbox"/> | K <input type="checkbox"/>            | E <input type="checkbox"/> | H <input type="checkbox"/> | E <input type="checkbox"/> | H <input type="checkbox"/> |  |
| Av. Efe AYAZ                     | Avukat            | Serbest Avukat                                                                                                                                                                                                                                              | E <input checked="" type="checkbox"/> | K <input type="checkbox"/>            | E <input type="checkbox"/> | H <input type="checkbox"/> | E <input type="checkbox"/> | H <input type="checkbox"/> |  |
| İlker YAVUZ                      | Fotoğraf Eğitmeni | -                                                                                                                                                                                                                                                           | E <input checked="" type="checkbox"/> | K <input type="checkbox"/>            | E <input type="checkbox"/> | H <input type="checkbox"/> | E <input type="checkbox"/> | H <input type="checkbox"/> |  |

\*:Toplantıda Bulunma

Etik Kurul Başkanı  
 Unvanı/Adı/Soyadı: Prof. Dr. Mesut Enes ODABAŞ  
 İmza:

*Not: Etik kurul başkanı, imzasının yer almadığı her sayfaya imza atmalıdır.*

## ÖZGEÇMİŞ

### Kişisel Bilgileri

Soyadı, adı : TÜZEL, Seden  
Uyruğu : T.C.

### Eğitim

| Derece  | Eğitim Birimi                                             | Mezuniyet tarihi |
|---------|-----------------------------------------------------------|------------------|
| Doktora | Gazi Üniversitesi / Restoratif Diş Tedavisi Anabilim Dalı | Devam Ediyor     |
| Lisans  | Ege Üniversitesi / Diş Hekimliği Fakültesi                | 2008             |
| Lise    | Hoca Ahmed Yesevi Lisesi                                  | 2001             |

### Yabancı Dil

İngilizce

### Yayınlar

- Tüzel, S., ve Can, S. H. E. (2022). Vital Diş Beyazlatma Teknikleri ve Güncel Yaklaşımlar. *Current Research in Dental Sciences*, 32(3), 239-249.
- Altınışık, H., Tüzel, S., ve Can, S. H. E. (2023). Diş hekimi kontrolünde olmayan ağartma ürünlerinin nanohibrit kompozitin renk ve yüzey pürüzlülüğü üzerine etkileri. *ADO Klinik Bilimler Dergisi*, 12(2), 273-278.
- Tüzel, S., Çokkeçeci, İ. T., Üçtaşlı, M. B., and Arısu, H. D. (2022). Treatment of hypomineralized maxillary central and canine teeth with resin infiltration technique: A case report. *International Dental Research*, 12(Suppl. 1), 124-127.
- Tüzel, S., ve Üçtaşlı, M. B. (2022). Renklenmiş Kök Kanal Tedavili Maksiller Santral Dişin Beyazlatma Tedavisi ve Estetik Rehabilitasyonu: Olgu Sunumu. *Selcuk Dental Journal*, 9(4), 19-23.

### Bildiriler

- Altınışık H., Tüzel S., Erten H. ‘Diş hekimi kontrolünde olmayan beyazlatma ürünlerinin (OTC) nanohibrit kompozitin renk ve yüzey pürüzlülüğü üzerine etkilerinin değerlendirilmesi’ Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi 1. Genç Akademisyenler Kongresi, Ankara, 20-21 Şubat, 2020. (Sözlü Sunum).

- Tüzel S., Üçtaşlı M. B. 'Farklı Ev Tipi Beyazlatma Uygulamalarının Minenin Mikrosertliği Üzerine Etkisi' Restoratif Diş Hekimliği Derneği 24. Uluslararası Bilimsel Kongresi, Eskişehir, 8-9 Aralık, 2023. (Sözlü Sunum).
- Tüzel S., Üçtaşlı M. B. 'Renklenmiş kök kanal tedavili maksiller santral dişin beyazlatma tedavisi ve estetik rehabilitasyonu: olgu sunumu' Restoratif Diş Hekimliği Derneği Kış Sempozyumu ve Anabilim Dalları Toplantısı, Konya, 17-18 Aralık, 2021. (Poster Sunumu).
- Tüzel S., Üçtaşlı M. B. 'Mine Hipomineralizasyonu Görülen Maksiller Santral ve Kanin Dişin Rezin İnfiltrasyon Tekniği ile Tedavisi: Olgu Sunumu' Necmettin Erbakan Üniversitesi 2. Uluslararası Diş Hekimliği Kongresi, 01-03 Ekim, 2022. (Poster Sunumu).



*GAZİLİ OLMAK AYRICALIKTIR..*