

T.C.  
HATAY MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ  
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ  
RESTORATİF DİŞ TEDAVİSİ ANABİLİM DALI

**FARKLI BEYAZLATMA AJANLARININ VE BEYAZLATMA  
SONRASI UYGULANILAN REMİNERALİZE EDİCİ AJANIN  
MİNE YÜZEYİNE ETKİLERİNİN *İN VİTRO* OLARAK  
İNCELENMESİ**

Uzmanlık Tezi  
Cihan ŞAHİN

**Danışman**

Dr. Öğr. Üyesi Oya ŞEKER

**HATAY – 2021**

T.C.  
HATAY MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ  
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ  
RESTORATİF DİŞ TEDAVİSİ ANABİLİM DALI

**FARKLI BEYAZLATMA AJANLARININ VE BEYAZLATMA  
SONRASI UYGULANILAN REMİNERALİZE EDİCİ AJANIN  
MİNE YÜZEYİNE ETKİLERİNİN *İN VİTRO* OLARAK  
İNCELENMESİ**

Uzmanlık Tezi  
Cihan ŞAHİN

**Danışman**

Dr. Öğr. Üyesi Oya ŞEKER

Bu tez, Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından 20.U.005 nolu proje olarak desteklenmiştir.

**HATAY – 2021**

T.C.  
HATAY MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ  
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ  
RESTORATİF DİŞ TEDAVİSİ ANABİLİM DALI

**FARKLI BEYAZLATMA AJANLARININ VE BEYAZLATMA  
SONRASI UYGULANILAN REMİNERALİZE EDİCİ AJANIN  
MİNE YÜZEYİNE ETKİLERİNİN *İN VİTRO* OLARAK  
İNCELENMESİ**

Uzmanlık Tezi

Cihan ŞAHİN

Bu tez aşağıda isimleri yazılı tez jürisi tarafından 14/09/2021 günü sözlü olarak yapılan tez savunma sınavında oybirliği ile kabul edilmiştir.

**Tez jürisi:** Jüri Başkanı: Dr. Öğr. Üyesi Oya ŞEKER

Üye: Prof. Dr. Sevil GÜRGAN

Üye: Dr. Öğr. Üyesi Zuhal YILDIRIM BİLMEZ

Bu tez, Dekanlığımız Restoratif Diş Tedavisi Anabilim Dalında hazırlanmıştır.

14/09/2021

Prof. Dr. Nizami DURAN  
Diş Hekimliği Fakültesi Dekan V.

## TEŞEKKÜR

Uzmanlık eğitimim süresince her konuda desteğini esirgemeyen, sevgili hocam ve danışmanım Dr. Öğr. Üyesi Oya ŞEKER'e,

Her zaman bilgi ve deneyimlerini paylaştığı için değerli hocamız Dr. Öğr. Üyesi. Zuhâl YILDIRIM BİLMEZ'e,

Bu projenin gerçekleştirilmesinde maddi desteğini esirgemeyen Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğüne,

Benim için çok değerli olan, yol arkadaşım, sevgili eşim Uzm. Dr. Gizem Şahin'e

Varlığıyla hayatımıza anlam katan dünyalar güzeli kızım Ada ŞAHİN'e

Hayatımda olmalarından büyük gurur duyduğum, her zaman bana destek olan varlıkları ile bana güç veren, bu zorlu uzmanlık sürecine girmeme beni teşvik eden başta babam Dt. Cihangir ŞAHİN olmak üzere tüm sevgili aileme en içten teşekkürlerimi sunarım.

# İÇİNDEKİLER

|                                          |                                  |
|------------------------------------------|----------------------------------|
| Kabul Onay                               | Hata! Yer işareti tanımlanmamış. |
| TEŞEKKÜR                                 | III                              |
| İÇİNDEKİLER                              | IV                               |
| ŞEKİLLER DİZİNİ                          | VIII                             |
| ÇİZELGELER DİZİNİ                        | X                                |
| SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ           | XI                               |
| ÖZET                                     | XIII                             |
| ABSTRACT                                 | XV                               |
| 1. GİRİŞ                                 | 1                                |
| 2. GENEL BİLGİLER                        | 3                                |
| 2.1 Diş ve Renk                          | 3                                |
| 2.1.1. Munsell Renk Sistemi              | 3                                |
| 2.1.1.1. Hue                             | 4                                |
| 2.1.1.2. Value                           | 4                                |
| 2.1.1.3. Chroma                          | 5                                |
| 2.1.2. CIELab Renk Sistemi               | 6                                |
| 2.2. Diş Renk Ölçüm Yöntemleri           | 7                                |
| 2.2.1. Geleneksel Renk Ölçüm Yöntemleri  | 7                                |
| 2.2.2. Kolorimetreler                    | 7                                |
| 2.2.3. Spektrofotometre                  | 8                                |
| 2.2.4. Dijital kameralar                 | 8                                |
| 2.3 Diş Beyazlatma                       | 8                                |
| 2.3.1. Diş Beyazlatma Yöntemleri         | 9                                |
| 2.3.1.1 Vital Dişlerin Beyazlatılması    | 10                               |
| 2.3.1.1.1 Ofis Tipi Beyazlatma           | 10                               |
| 2.3.1.1.2 Ev Tipi Beyazlatma             | 11                               |
| 2.3.1.1.3 Kombine Tedavi                 | 11                               |
| 2.3.1.2 Devital Dişlerin Beyazlatılması  | 11                               |
| 2.3.1.2.1 İntrakronal Diş Beyazlatılması | 12                               |

|                                                                                       |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 2.3.1.2.1.1 Walking Bleaching Tekniği                                                 | 12 |
| 2.3.1.2.1.2 Termokatalitik Teknik                                                     | 12 |
| 2.3.1.2.1.3 İç-Dış Kombine Beyazlatma Tekniği                                         | 12 |
| 2.3.2. Diş Beyazlatmada Kullanılan Ajanlar                                            | 13 |
| 2.3.2.1. Hidrojen Peroksit                                                            | 13 |
| 2.3.2.2. Karbamid Peroksit                                                            | 13 |
| 2.3.2.3. Sodyum Perborat                                                              | 14 |
| 2.3.3. Diş Beyazlatmayı Etkileyen Faktörler                                           | 14 |
| 2.3.3.1. Beyazlatma çeşidi                                                            | 14 |
| 2.3.3.2. Isı                                                                          | 14 |
| 2.3.3.3. Konsantrasyon ve Zaman                                                       | 15 |
| 2.3.4. Diş Beyazlatma Tekniklerinin Yan Etkileri                                      | 15 |
| 2.3.4.1. Duyarlılık                                                                   | 16 |
| 2.3.4.2. Mine ve Dentin Dokusu Üzerine Etkileri                                       | 16 |
| 2.3.4.3. Servikal Eksternal Kök Rezorbsiyonları                                       | 16 |
| 2.3.4.4. Yumuşak Dokular Üzerine Etkileri                                             | 17 |
| 2.3.4.5. Pulpa Üzerine Etkileri                                                       | 17 |
| 2.4. Remineralizasyon                                                                 | 18 |
| 2.5. Mine Yüzeyi İnceleme Yöntemleri                                                  | 18 |
| 2.5.1. Taramalı Elektron Mikroskobu-Enerji Dağılımlı X Işını Spektroskopisi (SEM-EDS) | 19 |
| 2.5.2. Nanoindenter                                                                   | 20 |
| 2.5.3. Elastisite Modülü                                                              | 20 |
| 2.5.4. Pürüzlülük                                                                     | 20 |
| 3. GEREÇ VE YÖNTEM                                                                    | 21 |
| 3.1. Çalışmada Kullanılan Materyaller                                                 | 22 |
| 3.1.1. Çalışmada Kullanılan Beyazlatma Materyalleri                                   | 22 |
| 3.1.1.1. Opalescence Boost                                                            | 22 |
| 3.1.1.2. Opalescence PF 10%                                                           | 23 |
| 3.1.1.3. Whiteness Perfect                                                            | 24 |
| 3.1.1.4. Daywhite %9.5 HP                                                             | 24 |
| 3.1.2. Çalışmada Kullanılan Remineralize Edici Ajan                                   | 25 |

|                                                                                                                                   |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 3.1.2.1.Remin Pro                                                                                                                 | 25 |
| 3.1.3. Çalışmada Kullanılan Bitirme Ve Cila Seti                                                                                  | 26 |
| 3.1.3.1. Optidisc Bitirme ve Cila Seti (Kerr, Abd)                                                                                | 26 |
| 3.2. Çalışmada Kullanılacak Nanosertlik, Elastik Modül ve Yüzey Pürüzlülüğü Ölçme Cihazı                                          | 27 |
| 3.3. Çalışmada Örneklerin Yüzey Görüntülerinin Alınması ve Örneklerin Kimyasal Kompozisyonun Belirlenmesi İçin Kullanılacak Cihaz | 29 |
| 3.4. Çalışmada kullanılacak Renk Ölçüm Cihazı                                                                                     | 30 |
| 3.5. Çalışma Planı                                                                                                                | 30 |
| 3.5.1. Dişlerin Seçimi                                                                                                            | 31 |
| 3.5.2. Teflon Blokların Hazırlanması                                                                                              | 32 |
| 3.5.3. Örneklerin Hazırlanması                                                                                                    | 32 |
| 3.5.4. Nanoindenter Deney Gruplarının Hazırlanması                                                                                | 33 |
| 3.5.5. SEM/EDS İncelenmesinde Kullanılan Örneklerin Belirlenmesi                                                                  | 34 |
| 3.5.6. Yapay Tükürüğün Hazırlanması                                                                                               | 35 |
| 3.5.8. Örneklerin Nanosertlik, Elastik Modül Ve Yüzey Pürüzlülüğünün Tespiti                                                      | 38 |
| 3.5.9. Yüzey Görüntülerinin Alınması ve Örneklerin Kimyasal İçeriklerinin Tespiti                                                 | 38 |
| 3.5.10. Beyazlatma İşlemlerinin Uygulanması                                                                                       | 39 |
| 3.5.11. Beyazlatma İşlemi Sonrası Renk Değerlendirmesi                                                                            | 40 |
| 3.5.12. Beyazlatma Sonrası Nanosertlik, Elastik Modül ve Yüzey Pürüzlülüğünün Tespiti                                             | 40 |
| 3.5.13 Beyazlatma Sonrası Yüzey Görüntülerinin Alınması ve Örneklerin Kimyasal İçeriklerinin Tespiti                              | 41 |
| 3.5.14. Remineralizasyon İşlemi                                                                                                   | 41 |
| 3.5.15. Remineralizasyon Sonrası Nanosertlik, Elastik Modül ve Yüzey Pürüzlülüğünün Tespiti                                       | 42 |
| 3.5.16. Remineralizasyon Sonrası Yüzey Görüntülerinin Alınması ve Örneklerin Kimyasal İçeriklerinin Tespiti                       | 42 |
| 3.6 İstatistiksel Yöntem                                                                                                          | 42 |
| 4.BULGULAR                                                                                                                        | 43 |
| 4.1. Renk Bulguları                                                                                                               | 43 |

|                                                                                       |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 4.2. Nanosertlik, Elastik Modül ve Yüzey Pürüzlülük Bulguları                         | 45 |
| 4.2.1. Nanosertlik Ölçümleri Bulguları                                                | 45 |
| 4.2.2. Elastik Modül Bulguları                                                        | 46 |
| 4.2.3. Pürüzlülük Bulguları                                                           | 49 |
| 4.3. Tarama Elektron Mikroskobu (SEM) ve EDS Bulguları                                | 51 |
| 5.TARTIŞMA                                                                            | 68 |
| 5.1. Renk Değişimi Bulguları Tartışması                                               | 68 |
| 5.2. Nanosertlik, Elastik Modül ve Yüzey Pürüzlülük Bulguları Tartışması              | 71 |
| 5.3. Tarama Elektron Mikroskobu (SEM) ve EDS Bulguları Tartışması                     | 74 |
| 5.4. Yapay Tükürük, Saklama Koşulları ve Remineralize Edici Ajan Bulguları Tartışması | 76 |
| 6.SONUÇ VE ÖNERİLER                                                                   | 78 |
| 7.KAYNAKLAR                                                                           | 81 |
| EKLER                                                                                 | 89 |
| ÖZGEÇMİŞ                                                                              | 91 |

## ŞEKİLLER DİZİNİ

|                                                                                                                                         |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Şekil 2.1. Munsell'in renk küresi. ....                                                                                                 | 3  |
| Şekil 2.2. Munsell renk sistemine göre ana renk (Hue) ve yoğunluk (Chroma) .....                                                        | 4  |
| Şekil 2.3. Munsell renk sisteminde value değerleri. ....                                                                                | 5  |
| Şekil 2.4. CIE L*a*b* üç boyutlu renk sistemi. ....                                                                                     | 7  |
| Şekil 3.1. Opalescence Boost %40 PF .....                                                                                               | 23 |
| Şekil 3.2. Opalescence® PF %10 .....                                                                                                    | 23 |
| Şekil 3.3. Whiteness Perfect.....                                                                                                       | 24 |
| Şekil 3.4. Daywhite %9.5 Hp.....                                                                                                        | 25 |
| Şekil 3.5. Remin Pro(VOCO GmbH) .....                                                                                                   | 26 |
| Şekil 3.6. Kerr Optidisc.....                                                                                                           | 27 |
| Şekil 3.7. Hysitron TI 950 TriboIndenter nanoindentasyon cihazı (Hysitron, ABD) .....                                                   | 28 |
| Şekil 3.8. Hysitron TI 950 TriboIndenter nanoindentasyon cihazı (Hysitron, ABD) .....                                                   | 29 |
| Şekil 3.9. Teflon blokların hazırlanması .....                                                                                          | 32 |
| Şekil 3.10. Nanoindenter İncelemesi İçin Örneklerin Zımparalanması .....                                                                | 33 |
| Şekil 3.11. Yapay Tükürük Malzemeleri .....                                                                                             | 36 |
| Şekil 3.12. Malzemelerin Ölçüldüğü Hassas Terazî (A), Ve Malzemelerin Karıştırılması (B)..                                              | 36 |
| Şekil 3.13. Spektrofotometre İle Renk Değerlerinin Tespiti.....                                                                         | 37 |
| Şekil 3.14. Numunelerin Thermo Scientific Apreo S Ve Ultradry Enerji Dağılımlı X-Işını<br>Spektroskopisi Dedektörü İle İncelenmesi..... | 39 |
| Şekil 3.15. Remin Pro remineralize edici ajanın uygulanması.....                                                                        | 41 |
| Şekil 4.1. Grup ve ölçüme göre elastik modül değerleri.....                                                                             | 48 |
| Şekil 4.2. Grup ve ölçüme göre pürüzlülük değerleri .....                                                                               | 50 |
| Şekil 4.3. G2 örneğinin beyazlatma ajanı uygulanmadan önceki x1000 SEM görüntüsü .....                                                  | 51 |
| Şekil 4.4. G2 örneğinin Opalescence Boost %40 PF uygulandıktan sonraki x1000 SEM<br>görüntüsü.....                                      | 52 |
| Şekil 4.5. G2 örneğinin Remin Pro uygulandıktan sonraki x1000 SEM görüntüsü .....                                                       | 52 |
| Şekil 4.6. G3 örneğinin beyazlatma ajanı uygulanmadan önceki x1000 SEM görüntüsü .....                                                  | 53 |
| Şekil 4.7. G3 örneğinin Daywhite %9.5 HP uygulandıktan sonraki x1000 SEM görüntüsü.....                                                 | 53 |
| Şekil 4.8. G3 örneğinin Remin Pro uygulandıktan sonraki x1000 SEM görüntüsü .....                                                       | 54 |
| Şekil 4.9. G3 örneğinin beyazlatma ajanı uygulanmadan önceki x20000 SEM görüntüsü .....                                                 | 54 |
| Şekil 4.10. G3 örneğinin Daywhite %9.5 HP uygulandıktan sonraki x20000 SEM görüntüsü..                                                  | 55 |
| Şekil 4.11. G3 örneğinin Remin Pro uygulandıktan sonraki x20000 SEM görüntüsü .....                                                     | 55 |
| Şekil 4.12. G4 örneğinin beyazlatma ajanı uygulanmadan önceki x5000 SEM görüntüsü .....                                                 | 56 |
| Şekil 4.13. G4 örneğinin Whiteness Perfect %16 uygulandıktan sonraki x5000 SEM<br>görüntüsü.....                                        | 56 |
| Şekil 4.14. G4 örneğinin Remin Pro uygulandıktan sonraki x1000 SEM görüntüsü .....                                                      | 57 |
| Şekil 4.15. G4 örneğinin Whiteness Perfect %16 uygulandıktan sonraki x10000 SEM<br>görüntüsü.....                                       | 57 |
| Şekil 4.16. G4 örneğinin Remin Pro uygulandıktan sonraki x10000 SEM görüntüsü .....                                                     | 58 |
| Şekil 4.17. G5 örneğinin beyazlatma ajanı uygulanmadan önceki x1000 SEM görüntüsü .....                                                 | 58 |
| Şekil 4.18. G5 örneğinin Opalescence® PF %10 uygulandıktan sonraki x1000 SEM                                                            |    |

|                                                                                              |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| görüntüsü.....                                                                               | 59 |
| Şekil 4.19. G5 örneğinin Remin Pro uygulandıktan sonraki x1000 SEM görüntüsü .....           | 59 |
| Şekil 4.20. G5 örneğinin beyazlatma ajanı uygulanmadan önceki x5000 SEM görüntüsü .....      | 60 |
| Şekil 4.21. G5 örneğinin Opalescence® PF %10 uygulandıktan sonraki x5000 SEM görüntüsü.....  | 60 |
| Şekil 4.22. G5 örneğinin Remin Pro uygulandıktan sonraki x5000 SEM görüntüsü .....           | 61 |
| Şekil 4.23. G5 örneğinin beyazlatma ajanı uygulanmadan önceki x10000 SEM görüntüsü .....     | 61 |
| Şekil 4.24. G5 örneğinin Opalescence® PF %10 uygulandıktan sonraki x10000 SEM görüntüsü..... | 62 |
| Şekil 4.25. G5 örneğinin Remin Pro uygulandıktan sonraki x10000 SEM görüntüsü .....          | 62 |



## ÇİZELGELER DİZİNİ

|                                                                                                                                                                                                                                             |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Çizelge 2.1. H2O2 konsantrasyonlarına göre eşdeğer beyazlatma sağlamak için uygulanması gereken seans sayısı. ....                                                                                                                          | 15 |
| Çizelge 3.1. Çalışmada kullanılan beyazlatma materyalleri .....                                                                                                                                                                             | 22 |
| Çizelge 3.2. Nanoindenter deney grupları.....                                                                                                                                                                                               | 34 |
| Çizelge 3.3. Sem/EDS incelemesinde kullanılan örneklerin hazırlanması. ....                                                                                                                                                                 | 34 |
| Çizelge 3.4. Çalışmada kullanılan yapay tükürüğün 1 litresinin içeriği. ....                                                                                                                                                                | 35 |
| Çizelge 3.5. Beyazlatma ajanlarının uygulanma planı .....                                                                                                                                                                                   | 40 |
| Çizelge 4.1. Örneklerin beyazlatma öncesi ve beyazlatma sonrası tespit edilen L, a, b renk değerleri ve $\Delta E$ değeri.....                                                                                                              | 43 |
| Çizelge 4.2. Gruplara göre $\Delta E$ değerlerinin karşılaştırılması .....                                                                                                                                                                  | 44 |
| Çizelge 4.3. Grup ve ölçüme göre sertlik değerlerinin karşılaştırılması .....                                                                                                                                                               | 45 |
| Çizelge 4.4. Grup ve ölçüme göre sertlik değerlerine ait tanımlayıcı istatistikler .....                                                                                                                                                    | 46 |
| Çizelge 4.5. Grup ve ölçüme göre elastik modül değerlerinin karşılaştırılması .....                                                                                                                                                         | 47 |
| Çizelge 4.6. Grup ve ölçüme göre elastik modül değerlerine ait tanımlayıcı istatistikler.....                                                                                                                                               | 48 |
| Çizelge 4.7. Grup ve ölçüme göre pürüzlülük değerlerinin karşılaştırılması.....                                                                                                                                                             | 49 |
| Çizelge 4.8. Grup ve ölçüme göre pürüzlülük değerlerine ait tanımlayıcı istatistikler .....                                                                                                                                                 | 50 |
| Çizelge 4.9. G2 Örneğinin Başlangıç, Opalescence Boost %40 PF (Ultradent) Beyazlatma Ajanı ve Remin Pro (VOCO GmbH) Uygulandıktan Sonra Elementel Ağırlık Yüzdesi Değişim Grafiği.....                                                      | 63 |
| Çizelge 4.10. G2 Örneğinin Başlangıç, Opalescence Boost %40 PF (Ultradent) Beyazlatma Ajanı ve Remin Pro (VOCO GmbH) Uygulandıktan Sonra Elementel Ağırlık Yüzdesi Değişim Değerleri .....                                                  | 63 |
| Çizelge 4.11. G3 Örneğinin Başlangıç, %9.5 Hidrojen peroksit Philips Zoom Day White (Discus, Dental, LLC, Ontario, CA, ABD) Beyazlatma Ajanı ve Remin Pro (VOCO GmbH) Uygulandıktan Sonra Elementel Ağırlık Yüzdesi Değişim Grafiği.....    | 64 |
| Çizelge 4.12. G3 Örneğinin Başlangıç, %9.5 Hidrojen peroksit Philips Zoom Day White (Discus, Dental, LLC, Ontario, CA, ABD) Beyazlatma Ajanı ve Remin Pro (VOCO GmbH) Uygulandıktan Sonra Elementel Ağırlık Yüzdesi Değişim Değerleri ..... | 65 |
| Çizelge 4.13. G4 Örneğinin Başlangıç, Whiteness Perfect %16 PF (FGM, Joinville, Brazilya) Beyazlatma Ajanı ve Remin Pro (VOCO GmbH) Uygulandıktan Sonra Elementel Ağırlık Yüzdesi Değişim Grafiği .....                                     | 65 |
| Çizelge 4.14. G4 Örneğinin Başlangıç, Whiteness Perfect %16 PF (FGM, Joinville, Brazilya) Beyazlatma Ajanı ve Remin Pro (VOCO GmbH) Uygulandıktan Sonra Elementel Ağırlık Yüzdesi Değişim Değerleri.....                                    | 66 |
| Çizelge 4.15. G5 Örneğinin Başlangıç, Opalescence PF %10 (Ultradent, South Jordan, UT, ABD) Beyazlatma Ajanı ve Remin Pro (VOCO GmbH) Uygulandıktan Sonra Elementel Ağırlık Yüzdesi Değişim Grafiği .....                                   | 66 |
| Çizelge 4.16. G5 Örneğinin Başlangıç, Opalescence PF %10 (Ultradent, South Jordan, UT, ABD) Beyazlatma Ajanı ve Remin Pro (VOCO GmbH) Uygulandıktan Sonra Elementel Ağırlık Yüzdesi Değişim Değerleri .....                                 | 67 |

## SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

HP: Hidrojen Peroksit

KP:Karbamid Peroksit

Kv:Kilovolt

%: Yüzde

CIE: Commission Internationale de'Eclairge

$\Delta E$  : Renkteki Toplam Değişiklik

nm: Nanometre

mN: Milinewton

$\mu m$ : Mikrometre

mm: Milimetre

sn:Saniye

H<sub>2</sub>O: Su

O:Oksijen

pH:Hidrojenin Gücü

°C : Derece Celcius, Santigrat

IRM: Intermediate Restorative Material

AFM: Atomik kuvvetler mikroskobu

SEM: Taramalı elektron mikroskobu

EDS: Enerji dağılımlı X ışınları spektroskopisi

OH: Hidroksit İyonu

Pa: Pascal

F: Kuvvet

h: Derinlik

mm<sup>2</sup>: Milimetre kare

kg: Kilo

cm<sup>2</sup>: Santimetre kare

Gpa: Gigapaskal

Mpa: Megapaskal

rpm: Dakikadaki devir sayısı

Ra: Ortalama Pürüzlülük

NaCl: Sodyum Klorür

MgCl<sub>2</sub>(6H<sub>2</sub>O): 6-hidrat Magnezyum Klorür

KCl: Potasyum klorür

CH<sub>3</sub>COOK: Potasyum asetat

CaCl<sub>2</sub>: Kalsiyum klorür

K<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>(3H<sub>2</sub>O): . Potassium phosphate tribasic anhydrous

H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>: Fosforik Asit

NaF: Sodyum florür

Ca: Kalsiyum

C: Karbon

O: Oksijen

P: Fosfor

Na: Sodyum

## ÖZET

### FARKLI BEYAZLATMA AJANLARININ VE BEYAZLATMA SONRASI UYGULANILAN REMİNERALİZE EDİCİ AJANIN MİNE YÜZEYİNE ETKİLERİNİN *İN VİTRO* OLARAK İNCELENMESİ

**Giriş ve Amaç:** Araştırmamızda kliniklerde ve ev beyazlatma tedavilerinde rutin olarak kullanılan farklı beyazlatma ajanları, eşdeğer etki gösterdikleri prosedürlerde uygulanarak diş yüzeyi üzerinde oluşturdıkları fiziksel ve kimyasal etkiler incelendi. Beyazlatma tedavisi sonrası önerilen remineralize edici ajan uygulamanın etkinliği ve etkileri değerlendirildi.

**Gereç ve Yöntem:** Çalışmada kullanmak amacıyla yeni çekilmiş gömülü yirmi yaş dişleri %0,2 timol solüsyonunda oda sıcaklığında biriktirildi. Dişler bukkal-lingual yönde kesildi. Kesilen dişler her grupta 5 örnek olacak şekilde toplam 10 gruba ayrılıp, Nanoindenter ve Vita Easyshade cihazıyla yapılacak ölçümler için teflon halkalara yerleştirildi. Her beyazlatma ajanı için birer örnek EDS ve SEM değerlendirmesi amacıyla teflon halkaya yerleştirilmeden taban kısmı paralel olacak şekilde hazırlandı ve aynı prosedürler bu dişlere de uygulandı. Nanoindenter ölçümü için HYSITRON TI 950 TriboIndenter cihazı kullanıldı. Kimyasal içeriklerdeki değişiklikleri incelemek için UltraDry EDS Dedektör ve Quasor II EBSD ile donatılmış Thermo Fisher Scientific (FEI) Apreo S Taramalı Elektron mikroskopu kullanıldı. Teflon bloğa yerleştirilen dişlerin ilk ölçümleri yapıldıktan sonra Opalescence Boost %40 PF (Ultradent, South Jordan, UT, ABD), Philips Zoom DayWhite %9.5 (Discus, Dental, LLC, Ontario, CA, ABD), Whiteness Perfect %16 PF (FGM, Joinville, Brazilya), Opalescence PF %10 (Ultradent, South Jordan, UT, ABD) beyazlatma ajanları uygulandı ve ikinci ölçümler gerçekleştirildi. Remineralize edici ajan uygulanacak olan gruplara (Grup2, 4, 6, 8, 10), bir remineralize edici ajan olan Remin Pro uygulandıktan sonra tüm gruplar bir hafta yapay tükürükte bekletildi, sonrasında Nanoindenter ve SEM/EDS ölçümleri tekrarlandı. Ölçümlerde diş yüzeyinin renk, elastik modül, sertlik, pürüzlülük ve kimyasal içeriğine bakıldı. Beyazlatma öncesi ve sonrası diş renkleri Vita Easyshade Compact (Vita Zahnfabrik, BadSäckingen, Almanya) spektrofotometre cihazıyla tespit edildi ve renk ölçümleri için CIE L\*a\*b\* renk sisteminden faydalanıldı. Veriler IBM SPSS V23 ile analiz edildi. Normal dağılıma uygunluk Shapiro-Wilk testi ile incelendi. Beyazlatma ajanları ve remineralize edici ajanın esneklik, sertlik ve pürüzlülük değerleri üzerine etkilerini incelemek için Genelleştirilmiş Lineer Modeller yöntemi kullanıldı ve çoklu karşılaştırmalar Bonferroni testi ile gerçekleştirildi. Gruplara göre normal dağılım  $\Delta E$  değerlerinin karşılaştırılmasında Tek yönlü varyans analizi kullanıldı ve çoklu karşılaştırmalar Tamhane's T2 testiyle gerçekleştirildi. Analiz sonuçları ortalama  $\pm$  standart sapma olarak hesaplandı. Önem düzeyi  $p < 0,050$  olarak alındı.

**Bulgular:** Uygulanan dört farklı beyazlatma ajanı da kontrol grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı şekilde diş beyazlatması sağlamıştır ( $p<0,001$ ). En fazla renk değişimi Opalescence PF %10 beyazlatma ajanını uyguladığımız grupta görülürken en az renk değişikliği Opalescence Boost %40 PF beyazlatma ajanı uygulanan grupta görüldü. Beyazlatma ajanları, diş minesinin nanosertlik ve elastik modül değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı şekilde azalma meydana getirirken; yüzey pürüzlülüğünde istatistiksel olarak anlamlı bir artış gözlemlenmiştir ( $p<0,001$ ). Remin Pro uygulanan grupların nanosertliğinde ve elastik modülünde bir miktar artma tespit edildi. Beyazlatma ajanı uygulanan örneklerin SEM incelemelerinde mine yüzey morfolojisinin bozulduğu izlendi. EDS elementel analiz bulgularında Ca, C ve Na elementlerinin molekül ağırlık yüzdelerinin azaldığı, Remin Pro uygulaması sonrası ise bu elementlerin molekül ağırlık yüzdelerinin arttığı gözlemlendi.

**Sonuç:** Uygulanan dört farklı beyazlatma ajanı da etkili bir beyazlatma sağlamıştır. Beyazlatma ajanları, diş minelerinin nanosertlik ve elastik modüllerinde azalma meydana getirirken, yüzey pürüzlülüğünde artışa neden olmuştur. SEM görüntüleri incelendiğinde, beyazlatma ajanlarının diş minesi morfolojisinde bozulmaya neden olduğu, EDS analiz sonuçlarında ise elementel değişikliklere yol açtığı tespit edildi. Beyazlatma sonrası kullanılan remineralize edici ajanın diş minesi yüzeyinde meydana gelen bu morfolojik bozulma ve elementel değişiklikleri bir miktar düzelttiği gözlemlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Diş Beyazlatma, Nanoindenter, SEM/EDS.

## ABSTRACT

### **IN VITRO EXAMINATION OF THE EFFECTS OF DIFFERENT WHITENING AGENTS AND REMINERALIZING AGENT APPLIED AFTER WHITENING ON THE ENAMEL SURFACE**

**Introduction and Aim:** In our study different whitening agents used routinely both at home and in clinics will be applied in equivalent procedures, and their physical and chemical effects they form on teeth surface were examined. The evaluation of effects and efficiency of remineralizing agent application proposed after whitening treatment is aimed in this study.

**Materials and Methods:** Newly extracted impacted wisdom teeth have been deposited in 0.2% thymol solution at room temperature in order to use them in the study. The teeth were cut in the buccolingual direction. The teeth cut have been divided into 10 groups, each group having 5 samples, and placed on teflon rings for measurement with Nanoindenter and Vita Easyshade device. A sample for each whitening agent has been prepared, the base parallel to the Teflon ring, for EDX and SEM evaluation, and the same procedures have been applied to these teeth. The HYSITRON TI 950 TriboIndenter device has been used for nanoindenter measurement. Thermo Fisher Scientific (FEI) Apreo S Scanning Electron microscope equipped with UltraDry EDX Detector and Quasor II EBSD has been used to examine changes in chemical contents. After the first measurements of the teeth placed in the Teflon block, Opalescence Boost 40% PF (Ultradent, South Jordan, UT, USA), Philips Zoom DayWhite 9.5% (Discus, Dental, LLC, Ontario, CA, USA), Whiteness Perfect 16% PF (FGM), Joinville, Brazil), Opalescence PF 10% (Ultradent, South Jordan, UT, USA) whitening agents have been applied and second measurements performed. After the application of Remin Pro, a remineralizing agent, to the groups (Groups 2, 4, 6, 8, 10), all groups have been kept in artificial saliva for one week, and then Nanoindenter and SEM/EDX measurements have been repeated. Color, young's modulus, hardness, roughness and chemical content of the tooth surface have been examined in the measurements. Teeth colors before and after whitening have been determined through Vita Easyshade Compact (Vita Zahnfabrik, BadSackingen, Germany) spectrophotometer device and CIE L\*a\*b\* color system has been used for color measurements. Data has been analyzed with IBM SPSS V23. Suitability to normal distribution has been examined with the Shapiro-Wilk test. Generalized Linear Models method has been used in order to examine the effects of whitening agents and remineralizing agents on young's modulus, hardness and roughness values, and multiple comparisons have been made with Bonferroni test. One-way variance analysis has been used in comparison of normally distributed  $\Delta E$  values according to the groups, and multiple comparisons have been performed with Tamhane's T2 test. The analysis results have been calculated as mean  $\pm$  standard deviation. Significance level has been taken as  $p < 0.050$ .

**Results:** The applied four different whitening agents provided statistically significant teeth whitening compared to the control group ( $p < 0,001$ ). While the most color change has been seen in the group in which we applied Opalescence PF 10% whitening agent, the least color change has been seen in the group in which Opalescence Boost 40% PF whitening agent was applied. While whitening agents cause a statistically significant decrease in the nanohardness and Young's modulus values of tooth enamel a statistically significant increase in surface roughness has been observed ( $p < 0,001$ ). A slight increase has been detected in the nanohardness and Young's modulus of the Remin Pro applied groups. In the SEM examination of the samples to which whitening agent has been applied, enamel surface morphology has been observed to deteriorate. In the EDS elemental analysis findings, the molecular weight percentages of Ca, C and Na elements have been observed to decrease while the molecular weight percentages of these elements to increase after Remin Pro application.

**Conclusions:** The application of four different whitening agents have provided an effective whitening. The whitening agents have caused a decrease in the nanohardness and elastic modulus of the tooth enamel, and an increase in the surface roughness. In the examination of SEM images we have observed that whitening agents caused deterioration in tooth enamel morphology, and elemental changes in EDX analysis results. It has been observed that the remineralizing agent used after whitening has slightly improved the morphological deterioration and elemental changes on the tooth enamel surface.

**Key words:** Tooth whitening, Nanoindenter, SEM/EDX.

# 1. GİRİŞ

İnsanların estetik beklentilerindeki artış diş hekimlerini daha konservatif ve kolay tedavileri uygulama arayışına sürüklemiştir. Yüz estetiği, diş eti estetiği, makro estetik ve mikro estetik gibi çeşitli faktörler güzel bir gülüşte etkili olmaktadır. Bütün bu faktörler içinde diş rengi önemli bir yere sahiptir.<sup>1</sup>

Günümüzde insanların daha beyaz dişlere sahip olma isteğinin artması sonucunda estetik diş hekimliği uygulamaları popülerlik kazanmıştır.<sup>2</sup> Bireylerin daha beyaz dişlere sahip olma ve estetik görünümü artırma isteği, diş beyazlatma tedavisini popüler bir tedavi seçeneği haline getirmiştir.<sup>3</sup> Diş beyazlatma tedavisi iç ve dış diş renklenmelerinde uygulanabilen konservatif, güvenli, etkili ve minimal invaziv bir yöntem olarak kabul edilmektedir.<sup>4</sup>

Beyazlatma ajanlarında genellikle kullanılan ana etken madde peroksit ajanının iki formu olan, hidrojen peroksit (HP) ve karbamid peroksittir (KP). Bu ajanlar ev veya ofis beyazlatma işlemlerinde kullanılabilir.<sup>5</sup>

Dişteki renk değişimi dentin ve mineye HP nüfuz etmesi sayesinde olmaktadır. HP yüksek moleküler ağırlıklı organik molekülleri daha basit düşük moleküler ağırlıklı daha az renk yansıtan moleküllere yıkar. Fakat etkisi bununla sınırlı olmayıp protein hasarına ve mineral kaybına neden olabilir. Ev tipi beyazlatma tekniğinde kullanılan ajanlarda bulunan KP yoğunluğu azdır ve beyazlatma etkisini artırabilmek için dişlere temas süresi artırılmaktadır. Karbamid Peroksit ile yapılan bu beyazlatma tedavileri dişlerde morfolojik değişikliklere sebebiyet verebilmektedir.<sup>6</sup> Ayrıca %10'luk KP ile beyazlatma tedavisi sonrasında mine yüzeyinin mikro sertliğinde değişiklikler meydana gelebilmektedir.<sup>7</sup>

Beyazlatma tedavisi sonrası dişlerde meydana gelen değişiklikler mikroradyografi, iyot geçirgenliği ve yüzey mikro sertliği ölçümü gibi yöntemlerle tespit edilebilir.<sup>8</sup> Beyazlatma tedavisi sonrası uygulanan çeşitli remineralize edici ajanlar, beyazlatma sonrası diş yüzeyinde oluşan değişiklikleri azaltmaya ve diş yüzey özelliklerini geri kazandırmaya yardımcı olabilir.<sup>9</sup>

Bu nedenle rutin diş hekimliğinde kullanılan farklı beyazlatma ajanlarının ve remineralize edici ajanların dişler üzerindeki etkilerinin araştırılması gerekmektedir. Bu ajanlarla ilgili çalışmalar literatürde sınırlı sayıda olup daha fazla araştırmaya ihtiyaç vardır.

Bu tez çalışmasında klinikte ve evde uygulanan beyazlatma tedavilerinde kullanılan farklı beyazlatma ajanlarının diş yüzeyi üzerinde oluşturdukları fiziksel ve kimyasal etkiler *in vitro* olarak incelendi. Beyazlatma tedavisi sonrası önerilen remineralize edici ajan uygulamasının etkinliği değerlendirilmiştir.



## 2. GENEL BİLGİLER

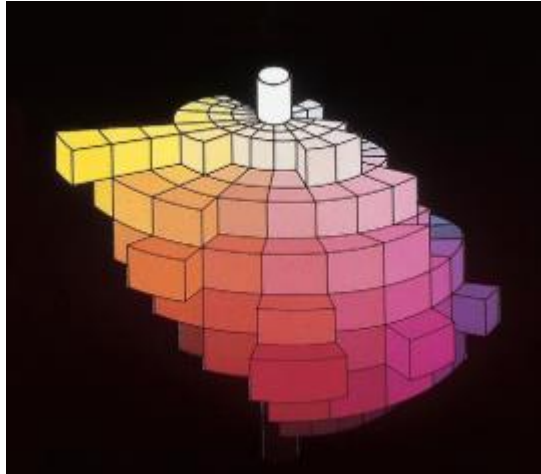
### 2.1 Diş ve Renk

Yirminci yüzyılın başlarından itibaren renkleri çeşitli alanlarda ve amaçlarla kullanabilmek için matematiksel olarak hesaplayan birçok renk sistemi tasarlanmıştır.<sup>10</sup>

Renk ölçümü diş hekimliği uygulamalarında görsel veya çeşitli cihazlar yardımıyla yapılmaktadır. Diş hekimliği kliniğinde en çok kullanılan yöntem görsel uygulamalardır. Görsel uygulama bir renk skalası aracılığıyla yapılmaktadır. Hastanın dişi ile skala karşılaştırılarak renk tespit edilmektedir.<sup>11</sup>

#### 2.1.1. Munsell Renk Sistemi

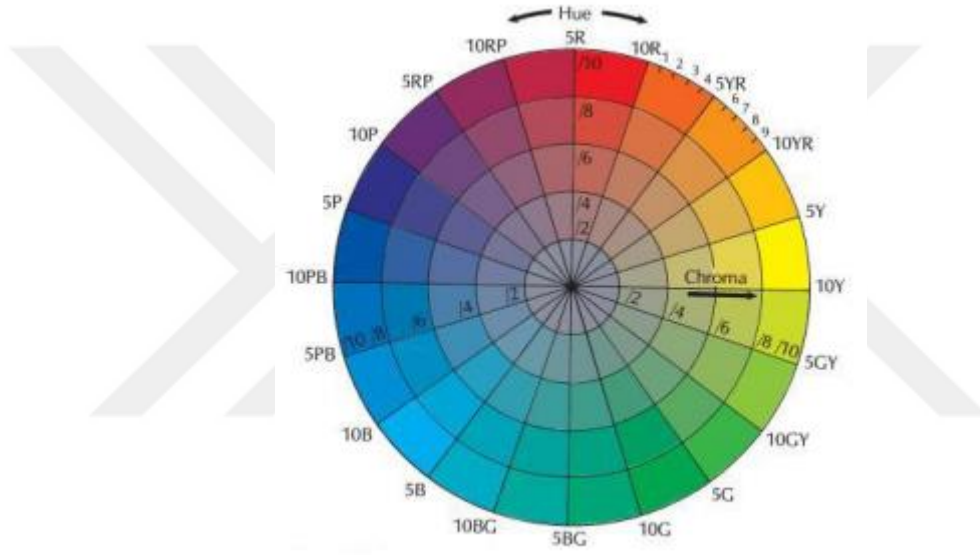
Yirminci yüzyılın ilk on yılında Profesör Albert H. Munsell tarafından renk üç boyutlu bir sistem olarak tasvir edildi. Bu sistemde renk tonu (Hue), yoğunluk (Chroma) ve parlaklık (Value) değerleri tanımlanmaktadır<sup>12</sup>. Munsell sistemi rengi tanımlamak için uygulanan en popüler yöntemdir. Sistem yaygın olarak kullanılmaktadır (Şekil 2.1.).<sup>13-15</sup>



Şekil 2.1. Munsell'in renk küresi.<sup>15</sup>

### 2.1.1.1. Hue

Hue ana renk veya rengin adı anlamına gelir. Belirli bir dalga boyunda ışığın retina üzerindeki etkisiyle algılanan renktir. Munsell hue'yi bir renk grubunu (sarıdan kırmızıya, maviden yeşile) başka renk gruplarından ayırt etmemizi sağlayan etken diye tanımlamıştır. Munsell sisteminde 5 ana, 5 ara toplam 10 adet hue (renk çeşidi) vardır. Bu renkler basit harflerle tanımlanmıştır. Bu tanımlamalar; R:kırmızı, Y:sarı, G:yeşil, B:mavi, P:mor, YR:sarı-kırmızı, YG:yeşil-sarı, BG:mavi-yeşil, PB:mor-mavi, RP:kırmızı-mor'dur (Şekil 2.2.).<sup>16-18</sup>

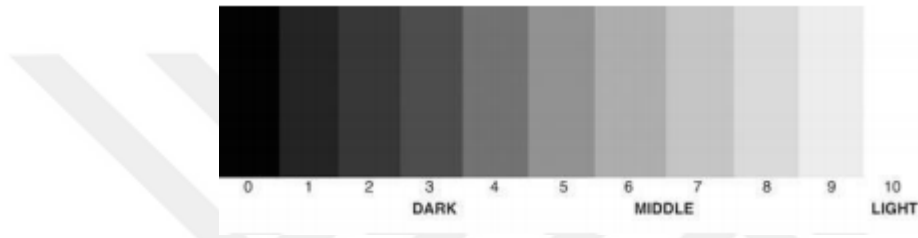


Şekil 2.2. Munsell renk sistemine göre ana renk (Hue) ve yoğunluk (Chroma) (R, kırmızı; YR, sarı-kırmızı; Y, sarı; GY, yeşil-sarı; G, yeşil; BG, mavi-yeşil; B, mavi; PB, mor-mavi; P, mor; RP, kırmızı-mor).<sup>18</sup>

### 2.1.1.2.Value

Rengin aydınlık değeri, açık bir rengi koyu bir renkten ayırt edilmesini sağlayan faktördür veya bir rengin karanlık veya aydınlık düzeyinin akromatik ölçümü şeklinde de tanımlanabilir. Siyah beyaz fotolarda renk olmadığı halde cisimlerin farklı aydınlık değerleri sayesinde görüntüleri grinin açık ve koyu tonları olarak görülebilir. Birbirine hiç benzemeyen renkler tam anlamıyla aynı value değerine sahip olabilirler. Siyah beyaz televizyonlardaki görüntüleri düşünmek value değerini kavramak için bir

örnektir. Siyah yüzeyler en düşük value değerine sahipken, beyaz yüzeyler ise en yüksek value değerine sahip olmaktadır. Beyaz yüzeyler üzerine düşen dalga boylarının tümünü yansıtarak aydınlık görünmekte ve aydınlık değer 100 kabul edilmektedir. Tam tersi olarak siyah yüzeyler ise üzerine düşen dalga boylarını soğurarak karanlık görünmekte ve aydınlık değeri 0 kabul edilmektedir. Value değeri fazla olan bir kron göze çarpan açıklığıyla daha yapay ve tebeşirimsi görüntü verirken, value değeri az olan bir kron daha cansız ve gri bir görünümle karşımıza çıkar. Value değerini azaltmak için gri veya siyah tonlar eklenirken, value değerini yükseltmek için beyaz tonlardan yararlanılır (Şekil 2.3. ).<sup>19-21</sup>



Şekil 2.3. Munsell renk sisteminde value değerleri.<sup>21</sup>

#### 2.1.1.3. Chroma:

Chroma güçlü renklerin zayıf renklerden ayırt edilmesini sağlayan rengin doygunluğuna verilen isimdir.<sup>22</sup> Renk kendisini oluşturan pigmentten fazla miktarda içeriyorsa doygun bir renk oluşmaktadır. Rengin içerdiği hue miktarını belirleyen bir faktördür.<sup>23</sup>

Munsell renk sisteminde renkler uzaysal biçimde silindiriksel koordinatlarla ifade edilir. Renk sistemi içi dolu silindir veya küre şeklinde tanımlanır. Kürenin merkezinde renksiz veya akromatik bir eksen yer almaktadır. Silindirin ortasından dikey eksen şeklinde parlaklık (value) geçmektedir. Bu dikey eksenin tepe noktasında saf beyaz, en alt noktasında ise siyah bulunmaktadır. Bu eksenin etrafında ise renk tonları yer almakta ve bütün renk tonları kendi aralarında kromasına ve renk değerlerine göre sıralanmaktadır. Küre içinde yatay yönde renk yoğunluğu (chroma) merkezden çevreye doğru artmaktadır. Silindirin yukarı kısımlarında açık renkler bulunurken, koyu renkler alt kısımlarında yer almaktadır. Silindir merkezinde gri renklere yer alırken periferde doğru en saf renk tonları bulunmaktadır.<sup>24</sup>

Ton, spektrumdaki saf durumunda bulunan herhangi bir rengin adıdır ve bu, beş ana gruba ayrılmıştır: Kırmızı, Sarı, Yeşil, Mavi ve Mor, bitişik ana tonların ortasında beş ara ton. Yoğunluk, bir rengin canlılığının derecesidir, düşük kroma ise rengin daha az saflığını gösterir. Değer, renk katı boyunca dikey olarak altta siyahtan (siyah=0) üstte beyaza (beyaz=10) kadar değişen bir rengin açıklığı veya koyuluğudur. Nötr griler, siyah ve beyaz arasındaki dikey eksen boyunca uzanır. Bu sistemde renk sayısal olarak ifade edilebilir. Bu sayısal ifade sistemine 'Munsell Notasyonu' denilmektedir ve bu sisteme göre rengin belirtilmesi hue, value/chroma şeklindedir. Munsell renkleri üç boyutlu uzayda sistematik olarak gösteren ilk kişidir. Renk biliminin birçok alanında standart bir renk spesifikasyonu sistemi olarak yaygın olarak kullanılmaktadır.<sup>12</sup>

### 2.1.2. CIELab Renk Sistemi:

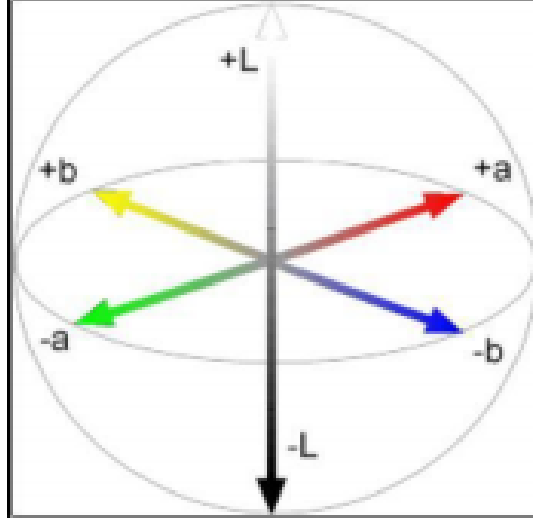
Munsell renk sisteminin geliştirilmesiyle Commission Internationale de'Eclairage (CIE) Lab renk sistemi oluşturuldu. Munsell renk sistemindeki value, hue, chroma değerleri bu sistemde L\*, a\*, b\* şekline üç farklı eksenle gösterildi.

L; rengin beyaz(+)-siyah(-) arası açıklık, koyuluk koordinatlarını ifade eder. Dikey eksenle gösterilir.

a; yatay eksenle kırmızı(+)-yeşil(-) arasındaki chroma koordinatlarını

b; yatay eksenle sarı(+)-mavi(-) arasındaki chroma koordinatlarını bildirir (Şekil 2.4.) .

Rengin değeri bu üç eksenin kesişim noktasıdır. Renk değişikliklerini insan gözü yetirince algılayamaz. Bu nedenle CIE L\*a\*b\* sisteminde renkteki toplam değişiklik ( $\Delta E$ )=  $[(L1-L2^*)^2 + (a1-a2^*)^2 + (b1-b2^*)^2]^{1/2}$  formülüyle hesaplanır. Bazı araştırmacılara göre diş hekimliğinde renk değişiminin  $\Delta E < 1$  olduğu zaman zor fark edildiği,  $\Delta E > 1$  olduğunda fark edilir olduğu ifade edilmektedir.<sup>25-27</sup>



Şekil 2.4. CIE L\*a\*b\* üç boyutlu renk sistemi.<sup>27</sup>

## 2.2. Diş Renk Ölçüm Yöntemleri

Diş rengi ölçümünde kullanılmak üzere geliştirilmiş kolorimetreler, spektrofotometreler, dijital renk ölçücüler ve kombine cihazlar gibi çeşitli cihazlar diş renginin ölçülmesinde klinisyene yardımcı olmaktadır.<sup>28</sup>

### 2.2.1. Geleneksel Renk Ölçüm Yöntemleri

Geleneksel yöntemle yapılan diş renk ölçümlerinde, skalalar referans alınır ve skaladaki renk ile diş rengi karşılaştırıp diş renginin tespit edilmesi şeklinde yapılır. Bu yöntem diş hekimliğinde renk ölçülmesi için en sık kullanılan yöntemdir.<sup>11</sup>

Bu yöntemde gözün önceki tecrübeleri, aydınlatmanın nasıl olduğu, yaş, yorgunluk, metamerizim gibi çeşitli durumlardan etkilenilebilir. Bu değişkenler tutarlı renk değerlendirmesini zorlaştırır. Renk skalasında bulunan renkler yetersiz olabilir, günün farklı saatlerinde seçilen renklerler arasında tutarsızlıklar olabilir ve tespit edilen renkler CIE renk sisteminde gösterilememektedir.<sup>29, 30</sup>

### 2.2.2. Kolorimetreler

Kolorimetrelerin diş hekimliğinde kullanılabilmesi için özel bir başlıkla diş yüzeyine adapte edilmeleri gerekir. Renk ölçümü yapılırken cihazın görme açısı

belirlenip, ışık kaynağını sabitlemek gerekir. Bu cihaz 3 sensör yardımıyla ölçüm sonuçlarını tristimulus değerleri cinsinden belirlemektedir. Boyutları spektrometrelerle ve spektrofotometrelerle oranla daha küçük, daha az maliyetli ve uygulanması daha kolaydır.<sup>31</sup>

### **2.2.3. Spektrofotometre**

Kolorimetrelerin üç dalga boyundaki yansıyan ışığı ölçebiliyor olmalarına karşın spektrofotometreler görülebilir spektrumunun tamamı içinde yansıyan ışığı ölçebilmektedir.<sup>32, 33</sup>

Spektrofotometrelerin çalışma prensibi objeden iletilen veya yansıtılan görünür enerjinin miktarını, her seferinde yalnız bir dalga boyu olacak şekilde chroma, hue ve value için ayrı ayrı ölçüp kayıt etmeye dayanır.<sup>34</sup>

Renk ölçümü için diş hekimliğinde en sık kullanılan cihazdır. Işık kaynağı, monokromatör ve dedektöre sahiptir. Ölçüm yapılan örnekten yansıyan ışığın beyaz bir yüzeyden yansıyan ışık oranına göre ölçüm yapmaktadır. 380-720 nm dalga boyu aralığında yansıyan tüm dalga boyundaki ışık enerjilerini toplayarak sonuç verir.<sup>21</sup>

### **2.2.4. Dijital kameralar**

Gün geçtikçe diş renginin ölçülmesinde dijital kamera kullanımı daha popüler hale gelmektedir. Sistemin en büyük avantajı renk tespiti tek nokta üzerinden değil de tüm cismin renk ölçümünün yapılabilmesidir. Renk tespiti için standart şartlar altında dijital kameralar kullanılarak alınan görüntüler bilgisayara aktarılarak, bilgisayar tarafından sıklıkla “CIELAB” renk sistemi cinsinden verilmektedir.<sup>31</sup>

## **2.3 Diş Beyazlatma**

1800’lü yılların sonlarında HP, eter ve elektriğin etkin bir şekilde uygulanmasıyla diş beyazlatılması yapılabileceği ilk defa yazılı olarak Chapple tarafından bildirilmiştir.<sup>35</sup>

Bir yüzey veya çözeltideki renklerin giderilmesi sürecine beyazlatma denilmektedir. Çözelti veya yüzeyde renk oluşumuna sebep olan maddelere genel olarak kromofor denilmektedir. Tekli veya çiftli geniş karışık zincir bağları içeren bu kromoforlar genellikle heteroatomlar, fenil ve karbonil halkaları bulunduran beşli organik bileşiklerdir. Beyazlatma işlemi, kromoforların konjuge zincirlerinden bir veya daha çok sayıda çiftli bağı yok edilip, zinciri ayrılıp veya zincirdeki kimyasal parçaları okside edilerek, kromoforların beyazlatılıp rengin giderilmesi şeklinde olur. Bu oksidasyon reaksiyonunu organik ve inorganik bileşikler oksitleme kabiliyeti yüksek olan HP gerçekleştirebilir. Tüm bu etkileşimlerin mekanizmaları substrata, katalize ve çevre koşullarına bağlı olarak farklılık gösterebilmektedir.<sup>36</sup>

Haywood adlı araştırmacı 1960'lı yılların sonunu doğru gingivitis tedavisinde ortodontik apareylerin içine %10'luk KP içeren antiseptik bir ajan koymuş ve dişleri beyazlattığı fark edilmiş bu sayede gece koruyuculu beyazlatma dönemini başlatmıştı. Günümüzde HP çeşitli kombinasyonlarda profesyonel beyazlatma ajanlarının içinde kullanılmaktadır. Vital dişler için ofis içi uygulama tekniğinde ve devital dişler için 'Walking Bleach' tekniği olarak bilinen intrakoronal diş beyazlatması tekniğinde, %30 ila %35 konsantrasyonlarında HP kullanılmaktadır. Ev tipi beyazlatmalarda çoğunluklar %10 KP kullanılmaktadır. %10 olarak kullanılan KP, %3 HP ve %7 üre olarak ayrışır. HP aktif madde olarak kabul edilmektedir.<sup>37</sup>

Beyazlatmayı sağlayan kimyasal reaksiyonu açıklayan teoriye göre HP, su ( $H_2O$ ) ve oksijen'e ( $O_2$ ) yıkılır ve bir süre sonra perhydroxyl serbest radikalleri meydana gelir. Serbest radikaller oksidatif gücü sayesinde büyük makromoleküler lekeleri, küçük lekeli moleküllere parçalayabilir. Bu reaksiyon sonucu oluşan basit moleküller daha çok ışık yansıtır, bu da dişin daha beyaz görünmesini sağlar.<sup>38</sup>

### 2.3.1. Diş Beyazlatma Yöntemleri

Diş beyazlatma işlemi uygulanacak olan dişin devital ve vital olma durumuna göre iki ana gruba ayrılır. Beyazlatma işlemi uygulanacak olan diş vital ise ofis tipi beyazlatma işlemi ve diş doktoru tavsiyesiyle ev ortamında uygulanabilen teknikler kullanılır. Bu teknikler ayrı ayrı uygulanabildiği gibi kombine olarak da uygulanabilir.<sup>4</sup>

Evde beyazlatma sistemleri, dişler için sık önerilen tedavi olmasına rağmen bazı hastalar tekniğe uyum sağlamaz, çünkü bir beyazlatma plağı kullanmayı tercih etmezler veya sonuçları görmek için iki ila üç hafta beklemek istemezler bu tür durumlarda ofis içi beyazlatma tedavisi gibi daha hızlı sonuçlar veren yöntemler tercih edilir.<sup>39</sup>

### **2.3.1.1 Vital Dişlerin Beyazlatılması**

- Ofis Tipi Beyazlatma
- Ev Tipi Beyazlatma
- Kombine Tedavi

#### **2.3.1.1.1 Ofis Tipi Beyazlatma**

Ofiste uygulanan sistemdir. Bu tedavide uygulanan ajanlar %15, %30 veya %35 HP içerirler. Beyazlatma ajanları, ısıyla veya ısı uygulamadan kullanılabilir. Hızlı sonuç vermesi ve hasta uyumu gerektirmemesi avantajlarıdır. Maliyetli olması, uygulama süresinin uzaması ve en iyi sonucu almak için tekrarlayan seanslar gerektirmesi ise dezavantajlarıdır.<sup>40</sup>

Office bleaching tekniğinde beyazlatma etkisini arttırmak ve daha hızlı sonuç elde etmek için ışık ve ısı uygulanabilir. Uygulanan ısı ve ışık peroksidin difüzyonunu artırarak beyazlatma etkisini kuvvetlendirebilir.<sup>41, 42</sup> Bu nedenle lazerler, quartz halojen lambalar, plazma ark lambalar ve infrared lambalar beyazlatma işleminde kullanılabilir.<sup>43</sup>

Diş etleri ve yumuşak dokular uygulanan jel bariyer sayesinde korunur, dudakların beyazlatma maddesiyle teması bir ekartör vasıtasıyla engellenir sonrasında beyazlatma maddesi uygulanır. Uygulanan beyazlatma maddesi yüksek oranda HP içerir ve diş hekimi tarafından dişlere uygulanır.<sup>36</sup>

#### **2.3.1.1.2 Ev Tipi Beyazlatma**

Ev tipi beyazlatma tekniği kullanım kolaylığı, güvenli olması, düşük maliyet yüksek başarı oranları sebebiyle en çok kullanılan beyazlatma yöntemlerinden biridir.<sup>44</sup>

Hastaya özel, rezervuarlı plakların içine düşük konsantrasyonlardaki beyazlatma ajanı koyularak diş ile temas etmesi sağlanır. Plaklar diş hekiminin tavsiyesine göre her gece 3 ila 8 saat tedavi bitimine kadar kullanılır.<sup>45</sup>

Bu teknikte çoğunlukla %10-15 KP kullanımı önerilmektedir. Beyazlatma etkisi için beyaz pat veya şeffaf jel kullanılmaktadır. Viskoziteyi arttırmak ve oksidasyonu uzatmak için karbopol içeren beyazlatma materyalleri tercih edilmektedir. Karbamid Peroksit içeren beyazlatma ajanlarının diş hekimî önerileri ve kontrolü altında kullanılması, beyazlatma işleminin etkili ve güvenli şekilde uygulanmasını sağlamaktadır.<sup>46</sup>

Ev tipi beyazlatma yönteminde düşük konsantrasyonlu olan %5'lik beyazlatma ajanından yüksek konsantrasyonlu %36'lık beyazlatma ajanlarına kadar geniş bir ürün skalası piyasada bulunmaktadır. Yüksek konsantrasyonlu olan beyazlatma maddeleri beyazlatma işlemini hızlandırır fakat işlemi hasta için konforsuz hale getirebilir.<sup>23</sup>

#### **2.3.1.1.3 Kombine Tedavi**

Ofis ve home bleaching tedavilerinin bir arada kullanılmasıyla yapılan tedavidir. Ofis bleachingde kullanılan yüksek konsantrasyonlu ajan sonrası beş gün süreyle evde beyazlatma işleminin yapılması ve sıklıkla tekrar ofis beyazlatma işlemiyle tedavinin tamamlanması şeklinde yapılan tedavi işlemidir.<sup>47</sup>

#### **2.3.1.2 Devital Dişlerin Beyazlatılması**

Kök kanal içi çeşitli ajanlar, dental travma, intrakoronal kanamalar gibi çeşitli nedenlerle devital dişlerde renklenmeler olabilir. Simetrik olmayan veya birkaç diş içeren renk değişiklikleri estetik problemler oluşturur. Kliniklerde renkleşmiş devital dişlerin tedavisi için genellikle HP veya sodyum perborat gibi ajanlar, intrakoronal

kavite içerisinde üç ila beş gün boyunca bırakılır. Tedavi istenilen beyazlık elde edilene kadar bir ila üç seans tekrarlanır. İstenilen beyazlığa ulaşınca kalsiyum hidroksit kavite içine yerleştirilerek iki hafta süreyle asit ortamın pH nötralizasyonu sağlanır. Daha sonra dişe daimi restorasyon yapılır.<sup>48</sup>

#### **2.3.1.2.1 İntrakronal Diş Beyazlatılması**

##### **2.3.1.2.1.1 Walking Bleaching Tekniği**

Walking bleaching yönteminde sodyum perborat ile su karıştırılıp bir macun kıvamı elde edilir. Bu macun kıvamında hazırlanan karışım daha sonra giriş kavitesine yerleştirilir. Bu yöntem Spasser tarafından 1961 yılında tanımlanmıştır.<sup>49</sup>

Sodyum perboratın su ile karıştırılıp endodontik giriş kavitesine yerleştirilmesiyle uygulanan bu teknik daha sonra sodyum perborat ve hidrojen peroksidin karıştırılması ile modifiye edilmiştir.<sup>50</sup>

Bu teknikte beyazlatma yapılacak dişin pulpa odasında bulunan materyaller mine sement sınırının altına kadar indirilir ve en az iki mm olmak üzere cam iyonomer, polikarboksilat, çinkofosfat, IRM (Intermediate Restorative Material/Ara Restoratif Malzeme, Dentsply Caulk) benzeri bir materyalle bariyer oluşturulur.<sup>51</sup>

##### **2.3.1.2.1.2 Termokatalitik Teknik**

Bu teknikte hidrojen peroksidin beyazlatma etkisinin ısı ile arttırılabileceği bildirilmiştir. Pulpa odası içerisine yerleştirilen %30-%35'lik HP daha sonra elektrikli ısıtıcılar veya ısıveren lambalar ile ısıtılarak bu teknik uygulanır.<sup>52</sup>

##### **2.3.1.2.1.3 İç-Dış Kombine Beyazlatma Tekniği**

Home bleaching ve intrakoronal bleaching tekniğinin birlikte kullanılmasıyla oluşur. Bu yöntemde beyazlatma maddesi dişin hem içinden hem dışından uygulanır bu

sayede intrakoronal bleaching için çoğunlukla %10 KP kullanılır ve bu oranın düşük olması eksternal rezorpsiyon riskini azalttığı bildirilmektedir.<sup>53</sup>

### **2.3.2. Diş Beyazlatmada Kullanılan Ajanlar**

Diş beyazlatma tedavisinde kullanılan ajanların aktif maddesi HP'dir. HP diş yüzeyine doğrudan uygulanabileceği gibi sodyum perborat veya KP'ten çeşitli reaksiyonlar sonrası da çıkabilir.<sup>54</sup>

Vital diş beyazlatma tedavilerinde genellikle farklı konsantrasyonlarda HP ve KP içeren beyazlatma ajanları kullanılmaktadır. Ofiste yapılan beyazlatma tedavilerinde yüksek konsantrasyonlarda KP (%30, %35) içeren beyazlatma ajanları kullanılırken, ev tipi beyazlatma uygulamalarında %20 KP veya %10 HP kullanılır.<sup>37, 55</sup>

#### **2.3.2.1. Hidrojen Peroksit**

Renksiz ve acı bir tadı olan HP suda yüksek oranlarda çözünerek asidik bir ortam oluşturur. Değişik konsantrasyonlarda beyazlatma ajanlarının içinde bulunabilmektedir.<sup>56</sup>

HP yüksek konsantrasyonlarda kostiktir, temas ettikleri yumuşak dokuları yakar ve serbest radikal açığa çıkmasını sağlar. Termodinamik olarak stabil değildir bu yüzden konsantrasyon oranı yüksek HP solüsyonları dikkatli kullanılmalıdır. Molekül ağırlığı düşüktür bu sayede dentine penetre olabilir ve dentin kanalları içinde organik ve inorganik moleküllerin çift bağlarını kırıp oksijen açığa çıkmasını sağlayabilir.<sup>54, 57</sup>

#### **2.3.2.2. Karbamid Peroksit**

HP ve üreye dönüşür. Daha sonra karbondioksit ve amonyak oluşumuna neden olur. Oluşan HP iyonize olup su ve oksijen oluşmasını sağlar bu reaksiyon sonucu meydana gelen oksidasyon reaksonu dişlerde renklenmiş kısımların beyazlamasını sağlar. %10 KP içeren bir solüsyon %3 HP ve %7 üre oluşumuna neden olur.<sup>58</sup>

Karbamid Peroksit içeren beyazlatma ajanları içeriğinde genellikle gliserin baz veya karbapol bulunur. Beyazlatma ajanı içeriğinde bulunan karbapol HP salınmasını

yavaşlatarak ajanın etki süresinin uzamasına neden olur. Bu yüzden KP içeren beyazlatma ajanlarının etkili olabilmesi için HP içeren ajanlara göre daha fazla süreye ihtiyaç vardır.<sup>59</sup>

### **2.3.2.3. Sodyum Perborat**

Sodyum perborat sık kullanılan beyazlatma ajanlarından biridir. Kuru halde stabil olan sodyum perborata asit, ısı veya nem uygulanırsa serbest oksijen ve HP açığa çıkarır.<sup>60</sup> Çeşitli beyazlatma ürünleri içinde toz halinde bulunmaktadır. Sodyum perborat %90 perborat, %10 oksijene yıkılır ve alkali bir yapıya sahiptir. Oksijenli su solüsyonlarına göre kontrol edilmesi daha kolaydır ve daha güvenlidir.<sup>61</sup>

### **2.3.3. Diş Beyazlatmayı Etkileyen Faktörler**

#### **2.3.3.1. Beyazlatma çeşidi:**

Son zamanlara yapılan diş beyazlatma çalışmalarında çoğunlukla HP veya KP kullanılmıştır. Karbamid Peroksit üre ve HP'e parçalanarak aktif hale gelir. %10'luk bir KP ajanı maksimum %3,6'lık HP oluşturabilir.<sup>62, 63</sup>

Nathoo ve arkadaşlarının yaptıkları bir klinik çalışmada, %8,7'lik HP ve %25'lik KP içeren beyazlatma ajanları günde bir kere iki hafta süreyle uygulanmış, dişlerde oluşan renk farkı istatistiksel açıdan anlamlı bulunmuş, ancak beyazlatma ajanları arasında anlamlı bir fark olmadığı belirtilmiştir.<sup>63</sup>

#### **2.3.3.2. Isı**

Beyazlatma yapılırken her 10°C'lik sıcaklık artışı beyazlatmanın hızını iki katına çıkartmaktadır. Fakat bu derecede olan ısı artışı diş ve çevre dokularında geri dönüşü olmayan hasarlara sebep olabileceği için beyazlatma işlemi güvenli bir ısı aralığında gerçekleştirilmelidir.<sup>64</sup>

### 2.3.3.3. Konsantrasyon ve Zaman:

Peroksit içeren beyazlatma ajanlarının etkinliği iki önemli etken tarafından belirlenir; uygulanma süreleri ve peroksitin konsantrasyonu.<sup>65</sup>

Sulieman ve arkadaşlarının yaptıkları bir çalışmada %5 ila %35 oranları arasında HP içeren beyazlatma ajanlarını *in vitro* bir araştırmayla karşılaştırmış. Dişlerin eşdeğer oranda renk değişimlerini sağlamak için beyazlatma ajanının konsantrasyonu yükseldikçe uygulama sayısının azaltılması gerektiğini bildirmişlerdir.<sup>65</sup> Eşdeğer beyazlatma sağlamak için kullanılan beyazlatma ajanı yoğunluk ve seans sayısı prosedürü Çizelge 2.1.'de verilmiştir.

Çizelge 2.1. H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> konsantrasyonlarına göre eşdeğer beyazlatma sağlamak için uygulanması gereken seans sayısı.<sup>65</sup>

| H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> Konsantrasyonu | Uygulama Sayısı |
|----------------------------------------------|-----------------|
| 35                                           | 1               |
| 25                                           | 2               |
| 15                                           | 4               |
| 10                                           | 7               |
| 5                                            | 12              |

### 2.3.4. Diş Beyazlatma Tekniklerinin Yan Etkileri

Diş beyazlatma yöntemleri, renge sebep olan komponentleri okside ederek parçalayıp rengin giderilmesi esasına dayanmaktadır. Diş beyazlatma işleminin etkisini arttırmak ve hızlandırmak için değişik ışık kaynaklarında yararlanılabilmektedir. Beyazlatma işlemi daha etkin hale geldikçe diş dokularındaki özellikle organik yapılar da zarar görebilmektedir. Diş hekimi tarafından ısı ve ışık kaynağı kullanılmadan uygulanan ev tipi beyazlatma tekniklerinde bile bazı yan etkiler görülebilmektedir.<sup>66</sup>

#### **2.3.4.1. Duyarlılık**

Aşırı duyarlılık diş ağartma işlemlerinden sonra sıklıkla rastlanan bir yan etkidir. Çoğunlukla tedavinin başlarında görülür, orta düzeyde ağrıyla kendini gösterir ve tedavi bitiminde ortadan kalkar.<sup>67</sup> Daha önce diş hassasiyeti bulunan hastalar, diş ağartma işlemi sonucu oluşan diş hassasiyeti için daha çok risk oluşturmaktadır. Bu yüzden daha önce diş hassasiyeti öyküsü olan hastalarda bu risk göz önünde bulundurulmalıdır.<sup>68</sup>

Diş beyazlatma işlemi sırasında kullanılan beyazlatma materyallerinin içinde bulunan bazı maddeler diş yapısında su kaybına neden olduğu, bu durumun dişlerde hassasiyet oluşturduğu yönünde görüşler bulunmaktadır. Ağartma materyallerinden oluşan son ürünlerin de dentin tübüllerine geçerek oradan pulpaya ulaştığı, bu durumun dişte hassasiyet oluşturduğu düşünülmektedir.<sup>69</sup>

#### **2.3.4.2. Mine ve Dentin Dokusu Üzerine Etkileri**

Diş beyazlatma işleminde kullanılan ajanlar diş sert dokularının kimyasal yapılarında değişikliklere neden olur. Dişin mine ve dentin tabakalarında sülfür, potasyum, kalsiyum ve fosfor seviyelerinde çeşitli değişikliklere sebep olmaktadır. Bu değişiklikler neticesinde dişin organik-inorganik yapısındaki denge bozularak demineralizasyonun artmasına neden olur.<sup>69</sup>

Beyazlatma işleminin mine yüzey sertliğini etkilemediğini belirten görüşler de bulunmaktadır. Bununla birlikte bazı çalışmalar ise %10 oranında KP içeren beyazlatma ajanıyla yapılan ağartma işleminin mine yüzey sertliğini önemli oranda azalttığını bildirmektedir.<sup>70</sup>

#### **2.3.4.3. Servikal Eksternal Kök Rezorbsiyonları**

Servikal eksternal kök rezorbsiyonları devital dişlerin beyazlatılması işleminde görülmektedir. Beyazlatma işleminde kullanılan ajanın mikroperforasyonlar vasıtasıyla periodontal aralığa geçmesi, bu alanda inflamasyon oluşumunu başlatır. Oluşan inflamasyon kökte rezorbsiyon oluşumuna sebep olur.<sup>71</sup>

Servikal tıkanmanın tam olmaması, eskiden daha çok tercih edilen günümüzde pek kullanılmayan ısı ile aktivasyon, servikal bölgede bulunan bir kole defekti nedeniyle dentinin ince kalması ve konsantrasyonu yüksek HP içeren bir beyazlatma ajanı kullanmak servikal eksternal kök rezorbsiyonu oluşma ihtimalini arttırmaktadır. Fakat günümüzde, düşük konsantrasyonda karbamid peroksit içeren beyazlatma ajanlarıyla uygulanan walking bleach tekniğinde bu yan etki görülme sıklığı oldukça düşüktür.<sup>71</sup>

#### **2.3.4.4. Yumuşak Dokular Üzerine Etkileri**

Diş beyazlatma tedavisi esnasında uygulanan beyazlatma ajanlarının, yumuşak dokulara temasıyla oluşan yan etkidir. Beyazlatma ajanı yumuşak dokuya temas ettiğinde dişeti mukozasında irritasyonlar ve minör ülserasyon görülmektedir. Bu şikayetler hafif ve geçici olmaktadır. Ülserasyon oluşumu için beyazlatma ajanının yumuşak dokuyla uzun süre teması gerekmektedir. Kısa süreli temaslarda genellikle yumuşak doku beyazlaşır ve bu beyazlık bir iki saat içinde kaybolur. Yumuşak dokuya beyazlatma ajanlarının teması durumunda daha hızlı bir iyileşme sağlamak için hastaya E vitamini önerilebilir.<sup>72</sup>

#### **2.3.4.5. Pulpa Üzerine Etkileri**

Dişte hassasiyet oluşumu HP'in mine ve dentin dokularından pulpaya geçişiyle açıklanabilir. Ayrıca HP'in pulpaya geçişi pulpal sinirleri etkileyen enflamasyona sebep olabilir.<sup>37</sup>

Pulpa odasına geçen peroksit miktarı, beyazlatma ajanında kullanılan HP konsantrasyonu ile ilişkilidir. Fakat aynı oranda KP içeren farklı markalardaki beyazlatma ajanlarının da pulpaya geçişinde farklılık olduğu belirtilmiştir.<sup>2, 73</sup>

Farklı çalışmalarda hidrojen peroksitin mine ve dentinden difüzyon özelliğine bakılmış, hidrojen peroksitin yoğunluğu ve uygulama süresi arttıkça dokulara difüzyonunun da arttığı belirtilmiştir. Hidrojen peroksitin sebep olduğu serbest radikaller pulpa hücrelerini etkileyerek oksidatif stres oluşumuna neden olur. Buna karşı

pulpa hücrelerinden katalaz, peroksidaz gibi endojenaz antioksidanlar salınır. Bu durum doku hasarının ilerlemesini önlemiş olur.<sup>74</sup>

## **2.4. Remineralizasyon**

Ortam pH'ı alkali seviyeye döndüğünde gerçekleşen remineralizasyon olayı, diş sert dokusundan demineralize durumdayken çözünen fosfat, kalsiyum ve diğer iyonlarının tekrar çökmesiyle meydana gelmektedir. OH iyonları alkali ortamda artarak tükürüğün doymuş olmasını sağlar. Bu olay diş yapısına iyon geçişine yardımcı olmaktadır.<sup>75</sup> Dişlere uygulanan florür, demineralize olmuş mine yüzeylerinde tekrar remineralizasyon oluşmasında ve diş yüzeyinin mikrosertliğinin artırılmasında etkilidir.<sup>76</sup>

Diş beyazlatma işlemi sonrasında oluşan problemlerin başında hassasiyet gelmektedir. Hassasiyet problemini çözmek için beyazlatma işleminden sonra diş yüzeyine flor vernikleri uygulanabilir. Topikal florürler diş beyazlatma işlemi sonrası uygulanarak dentin tübülleri tıkanıp dentin sıvı akışını azaltmak ve bu sayede diş hassasiyetinin önüne geçilmesi hedeflenir.<sup>77, 78</sup>

## **2.5. Mine Yüzeyi İnceleme Yöntemleri**

Dişlere uygulanan işlemlerden sonra mine yüzeyinde meydana gelen değişikliklerin incelenmesi, teknolojinin ilerlemesiyle birlikte tespit edilmesi daha kolay hale gelmiştir.<sup>79</sup>

Bu yöntemlerden kalitatif olanlar daha subjektif olup klinik çalışmalara dayanmaktadır. Sonuçları genellikle numerik ve belirtileri tanımlamaya yöneliktir. Konfokal lazer taramalı mikroskop, transmisyon ışık mikroskobu, transmisyon elektron mikroskobu, atomik kuvvetler mikroskobu (AFM) gibi yöntemler yüzey yapısını incelemede kullanılan kalitatif metotlardır. Bu metotlar nerede kullanıldığına göre direkt veya indirekt olarak tanımlanabilir. Fosfat ve kalsiyum salınımı gibi bazı yöntemler indirekt olup; kompozisyonda, morfolojide veya fiziksel özelliklerin değişiminin incelenmesinde direkt yöntem olarak kullanılır. Diş yüzeyinde oluşan değişikliklerde mineral salınımında kimyasal analiz yöntemi ve mine yüzey sertliği

ölçümü tercih edilmektedir. İlerlemiş değişikliklerin incelenmesi için ise profilometri ve mikroradyografi yöntemleri daha sık tercih edilir. Morfolojik olarak meydana gelen değişimlerin incelenmesi için SEM çalışmaları önem kazanır. Dentin ve mineyi içeren değişimleri kalitatif olarak tanımlamakta kullanılan en yaygın metot taramalı elektron mikroskobu (SEM)'dir. Dentinde mikroradyografi; minede ise yüzey sertliği etkin olmaktadır.<sup>80</sup>

### **2.5.1. Taramalı Elektron Mikroskobu-Enerji Dağılımlı X Işını Spektroskopisi (SEM-EDS)**

Bu yöntemde yüksek voltaj uygulanarak hızlandırılan elektronlar numune üzerine odaklanır, odaklanan elektron demetinin numune yüzeyinde taratılması, bu taratma esnasında numune atomları ve elektronlar arasında oluşan girişimlerin etkileri uygun alıcılar vasıtasıyla toplanması bu bilgilerin sinyal güçlendiricilerden geçerek bir katot ışını tüpünün ekranına aktarılmasıyla görüntü elde edilir. Bu yöntem sayesinde dış yapıları nanometre düzeyinde görselleştirilerek, karmaşık olan dış yüzey topografisinin anlaşılması sağlanır. Bu sayede çeşitli araç ve yöntemlerin dış yüzey morfolojisi ve topografisi üzerindeki etkileri incelenebilir. Fakat SEM nicel bir ölçeğe sahip değildir, yalnızca subjektif bilgiler verir ve karşılaştırmalı değerlendirmelerde kullanılamaz.<sup>81, 82</sup>

SEM analizi yapılırken incelenen örneğin yüzeyine devamlı olarak ışın demeti temas ederek görüntü alınmaktadır. Örneğin yüzeyine gönderilen elektronlar birincil elektron olarak adlandırılır ve örnek yüzeyi ile etkileşim oluştururlar. Birincil elektronlar örnek yüzeyi ile çarpışıp enerjisinin bir kısmını kaybederek ikincil elektronlara dönüşürler. Oluşan ikincil elektronlar, elektronların çarpması sonucu ani ve kısa ışık parlamaları oluşturan kristale gönderilir. Kristalde oluşan ani parlamalar elektrik sinyaline çevrilerek örnek yüzeyinin görüntüleri elde edilir.<sup>83</sup>

EDS analizi, SEM analizi ile beraber yapılarak incelenen örneklerin kimyasal içeriklerini tespit etmek için kullanılan mikro analitik bir yöntemdir. Her elementin kendine özgü bir özelliği bulunmaktadır. EDS analizinde X ışınlarıyla birlikte bu karakteristik özelliklerden faydalanılarak elementin tespit edilmesi sağlanmaktadır.<sup>84</sup>

Gönderilen elektronlar ile çalışma yapılan örneğin atomlarının çarpışması sonucu X ışını fotonları şeklinde enerji yayılımı olur. Bu yayılım X ışını karakteristiğini oluşturur. Yayılan X ışınlarının enerjisi EDS cihazı tarafından tespit edilerek elementlerin karakteristiği tespit edilir. Tespit edilen elementlerin atomik ve ağırlık olarak yüzdeleri analiz edilebilir.<sup>85</sup>

### **2.5.2. Nanoindenter**

Nanoindentasyon yöntemiyle sertlik ölçümünde yüksek çözünürlüklü nano mekanik bir test cihazı yardımıyla hem sertlik hem de kazıma deneylerinde çalışmalar yapılmaktadır.<sup>86</sup>

Cihazda bulunan elmas piramit ucu çalışılan materyale batırılmakta ve uygulanan kuvvet azaltılarak geri çekilmektedir. Atomik kuvvet mikroskobuna benzer şekilde anlık görüntüler alınabilmektedir. Bilgisayar destekli olan cihaz kontrollü kuvvet altında çalışmakta ve yer değiştirmeyi de ölçmektedir. Uygulanan kuvvet (F) ve malzeme penetrasyon (iz) derinliği (h) verileri değerlendirilip bu verileri kullanarak kuvvet-derinlik eğrisi oluşturulmaktadır. Yüzey topografisi belirlenerek incelenen materyalin yüzey pürüzlülüğü de değerlendirilebilmektedir<sup>87</sup>

### **2.5.3. Elastisite Modülü**

Materyalin sertlik ve katılığının ölçümü elastisite modülü olarak ifade edilmektedir. Materyal üzerine uygulanan kuvvet sonucunda elastik özelliğini kaybedip, plastik deformasyon oluşmaya başlanan nokta oransal sınır olarak tanımlanmıştır. Bu iki kavram ( $N/mm^2$ ,  $kg/cm^2$ , Gpa, Mpa) cinsinden belirtilmektedir.<sup>88</sup>

### **2.5.4. Pürüzlülük**

Yüzey pürüzlülüğü, genişliği, yüksekliği ve yönü baskın yüzey desenini meydana getiren, ince aralıklı yüzey kusurları olarak tanımlanır. Ortalama yüzey pürüzlülüğü (Ra) değerlendirme uzunluğu boyunca merkezi çizgiden ölçülen yükseklik değişimlerinin mutlak değerlerinin aritmetik ortalamasıdır. Ra parametresi bir yüzeyin genel pürüzlülüğünü tanımlar.<sup>89</sup>

### 3. GEREÇ VE YÖNTEM

Bu tez çalışmasında kliniklerde ve ev beyazlatma tedavilerinde rutin olarak kullanılan farklı beyazlatma ajanları, eşdeğer etki gösterdikleri prosedürlerde uygulanarak diş yüzeyi üzerinde oluşturdıkları fiziksel ve kimyasal etkiler incelenmiştir. Beyazlatma tedavisi sonrası önerilen remineralize edici ajan uygulamanın etkinliği ve etkilerinin değerlendirilmiştir. İncelenen örneklerin nanosertlik, pürüzlülük ve elastik modülleri Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi Teknoloji ve Ar-Ge Uygulama ve Araştırma Merkezi'nde, yüzey görüntülerinin alınması ve örneklerin kimyasal kompozisyonun belirlenmesi İskenderun Teknik Üniversitesi Bilim Ve Teknoloji Uygulama Ve Araştırma Merkezi'nde incelenmiştir gerçekleştirilmiştir.

Bu çalışma Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü (BAP) tarafından desteklenmiştir (20.U.005). Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi Tayfur Ata Sökmen Tıp Fakültesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'nun 05/12/2019 tarihli 07 nolu kararıyla alınan etik kurul izni ile yürütülmüştür.

### 3.1. Çalışmada Kullanılan Materyaller

#### 3.1.1. Çalışmada Kullanılan Beyazlatma Materyalleri

Çalışmada kullanılan beyazlatma materyalleri Çizelge 3.1. de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Çalışmada kullanılan beyazlatma materyalleri

| Ürün Adı            | Üretici                                                                    | Aktif Madde       | Yaklaşık Konsantrasyon |
|---------------------|----------------------------------------------------------------------------|-------------------|------------------------|
| Opalescence® Boost  | Ultradent Products, Inc.505 West 10200 South, South Jordan, Utah 84095 ABD | Hidrojen peroksit | %40                    |
| Opalescence® PF %10 | Ultradent Products, Inc.505 West 10200 South, South Jordan, Utah 84095 ABD | Karbamid Peroksit | %10                    |
| Whiteness Perfect   | FGM, Joinville, SC, Brazilya                                               | Karbamid Peroksit | %16                    |
| Daywhite %9.5 Hp    | Discus Dental, LLC, Ontario, ABD                                           | Hidrojen Peroksit | %9.5                   |

##### 3.1.1.1. Opalescence Boost

Ürünün Tanımı:

Ürünün adı: Opalescence® Boost (Şekil 3.1.)

Üretici: Ultradent Products, Inc.505 West 10200 South, South Jordan, Utah 84095 ABD

İçerik:

Aktif madde: Hidrojen peroksit

Yaklaşık konsantrasyon: %40



Şekil 3.1. Opalescence Boost %40 PF

### 3.1.1.2. Opalescence PF 10%

Ürünün Tanımı:

Ürünün adı: Opalescence® PF %10 (Şekil 3.2.)

Üretici: Ultradent Products, Inc. 505 West 10200 South, South Jordan, Utah  
84095 ABD

İçerik:

Aktif madde: Karbamid Peroksit

Yaklaşık konsantrasyon: %10



Şekil 3.2. Opalescence® PF %10

### 3.1.1.3. Whiteness Perfect

Ürünün Tanımı:

Ürün adı: Whiteness Perfect (Şekil 3.3.)

Üretici: FGM, Joinville, SC, Brazilya

İçerik:

Aktif madde: Karbamid Peroksit

Yaklaşık Konsantrasyon: %16



Şekil 3.3. Whiteness Perfect

### 3.1.1.4. Daywhite %9.5 HP

Ürünün Tanımı:

Ürün adı: Daywhite %9.5 Hp (Şekil 3.4.)

Üretici: Discus Dental, LLC, Ontario, ABD

İçerik:

Aktif madde: Hidrojen Peroksit

Yaklaşık Konsantrasyon: %9.5



Şekil 3.4. Daywhite %9.5 Hp

### 3.1.2. Çalışmada Kullanılan Remineralize Edici Ajan

#### 3.1.2.1. Remin Pro

Remin Pro (VOCO GmbH) (Şekil 3.5.) hidroksi apatit, sodyumflorid (1450 ppm florid) ve xylitol içeren su bazlı bir kremdir. Remin Pro kavun, çilek ve nane tadında bulunmaktadır. Remin Pro dişler için ekstra koruma sağlar, böylece plağın içerisinde asit oluşturan bakterilerin etkisini nötralize eder. Remin Pro ek olarak ağızdaki diğer asitleri de nötralize eder. Beyazlatma sonrası, profesyonel diş temizliği sonrası, hipersensitivitelerin kontrol edilmesi ve önlenmesinde, ortodontik tedavi süresince kullanımı önerilmektedir.

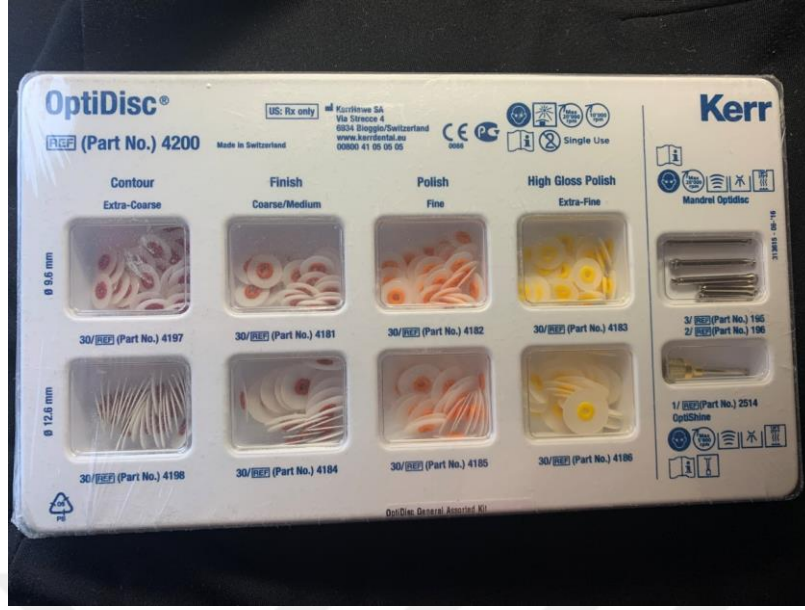


Şekil 3.5. Remin Pro(VOCO GmbH)

### 3.1.3. Çalışmada Kullanılan Bitirme Ve Cila Seti

#### 3.1.3.1. Optidisc Bitirme ve Cila Seti (Kerr, Abd)

OptiDisc bitirme ve cila seti içerisinde 4 farklı alüminyum oksit kaplı disk bulunmaktadır (Şekil 3.6.). OptiDisc disklerinin kullanımını kolaylaştırmak için gren sıralamasına göre renk kodları uygulanmıştır. Diskler 12,6 mm ve 9,6 mm çapında olup mandren ile uygulanmaktadır. Kaba grenli (80  $\mu$ m) diskler kaba bitirme için kullanılır. Orta grenli (40  $\mu$ m) diskler konturlama için kullanılır. İnce grenli diskleri (20  $\mu$ m) bitirme işlemleri için kullanılır. Cila için süper ince grenli (10  $\mu$ m) diskleri kullanılır. Tüm disk çeşitleri 10 000-20 000 rpm hızda kullanılır.



Şekil 3.6. Kerr Optidisc

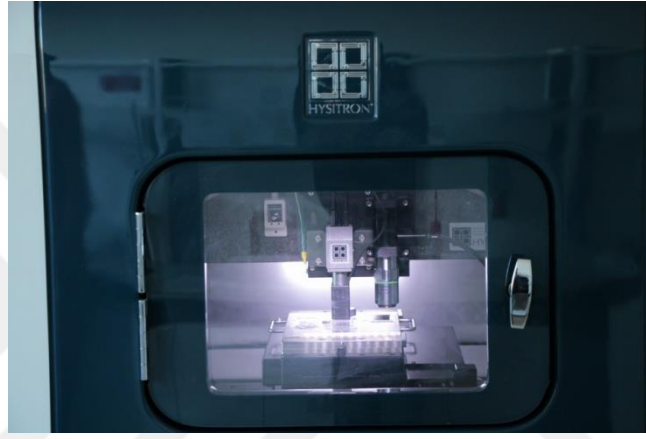
### 3.2. Çalışmada Kullanılacak Nanosertlik, Elastik Modül ve Yüzey Pürüzlülüğü Ölçme Cihazı

Bu çalışmamızda teflon bloğa gömdüğümüz diş örneklerinin elastik modulleri, nanosertlik ve yüzey pürüzlülük ölçümleri için Hysitron TI 950 TriboIndenter (Hysitron, ABD) cihazı kullanılmıştır (Şekil 3.7., Şekil 3.9.). Hysitron TI 950 TriboIndenter nanoindenter cihazı, sayısız nanomekanik ve nanotribolojik karakterizasyon tekniklerini desteklemek için otomatik, yüksek verimli bir araç olarak geliştirilmiştir.

Nanoindentasyon işlemi çok yüksek oranda ölçüm hassasiyetine (<30 nN, <0,2 nm) sahiptir. Bu sayede çalışma için doğruluk ve güvenilirlik sağlar. Bu avantajı elektrostatik etkinleştirmede az akım kullanarak hızlı veri toplayıp, daha fazla tekrarlanabilirlik ve doğruluk ile sonuçlanan özellikleri sayesinde sağlamaktadır.

Hysitron TI 950 TriboIndenter içerdiği renkli kameralı optikler vasıtasıyla, incelenen örneklerin yüzeylerini yüksek büyütme altında inceleyebilmekte ve test konumlarını seçebilmektedir. Ayrıca SPM görüntülemeyle prob yerleşimini  $\pm 10$ nm lik sınırlar dahilinde belirleyip daha hassas bir prob yerleşimine imkan vermektedir.

Hysitron TI 950 cihazında çift görüntüleme modu bulunmaktadır. Bu özellik probun çok sayıda yapılan uygulamalarda hasas bir şekilde konumlanması sağlamaktadır. Hysitron TI 950 TriboIndenter cihazı incelenen örneklerin sertliğini, Young modülünü, kırılma dayanımını ve diğer mekanik özelliklerini nanoindentasyon yoluyla ölçmektedir. Probun hasas konumlandırılması ve yüzey topografisi çentikleiyici uç kullanılarak yapılan görüntüleme vasıtasıyla incelenmektedir. Yüzey topografisi belirlenerek incelenen materyalin yüzey pürüzlülüğü de değerlendirilebilmektedir.



Şekil 3.7. Hysitron TI 950 TriboIndenter nanoindentasyon cihazı (Hysitron, ABD)



Şekil 3.8. Hysitron TI 950 TriboIndenter nanoindentasyon cihazı (Hysitron, ABD)

### **3.3. Çalışmada Örneklerin Yüzey Görüntülerinin Alınması ve Örneklerin Kimyasal Kompozisyonun Belirlenmesi İçin Kullanılacak Cihaz**

Çalışmamızda örneklerin yüzey görüntülerini almak ve kimyasal içeriklerini saptamak için Thermo Scientific Apreo S ve Ultradry Enerji Dağılımlı X-Işını Spektroskopisi Dedektörü kullanılmıştır. Bu cihaz Taramalı Elektron Mikroskopisi'nde elektron kaynağından elektronlar kopararak bu elektronları toplayıcı mercekler aracılığıyla örnek üzerine yönlendirmektedir. Yönlendirilen elektronlarla örnek üzerindeki atomların etkileşimi sonucu oluşan x ışınları ve parçacıklar detekte edilerek, örneğin yüzey özellikleri ve kimyasal içeriği incelenebilmektedir. Örnek yüzeyinden saçılan ikincil elektronlar incelenen yüzey hakkında bilgi edinilmesini sağlar. Yüzeyden geri saçılan elektronlar örneğin kimyasal içeriğine göre farklı kontrastlar oluşturarak yüzeydeki elementel bilgilerin edinilmesini sağlar ayrıca bu elektronlar elektron geri

saçılım difraksiyonu görüntüsü oluşturup incelenen örneğin kristalografik özelliklerinin tespitini sağlar. İncelenen örnek üzerine gönderilen elektron demeti x-ışınları ortaya çıkmasına neden olur, bu ışınlar EDS dedektörü aracılığıyla toplanıp, Enerji-Dağılımlı X-Işınları Spektroskopisinin oluşturur. Apreo S yeni çıkan bileşik lens yapısı sayesinde, yalıtkan olan numunelerin incelenmesinde enerji filtrelemesi ve yüklenme filtrelemesi ile yüksek kontrast sağlamaktadır. Yalıtkan malzemeleri incelerken opsiyonel olarak low vakum modu kullanılarak 500 Pa maksimum numune odası basıncı sağlayıp yalıtkan malzemelerin incelenmesine imkan vermektedir. Yeni Apreo S taramalı elektron mikroskobu (SEM), kompozitler, metaller, nanoparçacıklar ve kaplamalar gibi çok çeşitli malzemelerin incelenmesinde iyi çözünürlük, kontrast ve kullanım kolaylığı sağlamaktadır.

### **3.4. Çalışmada kullanılacak Renk Ölçüm Cihazı**

Bu çalışmada örneklerin renk ölçümü için Vita Easyshade dijital spektrofotometre cihazı (VITA Zahnfabrik, Bad Sackingen, Almanya) kullanılmıştır. Bu spektrofotometre cihazı doğal dişlerin ve seramik restorasyonların rengini hızlı ve güvenilir bir şekilde tespit edebilmektedir. Renk ölçüm cihazının probu kontakt tip olup yaklaşık 5 mm çapındadır. Cihaz bünyesinde bulunan aydınlatma sayesinde ortam koşullarından etkilenmeden renk tespiti yapabilmektedir. Ölçüm yapılmadan önce cihaz kalibre edilmelidir. Ölçümler kullanıcının seçimine bağlı olarak tek noktadan veya üç noktadan yapılmaktadır. Ölçüm sonuçları Vitapan Classical, Toothguide 3D-Master skalası veya  $L^*a^*b^*$  değerleri olarak elde edilebilmektedir.

### **3.5. Çalışma Planı**

Yapmış olduğumuz araştırmanın sırasıyla işlem listesi aşağıda verilmiştir ve aşama aşama anlatılmıştır.

- 1- Çalışmada kullanılacak dişlerin seçilmesi
- 2- Teflon blokların hazırlanması
- 3- Örneklerin hazırlanması

- 4- Deney gruplarının belirlenmesi
- 5- Dişlerin teflon bloğa yerleştirilmesi
- 6- Yapay tükürüğün hazırlanması
- 7- Başlangıç renk değerlerinin tespiti
- 8- Teflon bloğa gömülmüş dişlerin başlangıç sertlik, elastik modül, yüzey pürüzlülüğü tespiti
- 9- Teflon bloğa gömülmeyen grupların başlangıç yüzey görüntüsünün alınması ve kimyasal kompozisyon tespiti
- 10- Beyazlatma işlemi uygulanacak örneklere, beyazlatma işlemlerinin uygulanması
- 11- Beyazlatma işlemi sonrası örneklerin renk tespiti
- 12- Beyazlatma işlemi sonrası teflon bloğa yerleştirilen örneklerin sertlik, elastik modül, yüzey pürüzlülüğü tespiti
- 13- Beyazlatma işlemi sonrası teflon bloğa gömülmeyen dişlerin yüzey görüntüsünün alınması ve kimyasal kompozisyon tespiti
- 14- Örneklere remineralize edici ajan uygulanması
- 15- Remineralizasyon sonrası teflon bloğa yerleştirilen örneklerin sertlik, elastik modül, yüzey pürüzlülüğü tespiti
- 16- Remineralizasyon sonrası teflon bloğa gömülmeyen dişlerin yüzey görüntüsünün alınması ve kimyasal kompozisyon tespiti
- 17- Sonuçların istatistiksel analizi

### **3.5.1. Dişlerin Seçimi**

Bu çalışmada Hatay Mustafa Kemal Diş Hekimliği Fakültesi Ağız Diş ve Çene Cerrahisi Kliniğine gömülü 20 yaş diş çekimi için gelen 20-30 yaş arası bireylerin

Çürük, renklenme ve anomali olmayan 20 yaşı dişleri %0.2 yoğunluklu timol solüsyonunda bekletildi.

### 3.5.2. Teflon Blokların Hazırlanması

Dişlerin yüzey özelliklerini incelemeye paralel düz bir yüzey elde edebilmek için dişleri için yerleştirebileceğimiz 41x9 mm ölçülerinde disk şeklinde teflon bloklar hazırlandı (şekil 3.9.).



şekil 3.9. Teflon blokların hazırlanması

### 3.5.3. Örneklerin Hazırlanması

Toplanan dişlerin aeratör yardımıyla mine sement sınırından kökleri kesilerek uzaklaştırıldı. Daha sonra bukkal-lingual yönde kesilerek distal ve mesial kısımları ikiye

ayrıldı. Elde edilen parçalar kumpasla ölçülerek yaklaşık 3 mm kalınlığında diş parçaları oluşturuldu ve 55 adet örnek hazırlandı. 50 örnek teflon bloklara yerleştirilirken, 5 örnek teflon bloğa yerleştirilmedi. Teflon bloğa Yerleştirilen dişlerin üst yüzeyleri aşırı ısınmayı engellemek için sürekli su altında sırasıyla 240, 400, 600, 1200 ve 2500 numaralı silikon karbid kağıtlarla zımparalandı (Şekil 3.10). Daha sonra mine yüzeyleri OptiDisc bitirme ve cila seti içerisinde bulunan 4 farklı alüminyum oksit kaplı disk ile sırasıyla cilalandı.



Şekil 3.10. Nanoindenter İncelemesi İçin Örneklerin Zımparalanması

#### 3.5.4. Nanoindenter Deney Gruplarının Hazırlanması

Elde edilen örnekler uygulanacak olan beyazlatma ajanının türüne göre 4 ana gruba ayrıldı. Bu dört ana grup daha sonra remineralize edici ajan uygulanıp uygulanmaması durumuna göre 2 alt gruba ayrıldı. Ayrıca sadece remineralize edici ajanın kullanıldığı grup ve hiçbir işlemin uygulanmadığı kontrol grubuyla beraber toplam 10 grup elde edildi. Her grupta toplam 5 örnek olması ( $n=5$ ) planlandı.

Çizelge 3.2. Nanoindenter deney grupları

|        |                                                            |
|--------|------------------------------------------------------------|
| Grup1  | Beyazlatma Ajanı uygulanmadı                               |
| Grup2  | Beyazlatma ajanı + Remineralize edici ajan uygulandı       |
| Grup3  | %40 Hidrojen Peroksit uygulandı                            |
| Grup4  | %40 Hidrojen Peroksit + Remineralize edici ajan uygulandı  |
| Grup5  | %9.5 Hidrojen Peroksit uygulandı                           |
| Grup6  | %9.5 Hidrojen Peroksit + Remineralize edici ajan uygulandı |
| Grup7  | %16 Karbamid Peroksit uygulandı                            |
| Grup8  | %16 Karbamid Peroksit + Remineralize edici ajan uygulandı  |
| Grup9  | %10 Karbamid Peroksit uygulandı                            |
| Grup10 | %10 Karbamid Peroksit + Remineralize edici ajan uygulandı  |

### 3.5.5. SEM/EDS İncelenmesinde Kullanılan Örneklerin Belirlenmesi

Ayrıca teflon bloğa yerleştirilmeyen 5 örnekten dördüne çalışmada kullanılan beyazlatma ajanları uygulanırken, bir örneğe beyazlatma ajanı uygulanmadan SEM-EDS analizi, Thermo Scientific Apreo S ve Ultradry Enerji Dağılımlı X-Işını Spektroskopisi Dedektörü ile yapıldı. Dijital görüntüler low vakum modunda, 10 kV'de çalışan ışın ile farklı büyütme oranlarında (x1000, x5000, 10000 ve 20000) yapılmıştır.

Çizelge 3.3. Sem/EDS incelemesinde kullanılan örneklerin hazırlanması.

|    |                                                            |
|----|------------------------------------------------------------|
| G1 | Beyazlatma Ajanı uygulanmayacak                            |
| G2 | %40 Hidrojen Peroksit + Remineralize edici ajan uygulandı  |
| G3 | %9.5 Hidrojen Peroksit + Remineralize edici ajan uygulandı |
| G4 | %16 Karbamid Peroksit + Remineralize edici ajan uygulandı  |
| G5 | %10 Karbamid Peroksit + Remineralize edici ajan uygulandı  |

### 3.5.6. Yapay Tükürüğün Hazırlanması

Hazırlanan örnekler saklanmak üzere yapay tükürük solüsyonu Çizelge 3.3.'de belirtilen formül esas alınarak pH'sı 6,5-7 olacak şekilde hazırlandı.<sup>90</sup>

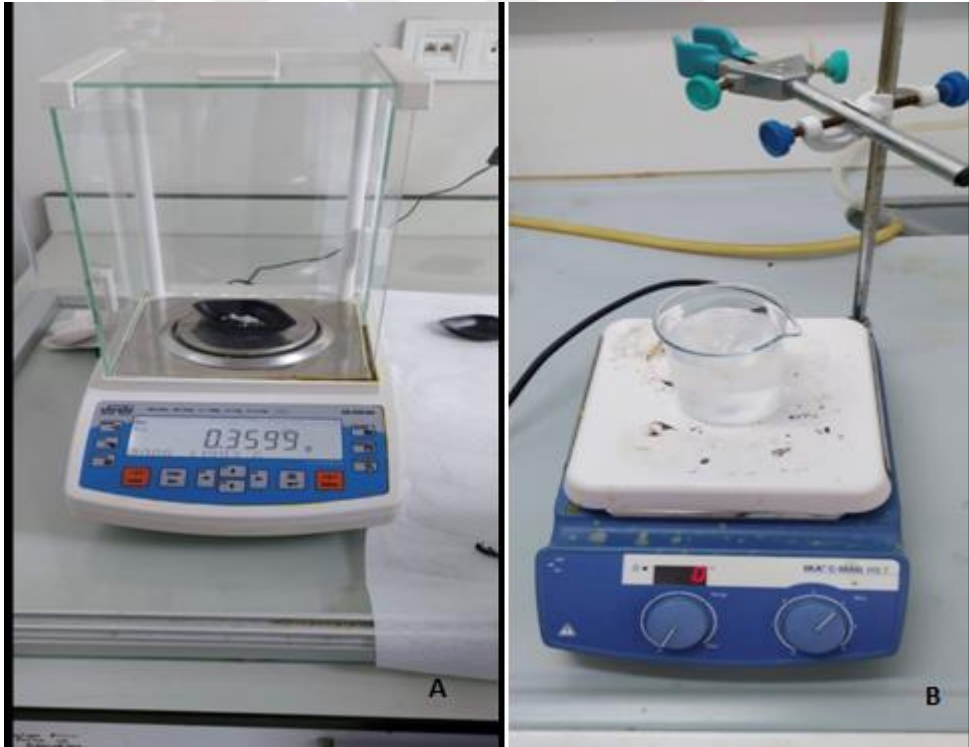
Yapay tükürük hazırlanırken yapay tükürük malzemeleri (Şekil 3.11.) hassas terazide ölçüldü ve malzemelerin homojen karışımı sağlandı (Şekil 3.12.). Hazırlanan yapay tükürük pH'sı 24 saatte bir ölçülerek gün aşırı yeni yapay tükürük hazırlanmıştır. Beyazlatma işleminden ve ölçümlerden sonra örnekler tekrardan yapay tükürüğe konulmuştur. pH'ta bir değişiklik olduğu takdirde 0,1 ml H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> eklenerek pH istenilen seviyelerde tutulmuştur.

Çizelge 3.4. Çalışmada kullanılan yapay tükürüğün 1 litresinin içeriği.<sup>90</sup>

| Kimyasal                                           | Miktar/litre |
|----------------------------------------------------|--------------|
| NaCl                                               | 1.2800 g     |
| MgCl <sub>2</sub> (6H <sub>2</sub> O)              | 0.125 g      |
| KCl                                                | 0.095 g      |
| CH <sub>3</sub> COOK                               | 1.508 g      |
| CaCl <sub>2</sub>                                  | 0.167 g      |
| K <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> (3H <sub>2</sub> O) | 0.386 g      |
| H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>                     | 0.05 ml      |
| NaF                                                | 4.2 g        |



Şekil 3.11. Yapay Tükürük Malzemeleri



Şekil 3.12. Malzemelerin Ölçüldüğü Hassas Terazi (A), Ve Malzemelerin Karıştırılması (B)

### 3.5.7. Renk Değerlerinin Tespiti

Hazırlanan örnek herhangi bir beyazlatma işlemine tabi tutulmadan önce başlangıç renk değerleri, dental spektrofotometre cihazı olan Vita Easyshade Compact (Vita Zahnfabrik, BadSäckingen, Almanya) ile tespit edildi(Şekil 3.13.). Renk ölçümü aynı ortamda diş parçalarının 1/3 lük orta kısmından Vita renkleri ve CIE L\*, a\*, b\* sistemine göre yapıldı. Renk ölçümünün çevre faktörlerden etkilenmemesi için geliştirilmiş ışıklandırma sistemi cihaz ucunda bulunmakta ve ölçüm için standart ışığı sağlamaktadır. Bu çalışmamızda renk ölçümü sırasında çevre etkilerini en aza indirebilmek için içerisinde sabit ışık kaynağı bulunan bir kutu kullanıldı, zemine beyaz örtü serilerek renk ölçümü 3 defa tekrarlandı. Bulunan L, a ve b değerlerinin aritmetik ortalaması alınıp her örnek için tek bir L, a ve b değeri kaydedildi. Her ölçüm sonrası cihaz kalibre edildi.



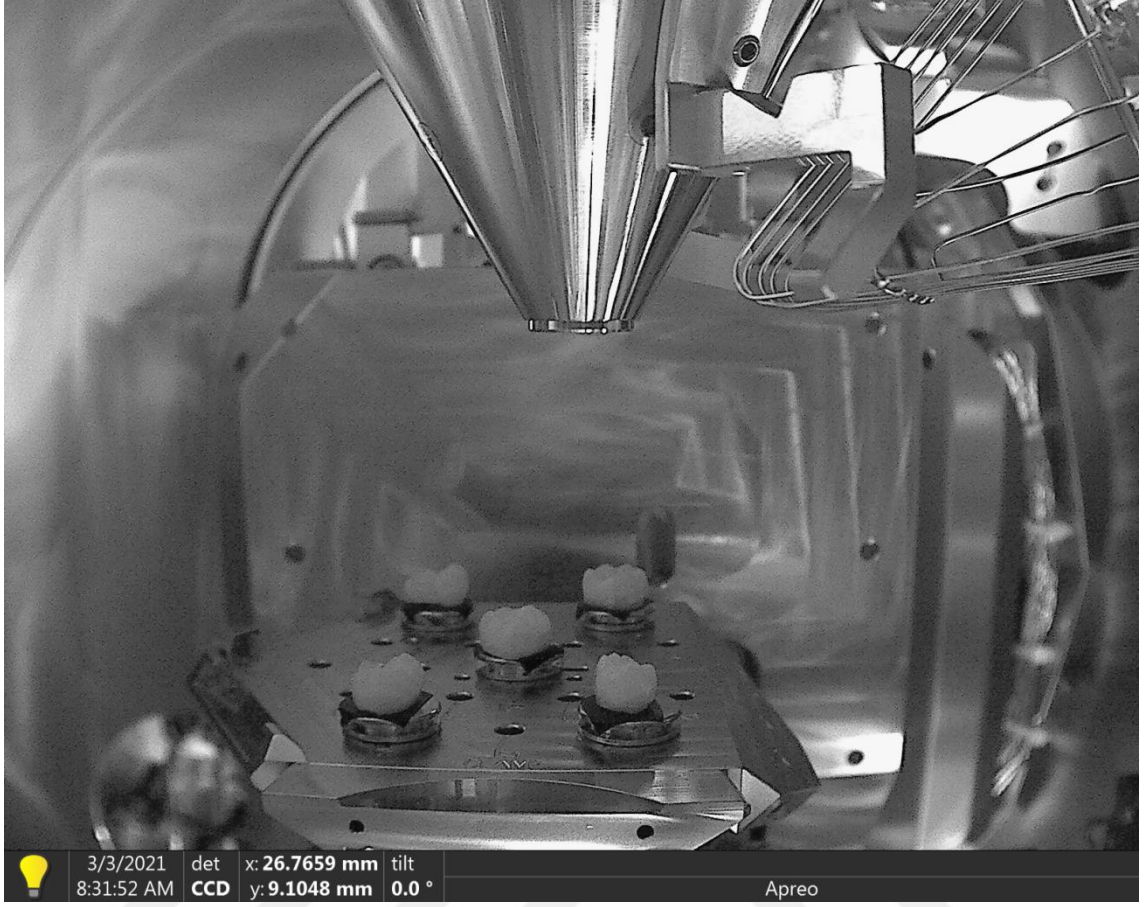
Şekil 3.13. Spektrofotometre İle Renk Değerlerinin Tespiti

### **3.5.8. Örneklerin Nanosertlik, Elastik Modül Ve Yüzey Pürüzlülüğünün Tespiti**

Teflon bloğa yerleştirilen örnekler elastik modül, nanosertlik ve yüzey pürüzlülük değerlerinin birinci ölçümleri için Hysitron TI 950 TriboIndenter (Hysitron, ABD) cihazıyla gerçekleştirildi. İnceleme sırasında 100nm çaplı Berkovich ucuyla, 1 mN kuvvet uygulandı. Örnekler x ekseninde boyunca 5µm aralıklarla 5x1 indent atıldı. Örnek yüzeyinde yapılan ölçümler 2 sn sürmektedir. Ölçümler arası cihazda hava kalibrasyonu uygulanmıştır.

### **3.5.9. Yüzey Görüntülerinin Alınması ve Örneklerin Kimyasal İçeriklerinin Tespiti**

Taban kısmı paralel olarak kesilen ve teflon bloğa yerleştirilmeyen G1, G2, G3, G4, G5 numunelerin Thermo Scientific Apreo S ve Ultradry Enerji Dağılımlı X-Işını Spektroskopisi Dedektörü ile başlangıç yüzey görüntüsü ve kimyasal içerikleri tespit edildi (Şekil 3.14.). Dijital görüntüler low vakum modunda, 10 kV'de çalışan ışın ile farklı büyütme oranlarında (x1000, x5000, x10000 ve x20000) elde edildi.



Şekil 3.14. Numunelerin Thermo Scientific Apreo S Ve Ultradry Enerji Dağılımlı X-Işını Spektroskopisi Dedektörü İle İncelenmesi

### 3.5.10. Beyazlatma İşlemlerinin Uygulanması

Örneklere uygulanan beyazlatma işlemleri çizelge 3.4.'de belirtilen protokolde uygulanmıştır. Üretici firma önerilerine bağlı olarak beyazlatma ajanları 1 mm kalınlığında belirtilen sürelerde uygulanıp bu süre sonunda örnekler su spreyi ile yüksek basınçla yıkanıp, kurutma kâğıdı ve hava spreyi ile kurutuldu. Daha sonra yapay tükürük solüsyonuna yerleştirildi.

Çizelge 3.5. Beyazlatma ajanlarının uygulanma planı

| Uygulanan beyazlatma materyali | Gün İçi Tekrar Sayısı | Uygulama Süresi | Uygulanan Gün Sayısı |
|--------------------------------|-----------------------|-----------------|----------------------|
| Opalescence Boost %40 PF       | 2 tekrar              | 20 dakika       | 2 gün                |
| Philips Zoom DayWhite %9.5     | 2 tekrar              | 30 dakika       | 14 gün               |
| Whiteness Perfect %16 PF       | 1 tekrar              | 6 saat          | 14 gün               |
| Opalescence PF %10             | 1 tekrar              | 8 saat          | 14 gün               |

### 3.5.11. Beyazlatma İşlemi Sonrası Renk Değerlendirmesi

Beyazlatmadan hemen sonra, numunelerin rengi spektrofotometre kullanılarak ve CIELAB sistemine (L \*, a \* ve b \* parametreleri) göre yeniden değerlendirildi. Aynı ortamda diş parçalarının 1/3 lük orta kısmından Vita renkleri ve CIE L\*, a\*, b\* sistemine göre renk değerleri dental spektrofotometre cihazı olan Vita Easyshade Compact (VitaZahnfabrik, BadSäckingen, Almanya) ile tespit edildi. Renk ölçümü 3 defa tekrarlanarak bulunan L, a ve b değerlerinin aritmetik ortalaması alınıp her örnek için tek bir L, a ve b değeri kaydedildi. Her örnek sonrası cihaz kalibre edildi. Renkler aşağıdaki denklemle hesaplanan toplam renk farkı ( $\Delta E$ ) kullanılarak karşılaştırıldı:

$$\Delta E = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2}.^{91}$$

İnsan gözüyle ayırt edilebilen en düşük  $\Delta E$  3.3'tür.<sup>92</sup>

### 3.5.12. Beyazlatma Sonrası Nanosertlik, Elastik Modül ve Yüzey Pürüzlülüğünün Tespiti

Teflon bloğa yerleştirilen örnekler beyazlatma sonrası bir hafta yapay tükürükte bekletildikten sonra, örneklerin Hysitron TI 950 TriboIndenter (Hysitron, ABD) cihazıyla elastik modül, nanosertlik ve yüzey pürüzlülük değerlerinin 2. ölçümü gerçekleştirildi. İnceleme sırasında 100 nm çaplı Berkovich ucuyla, 1 mN kuvvet uygulandı. Örnekler x eksenini boyunca 5 µm aralıklarla 5x1 indent atıldı. Örnek

yüzeyinde yapılan ölçümler 2 sn sürmektedir. Ölçümler arası cihazda hava kalibrasyonu uygulanmıştır.

### 3.5.13 Beyazlatma Sonrası Yüzey Görüntülerinin Alınması ve Örneklerin Kimyasal İçeriklerinin Tespiti

Beyazlatma sonrası bir hafta yapay tükürükte bekletilen G1, G2, G3, G4, G5 numunelerin, Thermo Scientific Apreo S ve Ultradry Enerji Dağılımlı X-Işını Spektroskopisi Dedektörü ile yüzey görüntüsü ve kimyasal içerikleri tespit edildi. Dijital görüntüler low vakum modunda, 10 kV'de çalışan ışın ile farklı büyütme oranlarında (x1000, x5000, 10000 ve 20000) elde edildi.

### 3.5.14. Remineralizasyon İşlemi

2, 4, 6, 8, 10 numaralı gruplarındaki diş yüzeylerine ve G2, G3, G4 ve G5 örneklerine Remin Pro remineralize ajanı pamuk aplikatör yardımıyla 5 dakika süre ile uygulandı (Şekil 3.15.), daha sonra dişler distile su ile yıkanıp yapay tükürük solüsyonunda yerleştirildi. Bu işlem 7 gün boyunca tekrarlandı, yedinci günün sonunda dişler distile su ile yıkanıp kurulandı.



Şekil 3.15. Remin Pro remineralize edici ajanın uygulanması

### **3.5.15. Remineralizasyon Sonrası Nanosertlik, Elastik Modül ve Yüzey Pürüzlülüğünün Tespiti**

Teflon bloğa yerleştirilen örnekler remineralizasyon sonrası bir hafta yapay tükürükte bekletildikten sonra elastik modül, nanosertlik ve yüzey pürüzlülük üçüncü ölçümleri için Hysitron TI 950 TriboIndenter (Hysitron, ABD) cihazıyla incelendi.

### **3.5.16. Remineralizasyon Sonrası Yüzey Görüntülerinin Alınması ve Örneklerin Kimyasal İçeriklerinin Tespiti**

G1, G2, G3, G4, G5 numunelerin Thermo Scientific Apreo S ve Ultradry Enerji Dağılımlı X-Işını Spektroskopisi Dedektörü ile remineralizasyon sonrası yüzey görüntüsü ve kimyasal içerikleri tespit edildi. Dijital görüntüler low vakum modunda, 10 kV'de çalışan ışın ile farklı büyütme oranlarında (x10000, x5000, 10.000 ve 20.000) elde edildi.

## **3.6 İstatistiksel Yöntem**

Veriler IBM SPSS V23 ile analiz edildi.<sup>93</sup> Normal dağılıma uygunluk Shapiro-Wilk testi ile incelendi. Grup ve ölçüm ana etkilerinin ve etkileşimlerinin elastik modül, sertlik ve pürüzlülük değerleri üzerine etkilerini incelemek için Genelleştirilmiş Lineer Modeller yöntemi kullandı ve çoklu karşılaştırmalar Bonferroni testi ile gerçekleştirildi. Gruplara göre normal dağılan  $\Delta E$  değerlerinin karşılaştırılmasında Tek yönlü varyans analizi kullanıldı ve çoklu karşılaştırmalar Tamhane's T2 testiyle gerçekleştirildi. Analiz sonuçları ortalama  $\pm$  s. Sapma olarak sunuldu. Önem düzeyi  $p < 0,050$  olarak alındı.

## 4.BULGULAR

### 4.1. Renk Bulguları

Beyazlatma ajanlarının diş yüzeyine etkilerini incelediğimiz bu çalışmada beyazlatma öncesi ve beyazlatma sonrası her örneğe üç ölçüm yapılarak ortalama L, a, b renk değerleri ve  $\Delta E$  değeri Çizelge 4.1.'de verilmiştir. Gruplara göre  $\Delta E$  değerlerinin karşılaştırılması ise Çizelge 4.2.'de belirtildiği gibidir.

Çizelge 4.1. Örneklerin beyazlatma öncesi ve beyazlatma sonrası tespit edilen L, a, b renk değerleri ve  $\Delta E$  değeri.

|         | 1.Ölçüm |      |       | 2.Ölçüm |       |       | $\Delta E$ |
|---------|---------|------|-------|---------|-------|-------|------------|
|         | L1      | a1   | b1    | L 2     | a2    | b2    |            |
| Grup1-1 | 84,63   | 1    | 34,9  | 82,33   | 0,9   | 34,3  | 2,379076   |
| Grup1-2 | 85,8    | 3,16 | 39,93 | 86,46   | 2,45  | 37,93 | 2,222544   |
| Grup1-3 | 81,66   | 2,36 | 37,73 | 82,33   | 2,16  | 37,2  | 0,877383   |
| Grup1-4 | 81,36   | 4,86 | 44,66 | 82,63   | 4,4   | 46,6  | 2,363916   |
| Grup1-5 | 79,86   | 4,8  | 45,2  | 79,6    | 3,3   | 44,6  | 1,636337   |
| Grup2-1 | 67,73   | 6,1  | 38,23 | 66,56   | 5,3   | 37,4  | 1,642498   |
| Grup2-2 | 84,46   | 2,6  | 41,63 | 84,6    | 1,06  | 40,3  | 2,039632   |
| Grup2-3 | 82,56   | 5,76 | 43,06 | 84,26   | 5,76  | 41,5  | 2,307293   |
| Grup2-4 | 78,36   | 1,7  | 38,9  | 79,26   | 0,96  | 36,03 | 3,097499   |
| Grup2-5 | 73,26   | 6,7  | 44,36 | 75,66   | 5,56  | 42,86 | 3,051164   |
| Grup3-1 | 73,9    | 1,53 | 38,9  | 80,46   | -2,4  | 28,06 | 13,2659    |
| Grup3-2 | 81,13   | -1   | 30,26 | 87,4    | -2,3  | 20,23 | 11,89974   |
| Grup3-3 | 70,5    | 1,83 | 41,06 | 76,66   | -1,36 | 31,36 | 11,92526   |
| Grup3-4 | 82,03   | 2,83 | 40,86 | 91,73   | -1,7  | 25,13 | 19,02745   |
| Grup3-5 | 88,43   | 1,46 | 31,36 | 92,43   | -0,6  | 15,56 | 16,42813   |
| Grup4-1 | 82,1    | 2,4  | 39,16 | 87,86   | -1,53 | 27,06 | 13,9654    |
| Grup4-2 | 82,56   | 1,76 | 29    | 93,76   | -0,6  | 15,76 | 17,50163   |
| Grup4-3 | 77,96   | 1,8  | 33    | 87,76   | -1,4  | 25    | 13,04914   |
| Grup4-4 | 84,06   | 0,93 | 31,03 | 93      | -1,43 | 18,3  | 15,7336    |
| Grup4-5 | 80,36   | 2,06 | 32,2  | 91,13   | -0,5  | 17,23 | 18,61847   |
| Grup5-1 | 80,9    | 0,96 | 31,8  | 89,96   | -0,4  | 25,63 | 11,04546   |
| Grup5-2 | 79,5    | 2,23 | 40,7  | 83,6    | 0,2   | 26,76 | 14,67155   |
| Grup5-3 | 80,63   | 0,76 | 36,1  | 95,86   | -1,9  | 23,73 | 19,80014   |
| Grup5-4 | 89,76   | -1,2 | 35,06 | 90,2    | -1,03 | 17,46 | 17,60632   |
| Grup5-5 | 82,2    | 0,9  | 36,86 | 91,13   | -1,36 | 20,3  | 18,94957   |

Çizelge 4.1. Örneklerin beyazlatma öncesi ve beyazlatma sonrası tespit edilen L, a, b renk değerleri ve  $\Delta E$  değeri (Devamı).

|          |       |       |       |       |       |       |          |
|----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----------|
| Grup6-1  | 83,7  | 1,3   | 36,13 | 99,3  | -0,8  | 18,96 | 23,29332 |
| Grup6-2  | 82,86 | 1,1   | 30,26 | 96,3  | -0,56 | 19,3  | 17,42156 |
| Grup6-3  | 82,03 | 4,4   | 46    | 94,6  | 1,16  | 34,2  | 17,54259 |
| Grup6-4  | 75,83 | 2,6   | 31,5  | 85,53 | 0,8   | 18,66 | 16,19246 |
| Grup6-5  | 72,3  | 6,43  | 48,56 | 87,56 | 0     | 29,66 | 25,12812 |
| Grup7-1  | 92,43 | -1,16 | 28,46 | 97,93 | 0,1   | 14,33 | 15,21494 |
| Grup7-2  | 85,3  | 0,1   | 36,43 | 94,23 | -0,6  | 19,8  | 18,88893 |
| Grup7-3  | 84,2  | 1,43  | 34,43 | 99,2  | -0,2  | 16,9  | 23,12916 |
| Grup7-4  | 79,7  | 3,36  | 40,7  | 94,03 | 0,3   | 30,13 | 18,06758 |
| Grup7-5  | 81,6  | 2,03  | 38,46 | 93,26 | 0,5   | 27,1  | 16,35072 |
| Grup8-1  | 83,06 | 1,5   | 35,96 | 92,6  | -1,1  | 18,33 | 20,21357 |
| Grup8-2  | 85,96 | 0,33  | 36,46 | 99,63 | -1,36 | 15,03 | 25,47489 |
| Grup8-3  | 79,66 | 1,66  | 30,93 | 90,23 | -0,6  | 15,16 | 19,11872 |
| Grup8-4  | 82,73 | 1,2   | 39,86 | 97,16 | -1,5  | 21,93 | 23,17326 |
| Grup8-5  | 89,46 | -0,1  | 38,5  | 96,26 | -1,16 | 19,3  | 20,39617 |
| Grup9-1  | 86,53 | -0,33 | 43,53 | 99,4  | -2    | 25,73 | 22,02875 |
| Grup9-2  | 83,8  | 2,1   | 34,73 | 96,4  | -1,1  | 15,86 | 22,91456 |
| Grup9-3  | 72,82 | 4,6   | 38,4  | 81,06 | 1,06  | 26,2  | 15,14164 |
| Grup9-4  | 71,3  | 2,5   | 36,6  | 95,86 | -1,4  | 22,36 | 28,65626 |
| Grup9-5  | 85,7  | 1,8   | 33,9  | 93,5  | 0,2   | 22    | 14,31817 |
| Grup10-1 | 85,73 | 0,5   | 40,9  | 92,66 | -0,46 | 27,7  | 14,93943 |
| Grup10-2 | 81,36 | 3,73  | 38,96 | 86,76 | -0,36 | 13,76 | 26,0946  |
| Grup10-3 | 80,43 | 3,66  | 41,46 | 86,73 | 1,5   | 27,2  | 15,73859 |
| Grup10-4 | 80,4  | 2,96  | 36,23 | 90,93 | -0,1  | 12,63 | 26,02315 |
| Grup10-5 | 82,96 | 1,8   | 32,76 | 92,43 | -0,2  | 16,96 | 18,52892 |

Çizelge 4.2. Gruplara göre  $\Delta E$  değerlerinin karşılaştırılması

|         | Ort. $\pm$ S. Sapma            | F      | p      |
|---------|--------------------------------|--------|--------|
| Grup 1  | 1,90 $\pm$ 0,64 <sup>b</sup>   |        |        |
| Grup 2  | 2,43 $\pm$ 0,64 <sup>b</sup>   |        |        |
| Grup 3  | 14,51 $\pm$ 3,13 <sup>a</sup>  |        |        |
| Grup 4  | 15,77 $\pm$ 2,33 <sup>a</sup>  |        |        |
| Grup 5  | 16,41 $\pm$ 3,58 <sup>a</sup>  | 20,772 | <0,001 |
| Grup 6  | 19,92 $\pm$ 4,01 <sup>a</sup>  |        |        |
| Grup 7  | 18,33 $\pm$ 3,04 <sup>a</sup>  |        |        |
| Grup 8  | 21,68 $\pm$ 2,60 <sup>a</sup>  |        |        |
| Grup 9  | 20,61 $\pm$ 5,95 <sup>ab</sup> |        |        |
| Grup 10 | 20,26 $\pm$ 5,45 <sup>ab</sup> |        |        |

F: Tek yönlü varyans analizi, a-b: Aynı harfe sahip gruplar arasında fark yoktur

Gruplar kontrol gruplarıyla (Grup1, Grup2) kıyaslandığında  $\Delta E$  değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark vardır ( $p < 0,001$ ). Grup 1'in ortalaması 1,90, Grup 2'nin ortalaması 2,43, Grup 3'ün ortalaması 14,51, Grup 4'ün ortalaması 15,77,

Grup 5'in ortalaması 16,41, Grup 6'nın ortalaması 19,92, Grup 7'nin ortalaması 18,33, Grup 8'in ortalaması 21,68, Grup 9'un ortalaması 20,61, Grup 10'un ortalaması 20,26 olarak elde edilmiştir. 1. ve 2. ölçüm sonrası beyazlatma ajanı uygulanan grupların  $\Delta E$  değerleri kıyaslandığında Opalescence PF %10>Whiteness Perfect %16 PF>Philips Zoom DayWhite %9.5> Opalescence Boost %40 PF sıralamasıyla değişmiştir.

## 4.2. Nanosertlik, Elastik Modül ve Yüzey Pürüzlülük Bulguları

Beyazlatma materyallerinin ve remineralize edici ajanın diş minesine olan etkilerini incelenerek sertlik, elastik modül ve pürüzlülük değerlendirilerek istatistiksel analiz sonuçları değerlendirildi.

### 4.2.1. Nanosertlik Ölçümleri Bulguları

Nanosertlik ölçümlerinin istatistiksel değerlendirmesi Çizelge 4.3. ve Çizelge 4.4. te verilmiştir.

Çizelge 4.3. Grup ve ölçüme göre sertlik değerlerinin(GPa) karşılaştırılması

|              | Test istatistiği* | Sd | P      |
|--------------|-------------------|----|--------|
| Grup         | 91,196            | 9  | <0,001 |
| Ölçüm        | 72,188            | 2  | <0,001 |
| Grup * Ölçüm | 82,756            | 18 | <0,001 |

\*Wald Ki-kare testi, Sd: Serbestlik derecesi

Beyazlatma uygulanan grupların nanosertlik değerleri kontrol grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde değişmiştir ( $p<0,001$ ). Grup 1'in ortalaması 1,91GPa, Grup 2'nin ortalaması 1,68 GPa, Grup 3'ün ortalaması 2,51GPa, Grup 4'ün ortalaması 2,60GPa, Grup 5'in ortalaması 2,29GPa, Grup 6'nın ortalaması 2,65GPa, Grup 7'nin ortalaması 2,64 GPa, Grup 8'in ortalaması 2,19GPa, Grup 9'un ortalaması 2,17GPa, Grup 10'un ortalaması 2,21GPa olarak elde edilmiştir. Gruplara göre sertlik ortalama değerleri farklılık göstermektedir. En yüksek ortalama değer Grup 6'dan elde edilmişken en düşük ortalama değer grup 2'den elde edilmiştir. Başlangıç, beyazlatma ajanı ve Remin Pro uygulaması sonrası yapılan ölçümlerdeki sertlik değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $p<0,001$ ). 1. Ölçüm ortalaması 2,63 GPa, 2. Ölçüm ortalaması 1,96GPa, 3. Ölçüm ortalaması 2,27GPa olarak elde edilmiştir. En

yüksek ortalama değer 1. Ölçümden elde edilmişken en düşük ortalama değer 2. Ölçümden elde edilmiştir. Grup ve ölçüm etkileşimi sertlik değerleri üzerine istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $p<0,001$ ). En yüksek ortalama değer 3,52GPa olarak grup 4'ten elde edilmişken en düşük ortalama değer 1,40GPa olarak grup 2'nin 2. Ölçümünde elde edilmiştir. Beyazlatma ajanı uygulanmayan Grup 1 ve Grup 2'nin 1. ve 2. ölçümleri arasında istatistiksel anlamlı bir fark bulunmazken, diğer grupların 1. ve 2. ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark vardır. 1. ve 2. ölçüm sonrası beyazlatma ajanı uygulanan grupların sertlik değişim ortalamaları kıyaslandığında Opalescence Boost %40 PF>Philips Zoom DayWhite %9.5>Whiteness Perfect %16 PF> Opalescence PF %10 sıralamasıyla azalmıştır. Diş minesinde setlik miktarını en fazla değiştiren ajan Opalescence Boost %40 PF olmuştur. 2. ve 3. ölçüm sonrası remineralize edici ajan uygulanan Grup2, Grup4, Grup6, Grup8 ve Grup10 gruplarında sertlikte istatistiksel olarak anlamlı bir artış gözlemlenmiştir ( $p<0,001$ ).

Çizelge 4.4. Grup ve ölçüme göre sertlik değerlerine(GPa) ait tanımlayıcı istatistikler

|         | 1. Ölçüm                      | 2. Ölçüm                      | 3. Ölçüm                       | Toplam                     |
|---------|-------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|----------------------------|
| Grup 1  | 1,90 ± 0,43 <sup>DEFG</sup>   | 1,97 ± 0,30 <sup>CDEFG</sup>  | 1,85 ± 0,31 <sup>DEFG</sup>    | 1,91 ± 0,33 <sup>cd</sup>  |
| Grup 2  | 1,49 ± 0,10 <sup>FG</sup>     | 1,40 ± 0,25 <sup>G</sup>      | 2,15 ± 0,45 <sup>BCDEFG</sup>  | 1,68 ± 0,45 <sup>c</sup>   |
| Grup 3  | 3,08 ± 0,72 <sup>ABC</sup>    | 2,27 ± 0,18 <sup>BCDEFG</sup> | 2,19 ± 0,33 <sup>BCDEFG</sup>  | 2,51 ± 0,60 <sup>ab</sup>  |
| Grup 4  | 3,52 ± 0,60 <sup>A</sup>      | 1,76 ± 0,23 <sup>EFG</sup>    | 2,51 ± 0,15 <sup>ABCDEF</sup>  | 2,60 ± 0,82 <sup>ab</sup>  |
| Grup 5  | 3,20 ± 0,82 <sup>AB</sup>     | 1,88 ± 0,52 <sup>DEFG</sup>   | 1,80 ± 0,38 <sup>DEFG</sup>    | 2,29 ± 0,86 <sup>abd</sup> |
| Grup 6  | 2,70 ± 0,46 <sup>ABCDE</sup>  | 2,34 ± 0,47 <sup>BCDEFG</sup> | 2,90 ± 0,46 <sup>ABCD</sup>    | 2,65 ± 0,49 <sup>b</sup>   |
| Grup 7  | 3,17 ± 0,91 <sup>AB</sup>     | 2,20 ± 0,35 <sup>BCDEFG</sup> | 2,53 ± 0,63 <sup>ABCDEF</sup>  | 2,64 ± 0,75 <sup>ab</sup>  |
| Grup 8  | 2,30 ± 0,09 <sup>BCDEFG</sup> | 1,90 ± 0,22 <sup>DEFG</sup>   | 2,37 ± 0,20 <sup>BCDEFG</sup>  | 2,19 ± 0,27 <sup>abd</sup> |
| Grup 9  | 2,56 ± 0,37 <sup>ABCDEF</sup> | 2,00 ± 0,40 <sup>CDEFG</sup>  | 1,95 ± 0,35 <sup>DEFG</sup>    | 2,17 ± 0,45 <sup>ad</sup>  |
| Grup 10 | 2,35 ± 0,35 <sup>BCDEFG</sup> | 1,86 ± 0,41 <sup>DEFG</sup>   | 2,42 ± 0,39 <sup>ABCDEFG</sup> | 2,21 ± 0,44 <sup>abd</sup> |
| Toplam  | 2,63 ± 0,79 <sup>a</sup>      | 1,96 ± 0,41 <sup>b</sup>      | 2,27 ± 0,48 <sup>c</sup>       | 2,28 ± 0,64                |

a-d: Aynı harfe sahip gruplar arasında fark yoktur, A-G: Aynı harfe sahip etkileşimler arasında fark yoktur

#### 4.2.2. Elastik Modül Bulguları

Elastik modül ölçüm sonuçlarının istatistiksel sonuçları Çizelge 4.5. ve Çizelge 4.6. da gösterildiği gibidir.

Çizelge 4.5. Grup ve ölçüme göre elastik modül değerlerinin(GPa) karşılaştırılması

|              | Test istatistiği* | Sd | P                |
|--------------|-------------------|----|------------------|
| Grup         | 6311,71           | 9  | <b>&lt;0,001</b> |
| Ölçüm        | 846,86            | 2  | <b>&lt;0,001</b> |
| Grup * Ölçüm | 36,40             | 9  | <b>&lt;0,001</b> |

\*Wald testi, Sd: Serbestlik derecesi

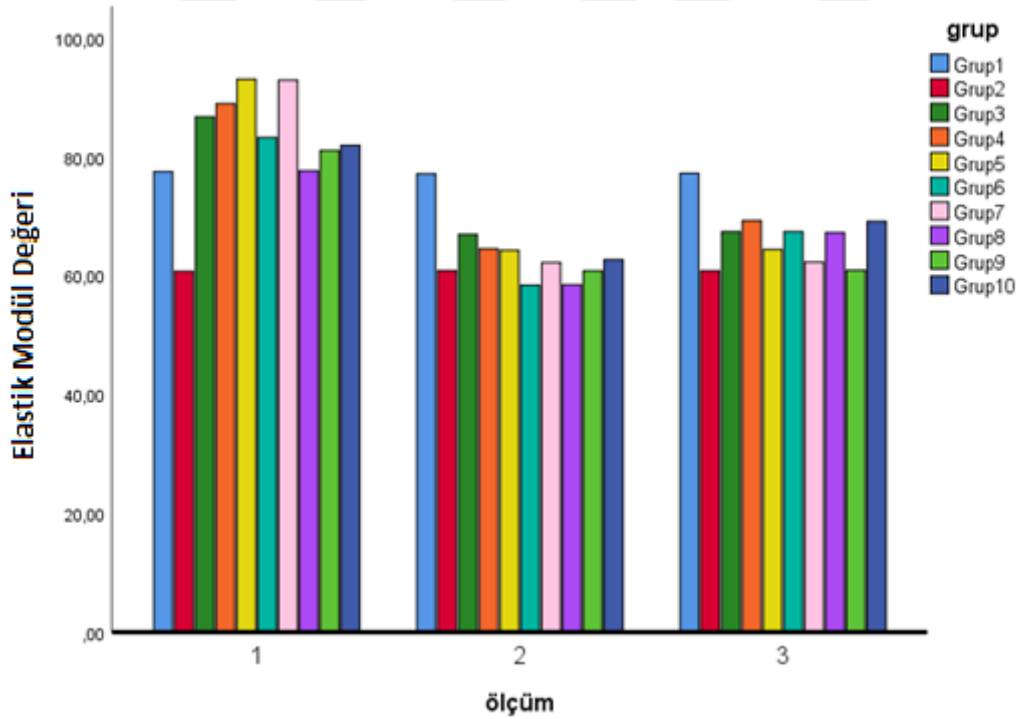
Beyazlatma uygulanan grupların elastik modül değerleri kontrol grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde değişmiştir ( $p<0,001$ ). Grup 1'in ortalaması 77,29GPa, Grup 2'nin ortalaması 60,79GPa, Grup 3'ün ortalaması 73,66GPa, Grup 4'ün ortalaması 74,20GPa, Grup 5'in ortalaması 73,87GPa, Grup 6'nın ortalaması 69,65GPa, Grup 7'nin ortalaması 72,43GPa, Grup 8'in ortalaması 67,74GPa, Grup 9'un ortalaması 67,56GPa, Grup 10'un ortalaması 71,22GPa olarak elde edilmiştir. Gruplara göre elastik modül ortalama değerleri farklılık göstermektedir. En yüksek ortalama değer Grup 1'ten elde edilmişken en düşük ortalama değer Grup 2'den elde edilmiştir. Ölçümler arası elastik modül değerleri incelendiğinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur ( $p<0,001$ ). 1. Ölçüm ortalaması 82,33GPa, 2. Ölçüm ortalaması 63,6GPa, 3. Ölçüm ortalaması 66,58GPa olarak elde edilmiştir. Ölçümlere göre elastik modül ortalama değerleri farklılık göstermektedir. Bu farklılık 1. Ölçüm ortalamasının diğer ölçümlerin ortalamalarından yüksek olarak elde edilmesinden kaynaklanmaktadır. Grup ve ölçüm etkileşimi elastik modül değerleri üzerine istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $p<0,001$ ). En yüksek ortalama değer 93,00GPa olarak Grup 5'in 1. Ölçümünde elde edilmişken en düşük ortalama değer 58,34GPa olarak Grup 6'nın 2. ölçümünde elde edilmiştir. Beyazlatma ajanı uygulanmayan Grup 1 ve Grup 2'nin tüm ölçümler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmazken, diğer grupların 1. ve 2. ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark vardır. Beyazlatma sonrası remineralize ajan uygulanan tüm gruplarda elastik modülde bir artış gözlemlenmiştir. 1 ve 2. ölçüm sonrası beyazlatma ajanı uygulanan grupların elastik modül değişim ortalamaları kıyaslandığında Philips Zoom DayWhite %9.5>Whiteness Perfect %16 PF> Opalescence Boost %40 PF> Opalescence PF %10 sıralamasıyla azalmıştır.

Çizelge 4.6. Grup ve ölçüme göre elastik modül değerlerine(GPa) ait tanımlayıcı istatistikler

|        | ort1.elastik modül    |       | ort2.elastik modül  |       | ort3.elastik modül   |       | total                |       |
|--------|-----------------------|-------|---------------------|-------|----------------------|-------|----------------------|-------|
|        | ort                   | ss    | ort                 | ss    | ort                  | ss    | Ort                  | ss    |
| Grup1  | <sup>B</sup> 77,47±   | 13,46 | <sup>B</sup> 77,11± | 13,27 | <sup>B</sup> 77,20±  | 13,35 | <sup>c</sup> 77,29±  | 13,36 |
| Grup2  | <sup>A</sup> 60,71±   | 7,26  | <sup>A</sup> 60,79± | 7,28  | <sup>A</sup> 60,77±  | 7,23  | <sup>a</sup> 60,79±  | 7,25  |
| Grup3  | <sup>BCD</sup> 86,69± | 5,03  | <sup>A</sup> 66,93± | 4,9   | <sup>A</sup> 67,37±  | 4,58  | <sup>bc</sup> 73,66± | 4,60  |
| Grup4  | <sup>CD</sup> 88,92±  | 7,18  | <sup>A</sup> 64,47± | 2,76  | <sup>BC</sup> 69,21± | 2,23  | <sup>bc</sup> 74,20± | 3,57  |
| Grup5  | <sup>D</sup> 93,00±   | 2,88  | <sup>A</sup> 64,24± | 2,79  | <sup>A</sup> 64,38±  | 3,01  | <sup>bc</sup> 73,87± | 1,79  |
| Grup6  | <sup>BCD</sup> 83,23± | 2,77  | <sup>A</sup> 58,34± | 1,7   | <sup>A</sup> 67,40±  | 2,22  | <sup>bc</sup> 69,65± | 1,88  |
| Grup7  | <sup>D</sup> 92,85±   | 5,43  | <sup>A</sup> 62,18± | 2,83  | <sup>A</sup> 62,26±  | 2,59  | <sup>bc</sup> 72,43± | 1,49  |
| Grup8  | <sup>B</sup> 77,58±   | 11,33 | <sup>A</sup> 58,46± | 10,16 | <sup>A</sup> 67,19±  | 11,16 | <sup>ab</sup> 67,74± | 10,72 |
| Grup9  | <sup>BC</sup> 81,01±  | 3,21  | <sup>A</sup> 60,77± | 2,73  | <sup>A</sup> 60,90±  | 2,47  | <sup>ab</sup> 67,56± | 2,69  |
| Grup10 | <sup>BC</sup> 81,88±  | 0,48  | <sup>A</sup> 62,67± | 1,85  | <sup>BC</sup> 69,11± | 1,51  | <sup>bc</sup> 71,22± | 1,19  |
| Total  | <sup>a</sup> 82,33±   | 11,06 | <sup>b</sup> 63,6±  | 7,71  | <sup>c</sup> 66,58±  | 7,46  | <sup>bc</sup> 70,84± | 7,24  |

a-d: Aynı harfe sahip gruplar arasında fark yoktur, A-E: Aynı harfe sahip etkileşimler arasında fark yoktur

Grup ve ölçüme göre elastik modül değerleri grafiği Şekil 4.1.'de verilmiştir.



Şekil 4.1. Grup ve ölçüme göre elastik modül değerleri(GPa)

### 4.2.3. Pürüzlülük Bulguları

Pürüzlülük ölçüm sonuçlarının istatistiksel sonuçları Çizelge 4.7. ve Çizelge 4.8. da gösterildiği gibidir.

Çizelge 4.7. Grup ve ölçüme göre pürüzlülük değerlerinin karşılaştırılması(nm)

|              | Test istatistiği* | Sd | P                |
|--------------|-------------------|----|------------------|
| Grup         | 34,062            | 9  | <b>&lt;0,001</b> |
| Ölçüm        | 594,95            | 2  | <b>&lt;0,001</b> |
| Grup * Ölçüm | 16,80             | 18 | <b>&lt;0,001</b> |

\*Wald Ki-kare testi, Sd: Serbestlik derecesi

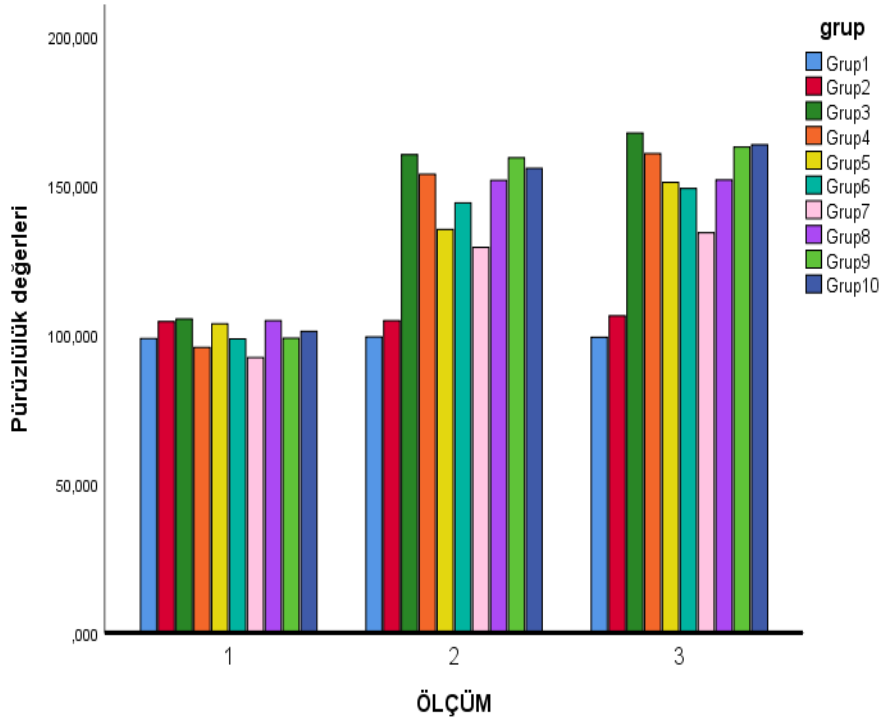
Kontrol gruplarına kıyasla beyazlatma ajanı uygulanan grupların pürüzlülük değerleri istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $p<0,001$ ). Grup 1'in ortalaması 98,91nm, Grup 2'nin ortalaması 105,01nm, Grup 3'ün ortalaması 144,25nm, Grup 4'ün ortalaması 136,60nm, Grup 5'in ortalaması 129,84nm, Grup 6'nın ortalaması 130,45nm, Grup 7'nin ortalaması 118,46nm, Grup 8'in ortalaması 135,96nm, Grup 9'un ortalaması 140,18nm, Grup 10'un ortalaması 140,05nm olarak elde edilmiştir. Gruplara göre pürüzlülük ortalama değerleri farklılık göstermektedir. En yüksek ortalama değer Grup 10'da elde edilmişken en düşük ortalama değer grup 1'den elde edilmiştir. 1. ,2. ve 3. ölçüm pürüzlülük değerleri üzerine istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $<0,001$ ). Grup ve ölçüm etkileşimi pürüzlülük değerleri üzerine istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $<0,001$ ). Beyazlatma ajanı uygulanmayan Grup 1 ve Grup 2'nin 1. ve 2. ölçümleri arasında istatistiksel anlamlı bir fark bulunmazken, diğer grupların 1. ve 2. ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark vardır. 2. ve 3. ölçüm değerleri arasında herhangi bir işlem uygulanmayan 1.Grup haricinde tüm gruplarda pürüzlülük artışı görülmüştür. 1. ve 2. ölçüm sonrası beyazlatma ajanı uygulanan grupların pürüzlülük değişim ortalamaları kıyaslandığında Opalescence PF %10>Opalescence Boost %40 PF>Whiteness Perfect %16 PF> Philips Zoom DayWhite %9.5 sıralamasıyla artmıştır.

Çizelge 4.8. Grup ve ölçüme göre pürüzlülük değerlerine(nm) ait tanımlayıcı istatistikler

|          | pürüzlülük-1         |       | pürüzlülük-2           |       | pürüzlülük-3          |       | total                 |       |
|----------|----------------------|-------|------------------------|-------|-----------------------|-------|-----------------------|-------|
|          | Ort                  | SS    | ort                    | SS    | ort                   | SS    | ort                   | SS    |
| Grup1    | 98,60±               | 7,98  | <sup>A</sup> 99,14±    | 8,18  | <sup>A</sup> 99,00±   | 9,49  | <sup>a</sup> 98,91±   | 8,47  |
| Grup2    | 104,26±              | 3,33  | <sup>A</sup> 104,60±   | 5,79  | <sup>A</sup> 106,17±  | 7,02  | <sup>a</sup> 105,01±  | 5,18  |
| Grup3    | 105,15±              | 14,67 | <sup>D</sup> 160,18±   | 25,19 | <sup>C</sup> 167,42±  | 27,71 | <sup>a</sup> 144,25±  | 20,96 |
| Grup4    | 95,60±               | 11,07 | <sup>CD</sup> 153,62±  | 17,62 | <sup>C</sup> 160,57±  | 12,92 | <sup>b</sup> 136,60±  | 11,42 |
| Grup5    | 103,51±              | 8,46  | <sup>BC</sup> 135,13±  | 21,17 | <sup>BC</sup> 150,89± | 8,43  | <sup>a</sup> 129,84±  | 11,25 |
| Grup6    | 98,44±               | 14,32 | <sup>BCD</sup> 144,05± | 25,44 | <sup>BC</sup> 148,85± | 22,67 | <sup>a</sup> 130,45±  | 20,39 |
| Grup7    | 92,22±               | 19,42 | <sup>B</sup> 129,14±   | 16,15 | <sup>B</sup> 134,01±  | 17,91 | <sup>a</sup> 118,46±  | 16,55 |
| Grup8    | 104,59±              | 7,95  | <sup>BCD</sup> 151,58± | 9,51  | <sup>BC</sup> 151,72± | 20,07 | <sup>bc</sup> 135,96± | 9,42  |
| Grup9    | 98,72±               | 7,05  | <sup>CD</sup> 159,11±  | 14,19 | <sup>C</sup> 162,72±  | 12,77 | <sup>bc</sup> 140,18± | 10,19 |
| Grup10   | 101,00±              | 3,51  | <sup>CD</sup> 155,63±  | 9,43  | <sup>C</sup> 163,50±  | 10,04 | <sup>bc</sup> 140,05± | 7,04  |
| Subtotal | <sup>a</sup> 100,21± | 10,68 | <sup>b</sup> 139,22±   | 26,02 | <sup>c</sup> 144,48±  | 27,40 | 127,97±               | 19,04 |

a-c: Aynı harfe sahip gruplar arasında fark yoktur

Grup ve ölçüme göre pürüzlülük değer grafiği Şekil 4.2.'da verilmiştir.



Şekil 4.2. Grup ve ölçüme göre pürüzlülük değerleri(nm)

### 4.3. Tarama Elektron Mikroskobu (SEM) ve EDS Bulguları

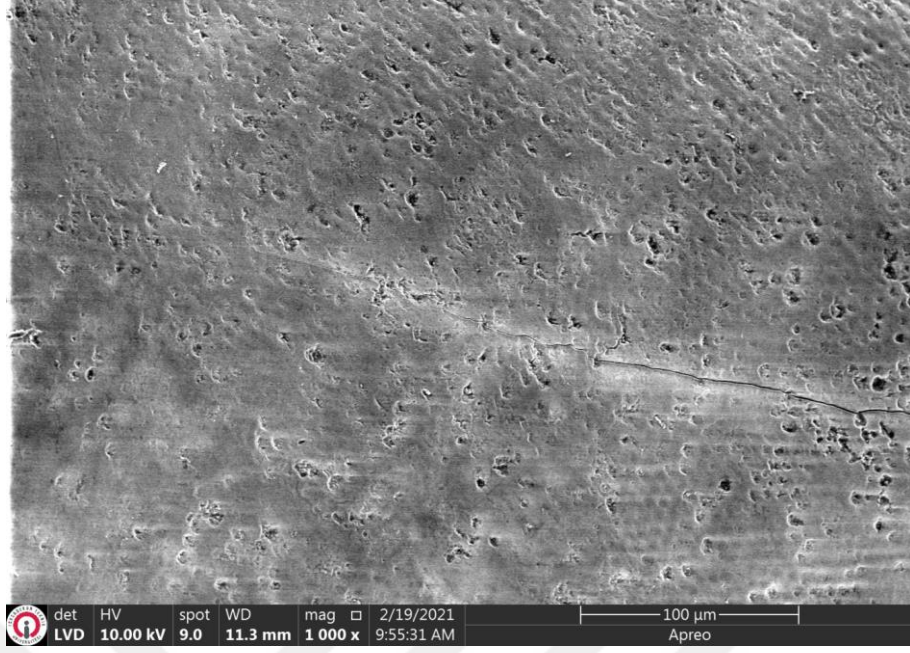
Mine örneklerinin sagittal kesitlerinin SEM görüntüleri her bir grup için X1000, X5000, X10000 ve X20000 büyütmede fotoğraflandı. Beyazlatma işlemi sonrası meydana gelen değişimlerin karşılaştırılabilmesi için örneklerin beyazlatma işlemi öncesi, beyazlatma işlemi sonrası ve Remin Pro uygulandıktan sonra olan görüntüleri incelenmiştir.

G2 örneğinin beyazlatma ajanı. G2 örneğinin beyazlatma ajanı uygulanmadan önceki x1000 SEM görüntüsü Şekil 4.3.' de verilmiştir.



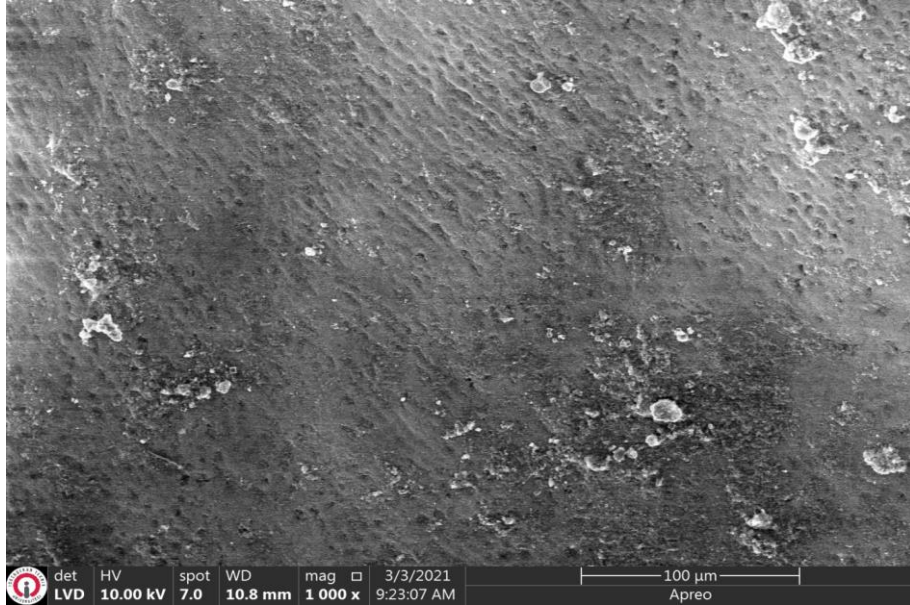
Şekil 4.3. G2 örneğinin beyazlatma ajanı uygulanmadan önceki x1000 SEM görüntüsü

G2 örneğinin Opalescence Boost %40 PF uygulandıktan sonraki x1000 SEM görüntüsünde (Şekil 4.4.) yüzey morfolojisinde bozulmalar ve bal peteği görüntüsü izlenmektedir.



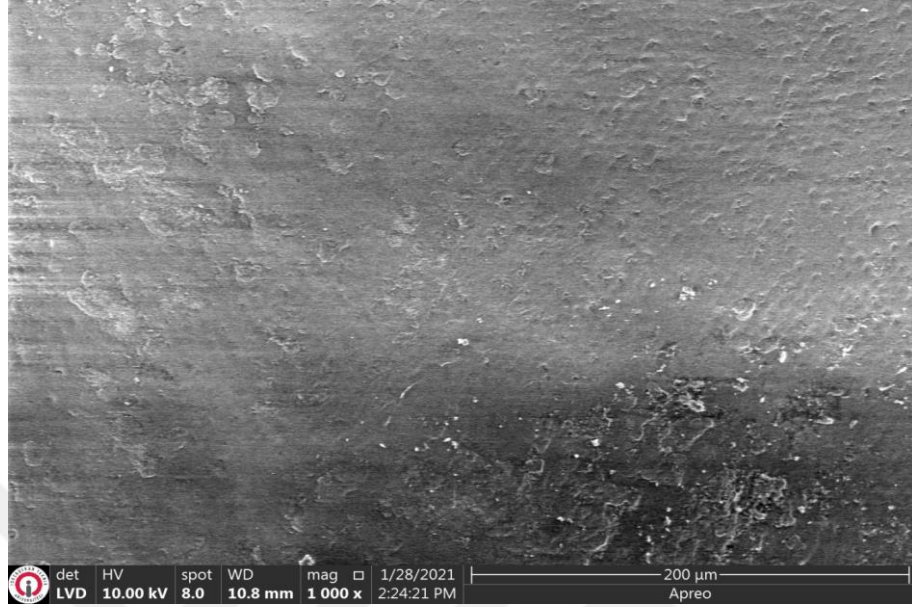
Şekil 4.4. G2 örneğinin Opalescence Boost %40 PF uygulandıktan sonraki x1000 SEM görüntüsü

G2 örneğinin Remin Pro uygulandıktan sonraki x1000 SEM görüntüsü Şekil 4.5.'te verilmiştir. SEM görüntüsü incelendiğinde Remin Pro uygulaması sonrası bal peteği görüntüsünde azalma görülmektedir.



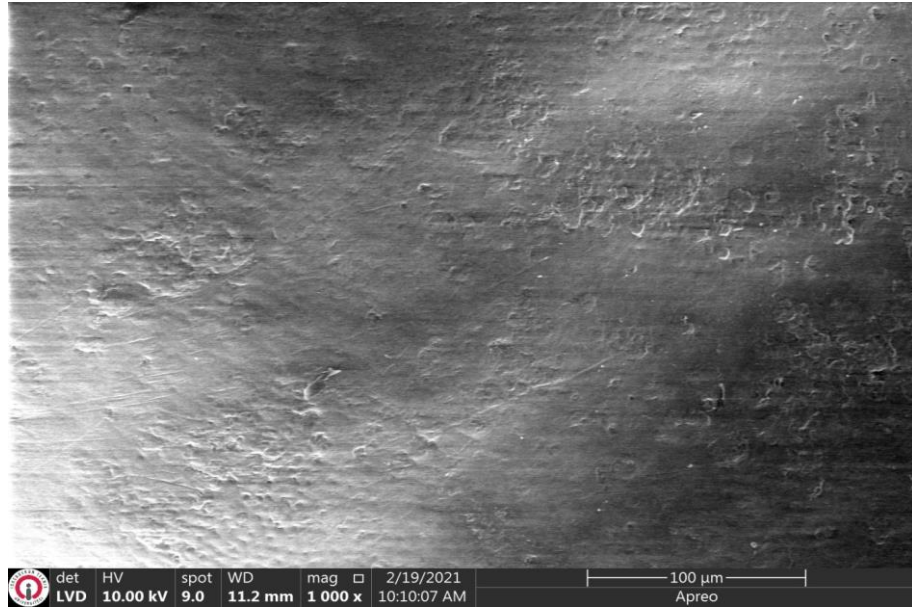
Şekil 4.5. G2 örneğinin Remin Pro uygulandıktan sonraki x1000 SEM görüntüsü

G3 örneğinin beyazlatma ajanı uygulanmadan önceki x1000 SEM görüntüsü  
Şekil 4.6.'te verilmiştir.

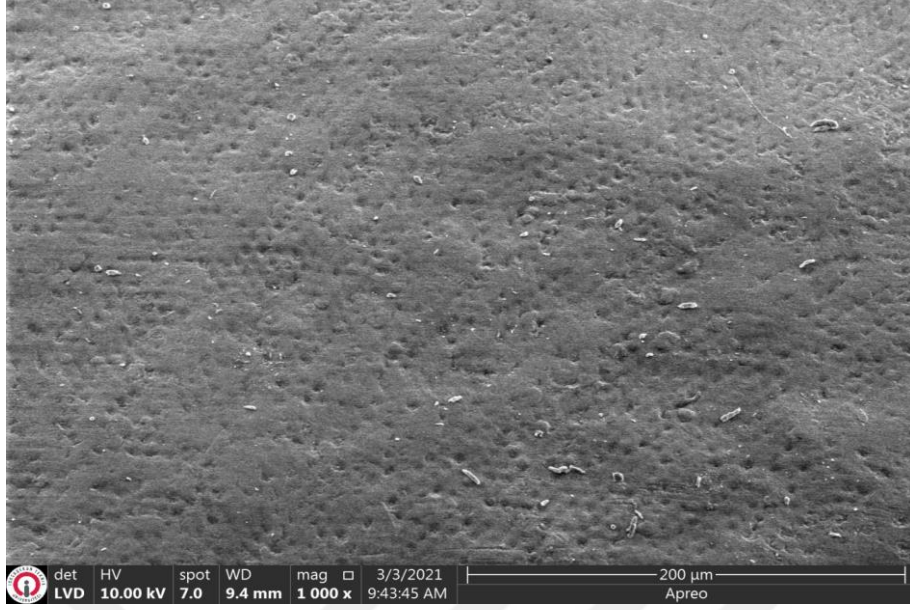


Şekil 4.6. G3 örneğinin beyazlatma ajanı uygulanmadan önceki x1000 SEM görüntüsü

G3 örneğinin Daywhite %9.5 HP uygulandıktan (Şekil 4.7.) ve Remin Pro uygulandıktan (Şekil 4.8.) sonraki x1000 SEM görüntüsü aşağıda verilmiştir.

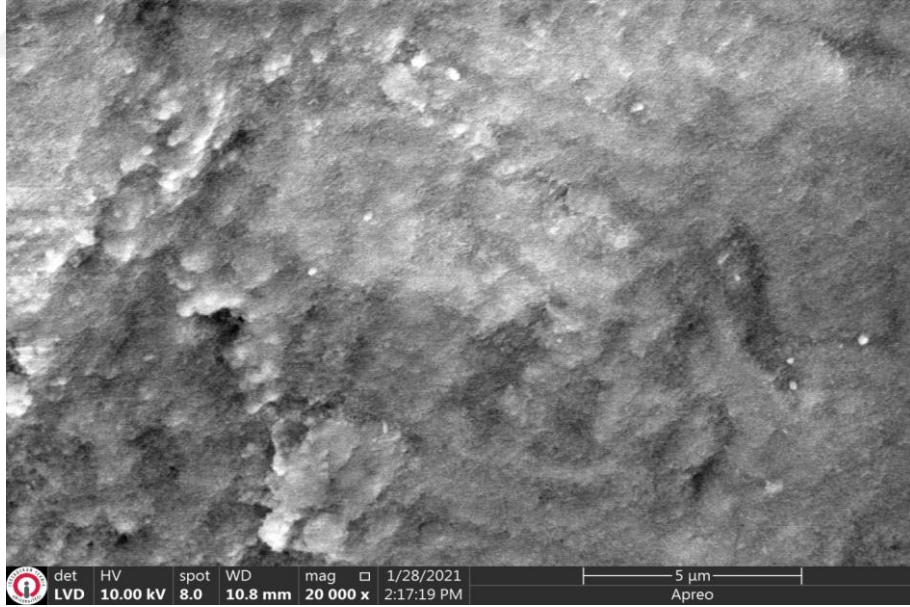


Şekil 4.7. G3 örneğinin Daywhite %9.5 HP uygulandıktan sonraki x1000 SEM görüntüsü

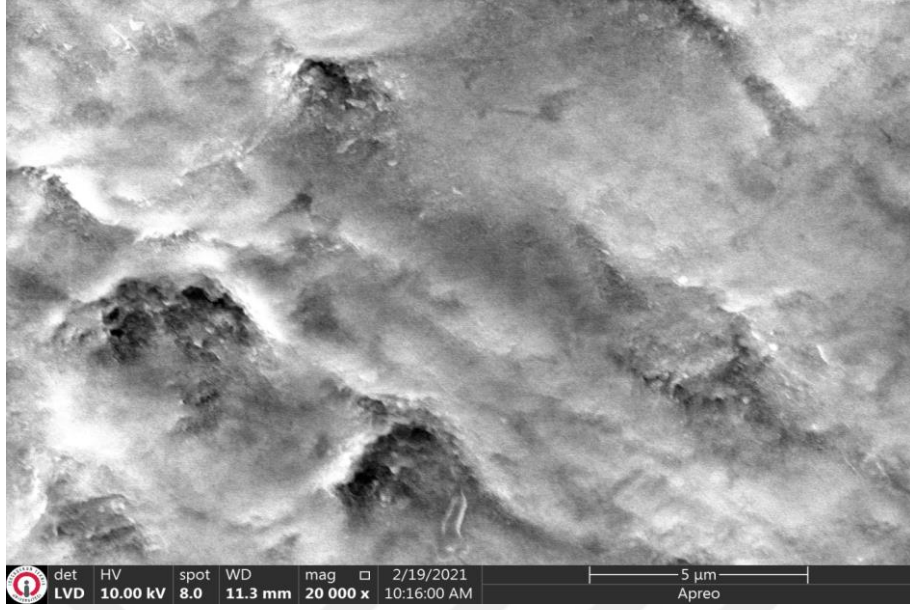


Şekil 4.8. G3 örneğinin Remin Pro uygulandıktan sonraki x1000 SEM görüntüsü

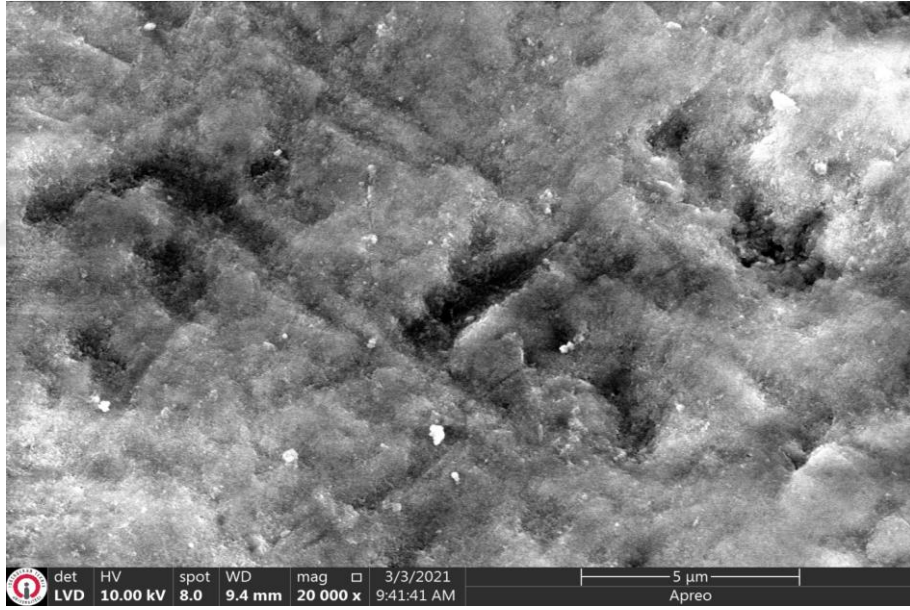
G3 örneğinin beyazlatma ajanı uygulanmadan önceki (Şekil 4.9.), Daywhite %9.5 HP uygulandıktan (Şekil 4.10.) ve Remin Pro uygulandıktan (Şekil 4.11.) sonraki x20000 SEM görüntüsü aşağıda verilmiştir.



Şekil 4.9. G3 örneğinin beyazlatma ajanı uygulanmadan önceki x20000 SEM görüntüsü

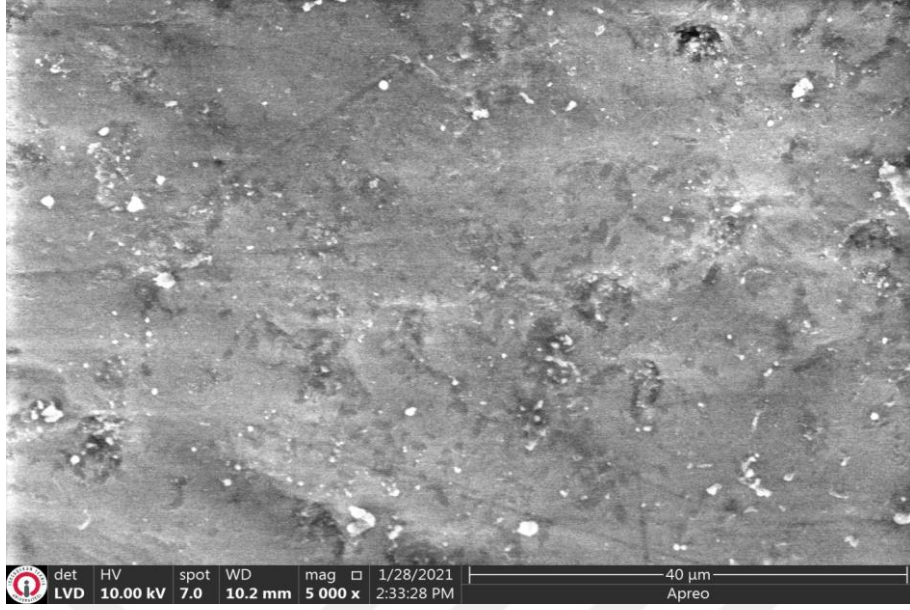


Şekil 4.10. G3 örneğinin Daywhite %9.5 HP uygulandıktan sonraki x20000 SEM görüntüsü

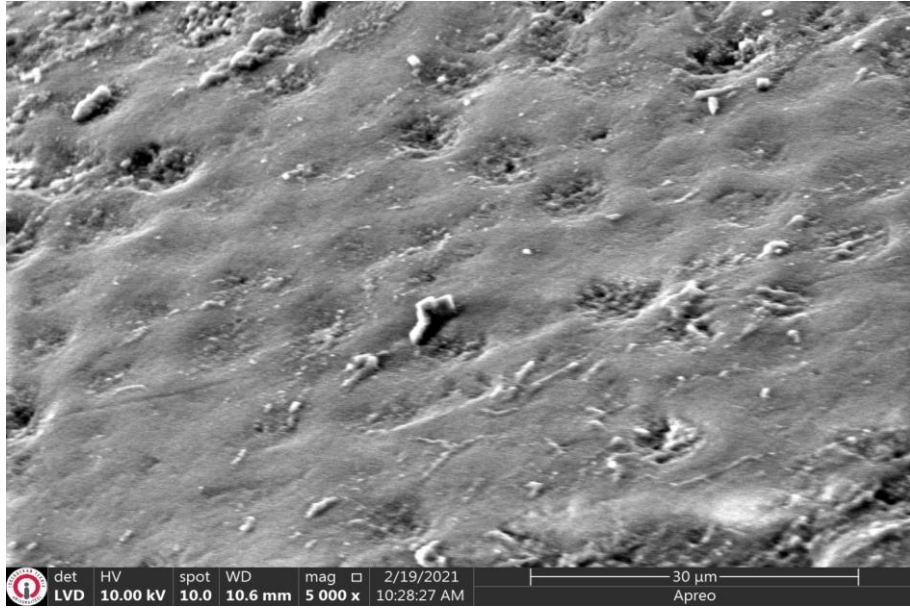


Şekil 4.11. G3 örneğinin Remin Pro uygulandıktan sonraki x20000 SEM görüntüsü

G4 örneğinin beyazlatma ajanı uygulanmadan önceki (Şekil 4.12.) ve Whiteness Perfect %16 uygulandıktan sonraki (Şekil 4.13.) x5000 SEM görüntüsü incelendiğinde beyazlatma ajanı uygulaması sonrasında diş yüzey morfolojisindeki bozulmalar ve bal peteği görüntüsü izlenmektedir.

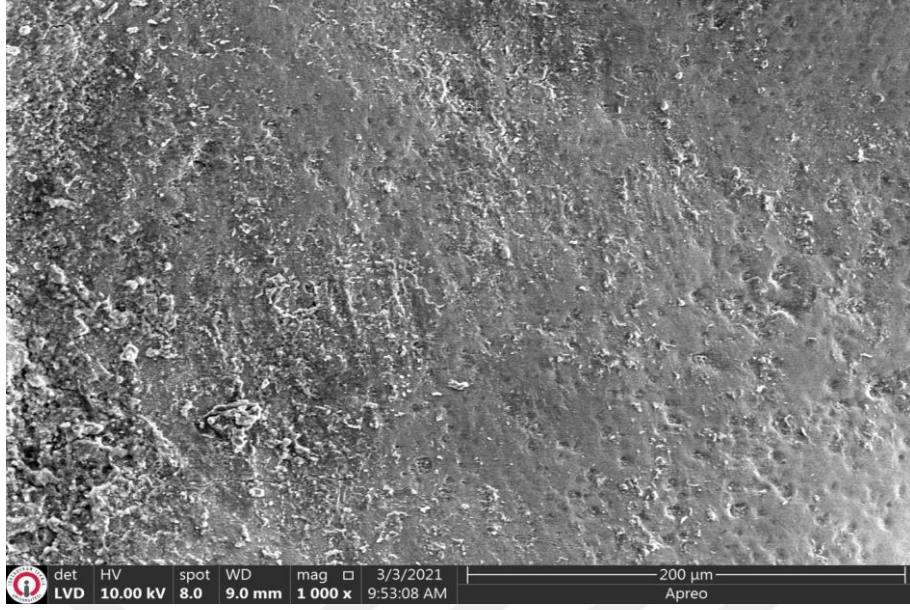


Şekil 4.12. G4 örneğinin beyazlatma ajanı uygulanmadan önceki x5000 SEM görüntüsü



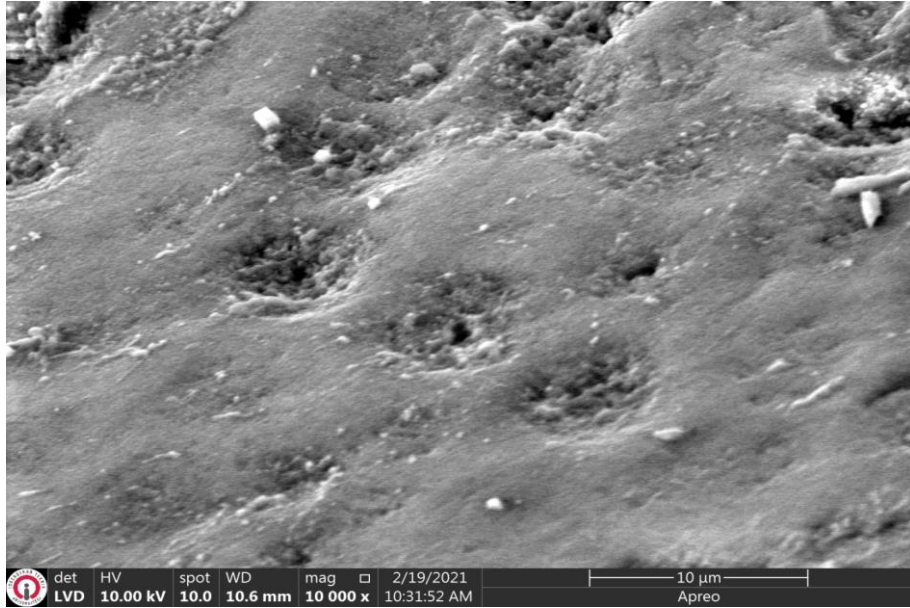
Şekil 4.13. G4 örneğinin Whiteness Perfect %16 uygulandıktan sonraki x5000 SEM görüntüsü

G4 örneğinin Remin Pro uygulandıktan sonraki x1000 SEM görüntüsü incelendiğinde bal peteği görünümünde azalmalar izlenmektedir (Şekil 4.14.)

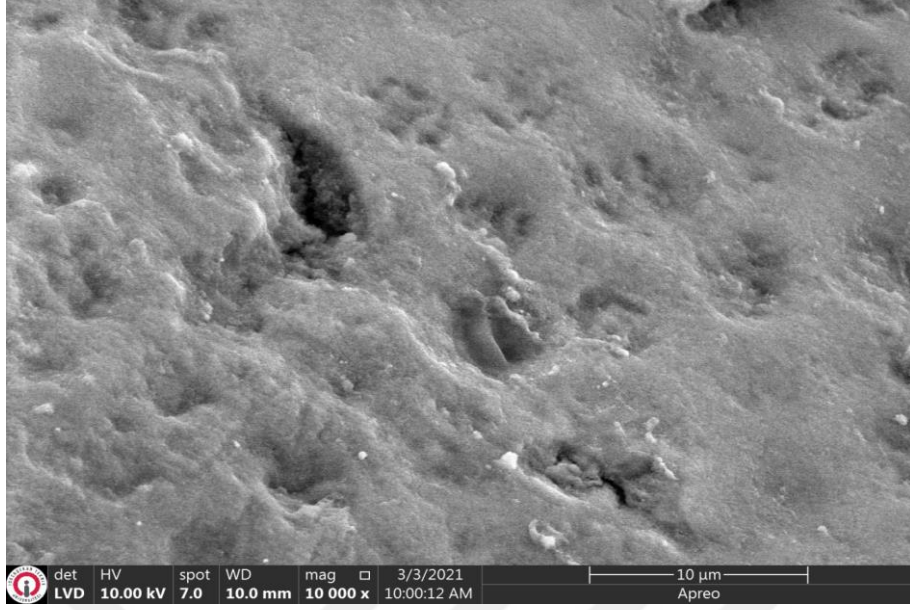


Şekil 4.14. G4 örneğinin Remin Pro uygulandıktan sonraki x1000 SEM görüntüsü

G4 örneğinin Whiteness Perfect %16 (Şekil 4.15.) ve Remin Pro (Şekil 4.16.) uygulandıktan sonraki x10000 SEM görüntüsü aşağıdaki verilmiştir.

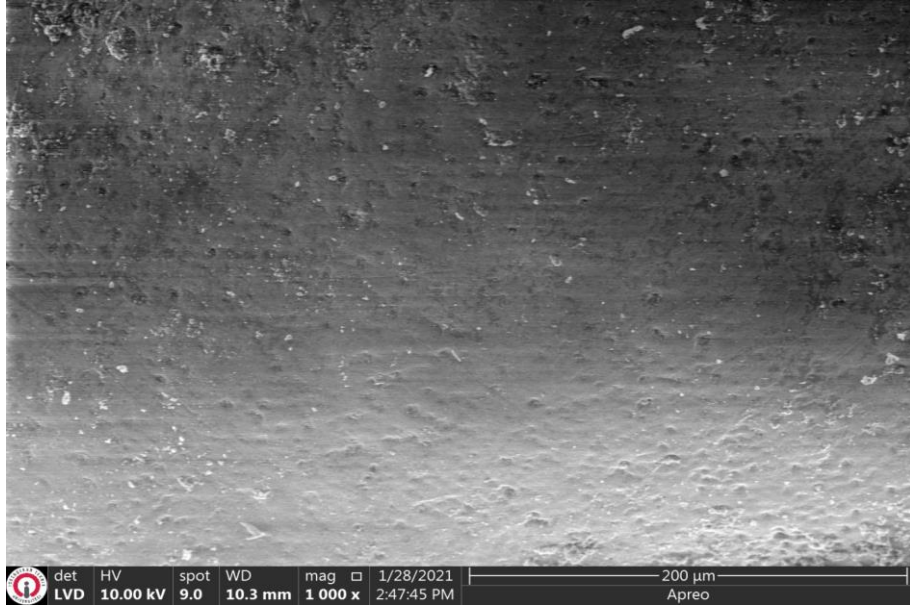


Şekil 4.15. G4 örneğinin Whiteness Perfect %16 uygulandıktan sonraki x10000 SEM görüntüsü



Şekil 4.16. G4 örneğinin Remin Pro uygulandıktan sonraki x10000 SEM görüntüsü

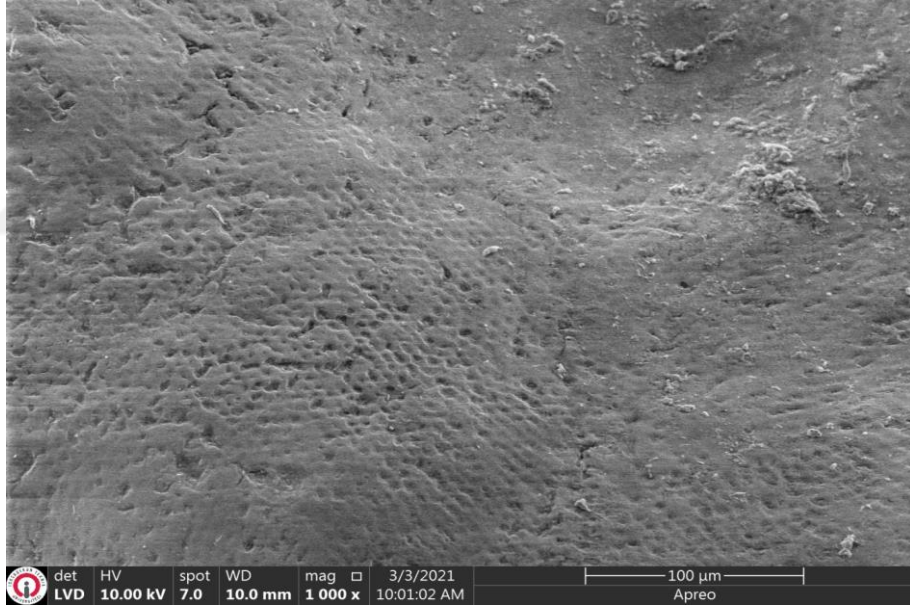
G5 örneğinin beyazlatma ajanı uygulanmadan önceki (Şekil 4.17.), Opalescence® PF %10 (Şekil 4.18.) ve Remin Pro (Şekil 4.19.) uygulandıktan sonraki x1000 SEM görüntüsü incelendiğinde, beyazlatma ajanı uygulaması sonrasında diş yüzey morfolojisindeki bozulmalar ve bal peteği görüntüsü izlenmekte, Remin Pro uygulaması sonrası bu oluşumlar gözlenmeye devam etmektedir.



Şekil 4.17. G5 örneğinin beyazlatma ajanı uygulanmadan önceki x1000 SEM görüntüsü

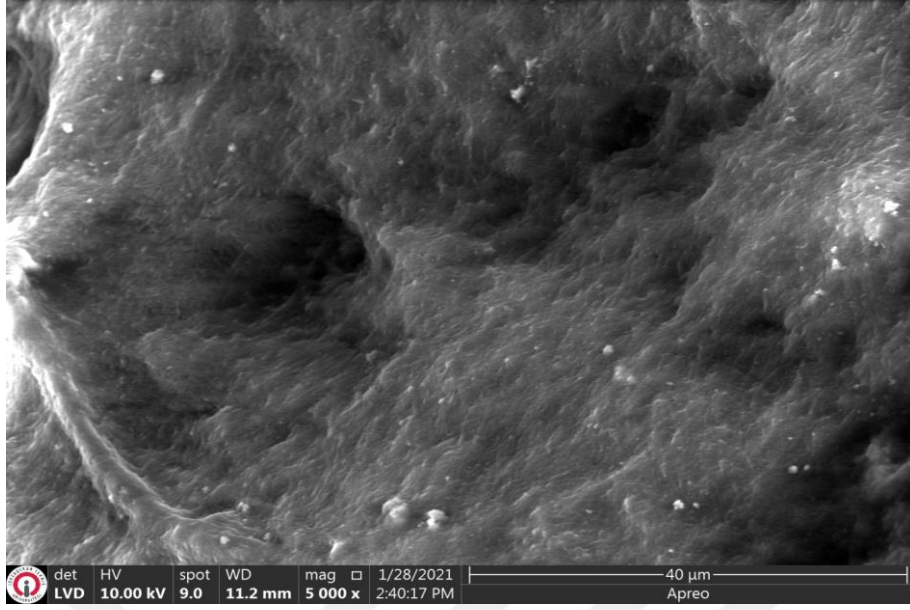


Şekil 4.18. G5 örneğinin Opalescence® PF %10 uygulandıktan sonraki x1000 SEM görüntüsü

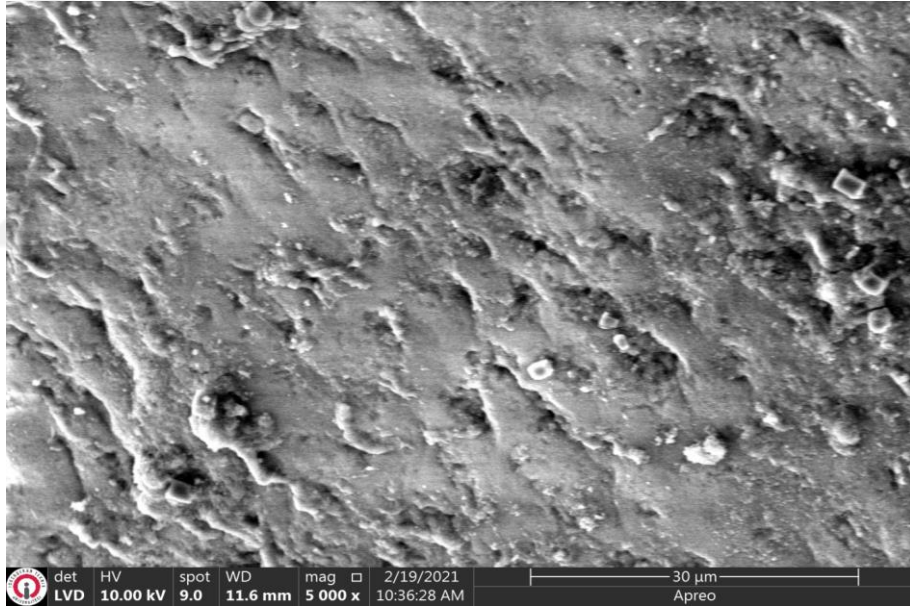


Şekil 4.19. G5 örneğinin Remin Pro uygulandıktan sonraki x1000 SEM görüntüsü

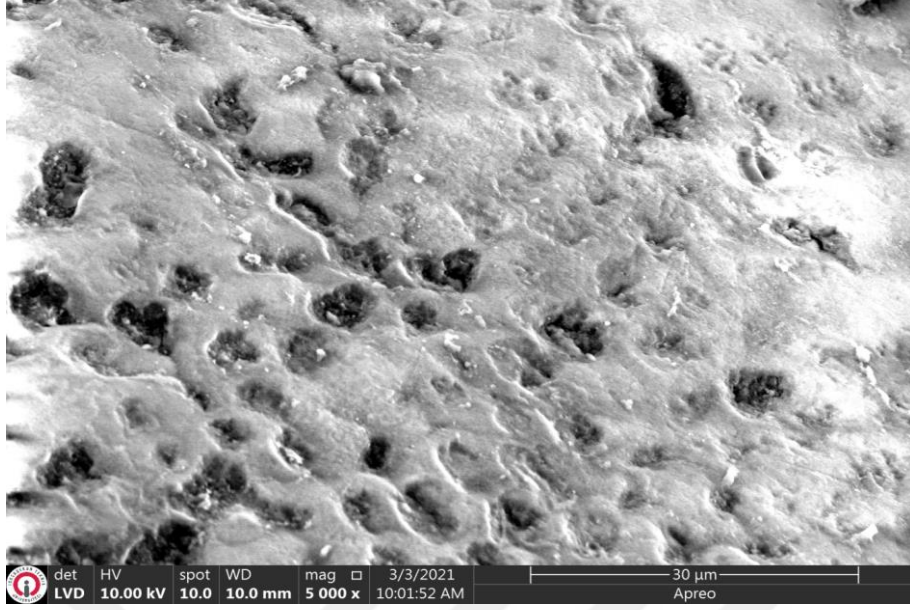
G5 örneğinin beyazlatma ajanı uygulanmadan önceki (Şekil 4.20.), Opalescence® PF %10 (Şekil 4.21.) ve Remin Pro (Şekil 4.22.) uygulandıktan uygulandıktan sonraki x5000 SEM görüntüsü incelendiğinde, beyazlatma ajanı uygulaması sonrasında diş yüzey morfolojisindeki bozulmalar ve bal peteği görüntüsü izlenmekte, Remin Pro uygulaması sonrası bu oluşumlarda azalma gözlenmiştir.



Şekil 4.20. G5 örneğinin beyazlatma ajanı uygulanmadan önceki x5000 SEM görüntüsü

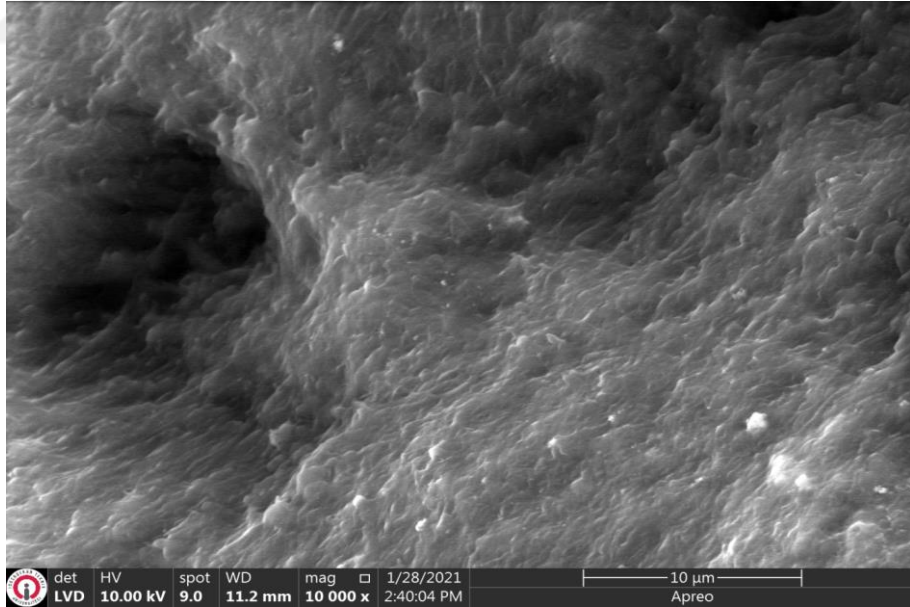


Şekil 4.21. G5 örneğinin Opalescence® PF %10 uygulandıktan sonraki x5000 SEM görüntüsü

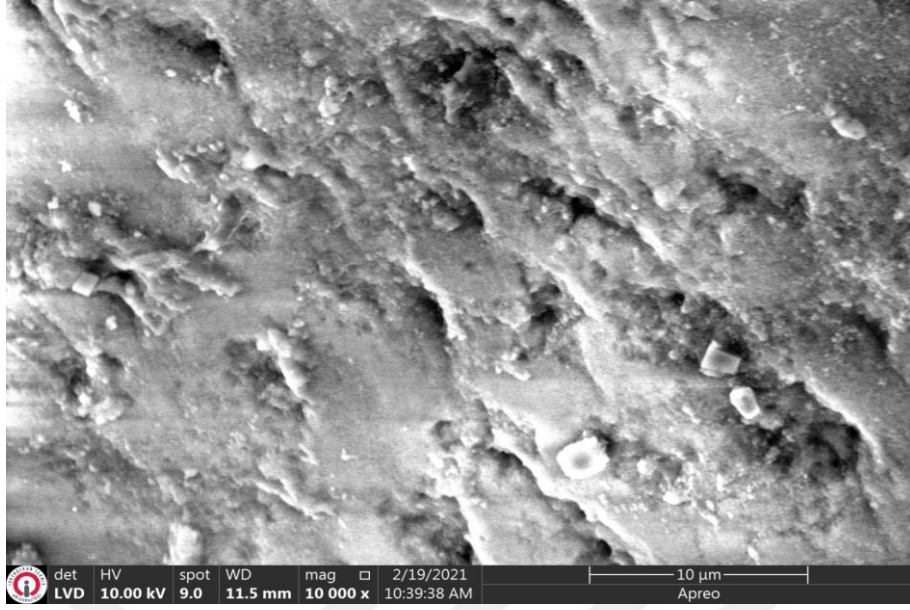


Şekil 4.22. G5 örneğinin Remin Pro uygulandıktan sonraki x5000 SEM görüntüsü

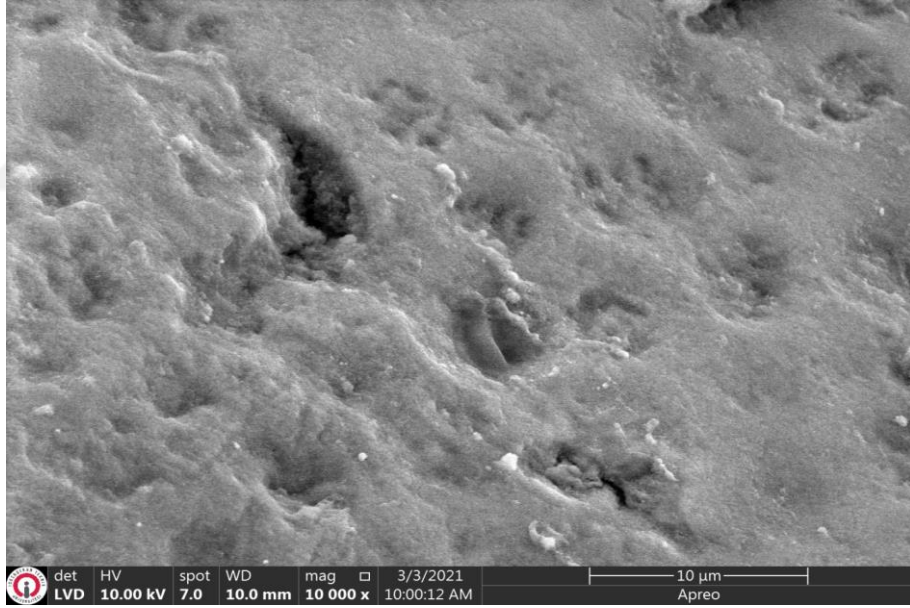
G5 örneğinin beyazlatma ajanı uygulanmadan önceki (Şekil 4.23.), Opalescence® PF %10 (Şekil 4.24.) ve Remin Pro (Şekil 4.25.) uygulandıktan sonraki x10000 SEM görüntüsü aşağıdaki gibidir.



Şekil 4.23. G5 örneğinin beyazlatma ajanı uygulanmadan önceki x10000 SEM görüntüsü



Şekil 4.24. G5 örneğinin Opalessence® PF %10 uygulandıktan sonraki x10000 SEM görüntüsü



Şekil 4.25. G5 örneğinin Remin Pro uygulandıktan sonraki x10000 SEM görüntüsü

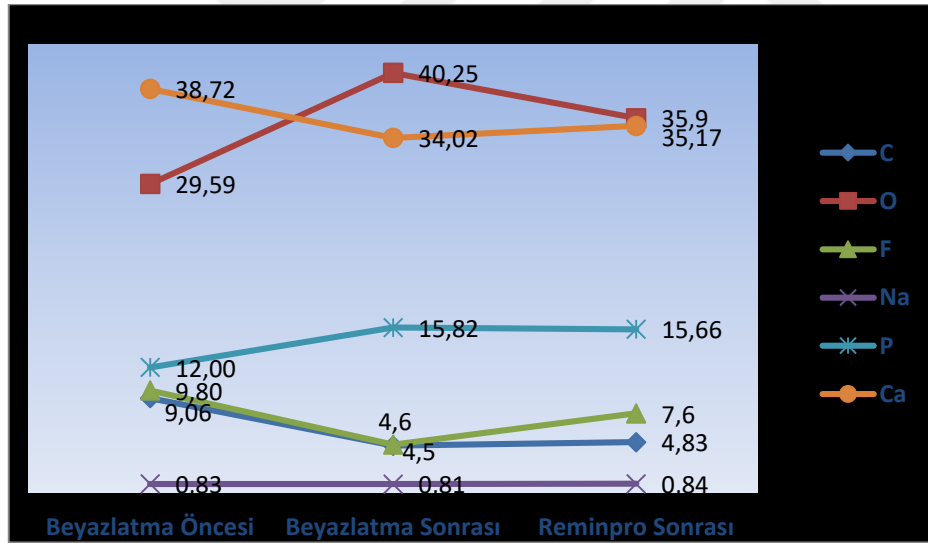
Beyazlatma işlemi sonrasında alınan SEM görüntüleri değerlendirildiğinde minenin oldukça poröz yapıda olduğu gözlemlenmektedir. Yapılan beyazlatma uygulamalarının mine yüzeylerinde farklı morfolojik değişiklikler olduğu görüldü. Uygulanan beyazlatma işlemleri sonrası bal peteği görünümü belirgin bir şekilde izlendi. Mine kristallerinin çözüldüğü ve prizmalar arasında oluşan boşluklar gözlemlendi.

Remin Pro uygulanan örneklerin SEM görüntülerinde x1000, x5000, x10000 ve x20000 büyütmedeki fotoğraflarında mine kristallerindeki çözünme, prizmalar arasında oluşan boşluklar ve bal peteği görüntüsünde azalma tespit edildi.

Opalescence Boost %40 PF (Ultradent) uyguladığımız G2 örneğinde Ca, C, O, P, F ve Na elementlerinin atom ağırlık yüzdeleri incelendiğinde başlangıç yüzdelerine oranla beyazlatma ajanı sonrası Ca, C, Na ve F elementlerinde azalma, P ve O elementlerinde artış tespit edilmiştir. Remin Pro uygulaması sonrası 3. ölçümde Ca, Na, C ve F elementlerinde artış gözlemlendi (Çizelge 4.9. , Çizelge 4.10.).

G2 örneğinin başlangıç, Opalescence Boost %40 PF (Ultradent) beyazlatma ajanı ve Remin Pro (Voco GmbH) uygulandıktan sonra elementel ağırlık yüzdesi değişim grafiği (Çizelge 4.9.) ve değişim değerleri (Çizelge 4.10.) verilmiştir.

Çizelge 4.9. G2 Örneğinin Başlangıç, Opalescence Boost %40 PF (Ultradent) Beyazlatma Ajanı ve Remin Pro (VOCO GmbH) Uygulandıktan Sonra Elementel Ağırlık Yüzdesi Değişim Grafiği



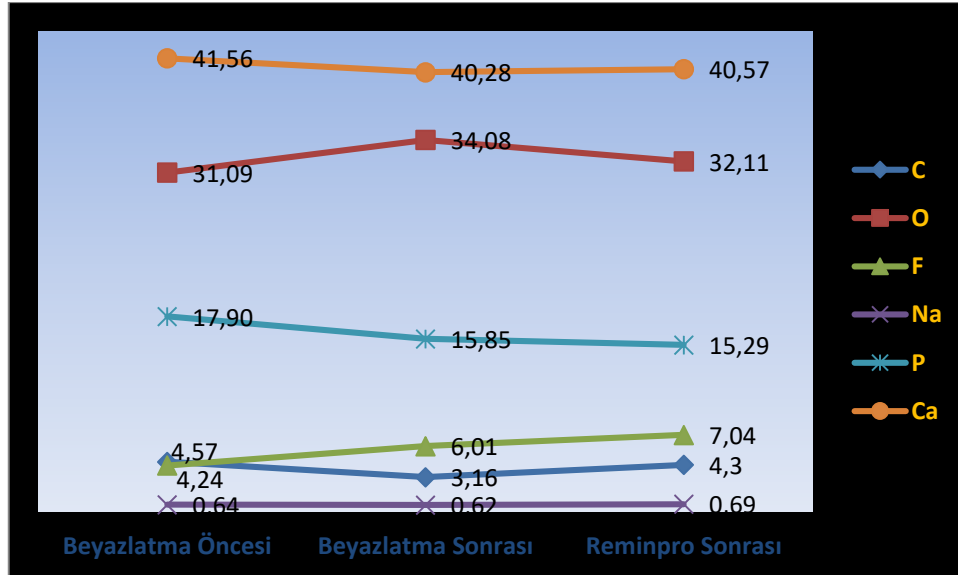
Çizelge 4.10. G2 Örneğinin Başlangıç, Opalescence Boost %40 PF (Ultradent) Beyazlatma Ajanı ve Remin Pro (VOCO GmbH) Uygulandıktan Sonra Elementel Ağırlık Yüzdesi Değişim Değerleri

|           | Beyazlatma Öncesi | Beyazlatma Sonrası | Remin Pro Sonrası |
|-----------|-------------------|--------------------|-------------------|
| <b>C</b>  | 9,06              | 4,5                | 4,83              |
| <b>O</b>  | 29,59             | 40,25              | 35,9              |
| <b>F</b>  | 9,80              | 4,6                | 7,6               |
| <b>Na</b> | 0,83              | 0,81               | 0,84              |
| <b>P</b>  | 12,00             | 15,82              | 15,66             |
| <b>Ca</b> | 38,72             | 34,02              | 35,17             |

Philips Zoom DayWhite %9.5 uyguladığımız G3 örneğinde Ca, C, O, P, F ve Na elementlerinin atom ağırlık yüzdeleri incelendiğinde başlangıç yüzdelerine oranla beyazlatma ajanı sonrası Ca, C, Na ve P elementlerinde azalma, F ve O elementlerinde artış tespit edilmiştir. Remin Pro uygulaması sonrası 3. ölçümde Ca, C, Na ve F elementlerinde artış gözlemlendi (Çizelge 4.11., Çizelge 4.12.).

G3 örneğinin başlangıç, %9.5 HP Philips Zoom Day White (Discus, Dental, LLC, Ontario, CA, ABD) beyazlatma ajanı ve Remin Pro (Voco Gmbh) uygulandıktan sonra elementel ağırlık yüzdesi değişim grafiği (Çizelge 4.11.) ve değişim değerleri (Çizelge 4.12.) verilmiştir.

Çizelge 4.11. G3 Örneğinin Başlangıç, %9.5 Hidrojen peroksit Philips Zoom Day White (Discus, Dental, LLC, Ontario, CA, ABD) Beyazlatma Ajanı ve Remin Pro (VOCO GmbH) Uygulandıktan Sonra Elementel Ağırlık Yüzdesi Değişim Grafiği



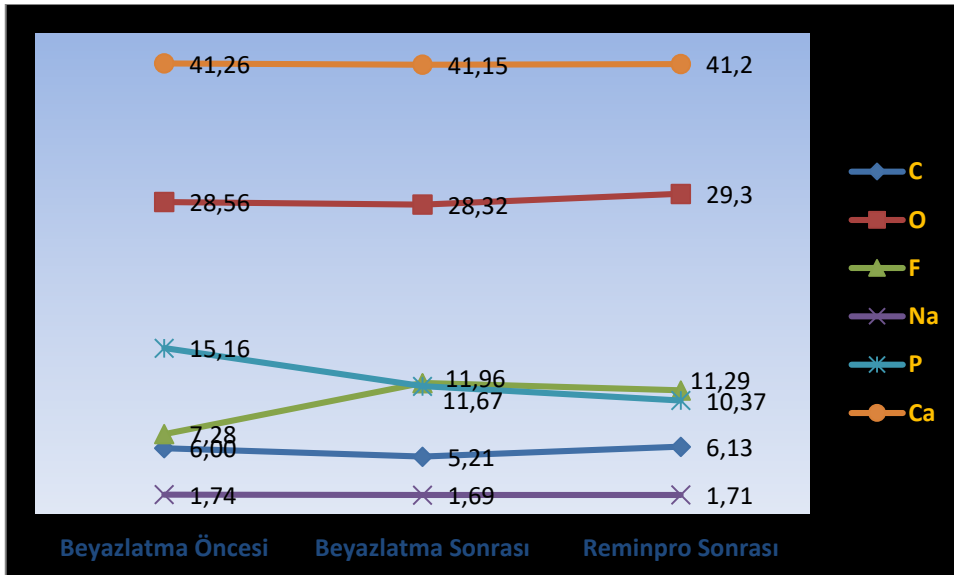
Çizelge 4.12. G3 Örneğinin Başlangıç, %9.5 Hidrojen peroksit Philips Zoom Day White (Discus, Dental, LLC, Ontario, CA, ABD) Beyazlatma Ajanı ve Remin Pro (VOCO GmbH) Uygulandıktan Sonra Elementel Ağırlık Yüzdesi Değişim Değerleri

|           | Beyazlatma<br>Öncesi | Beyazlatma<br>Sonrası | Remin Pro<br>Sonrası |
|-----------|----------------------|-----------------------|----------------------|
| <b>C</b>  | 4,57                 | 3,16                  | 4,3                  |
| <b>O</b>  | 31,09                | 34,08                 | 32,11                |
| <b>F</b>  | 4,24                 | 6,01                  | 7,04                 |
| <b>Na</b> | 0,64                 | 0,62                  | 0,69                 |
| <b>P</b>  | 17,90                | 15,85                 | 15,29                |
| <b>Ca</b> | 41,56                | 40,28                 | 40,57                |

Whiteness Perfect %16 PF uyguladığımız G4 örneğinde Ca, C, O, P, F ve Na elementlerinin atom ağırlık yüzdeleri incelendiğinde başlangıç yüzdelere oranla beyazlatma ajanı sonrası Ca, C, O, Na ve P elementlerinde azalma, F elementinde artış tespit edilmiştir. Remin Pro uygulaması sonrası 3. ölçümde C, O, Na ve Ca elementlerinde artış gözlenmiştir (Çizelge 4.15., Çizelge 4.16.).

G4 örneğinin başlangıç, Whiteness Perfect %16 PF (FGM, Joinville, Brazilya ) beyazlatma ajanı ve Remin Pro (Voco GmbH) uygulandıktan sonra elementel ağırlık yüzdesi değişim grafiği (Çizelge 4.13.) ve değişim değerleri (Çizelge 4.14.) verilmiştir.

Çizelge 4.13. G4 Örneğinin Başlangıç, Whiteness Perfect %16 PF (FGM, Joinville, Brazilya )Beyazlatma Ajanı ve Remin Pro (VOCO GmbH) Uygulandıktan Sonra Elementel Ağırlık Yüzdesi Değişim Grafiği



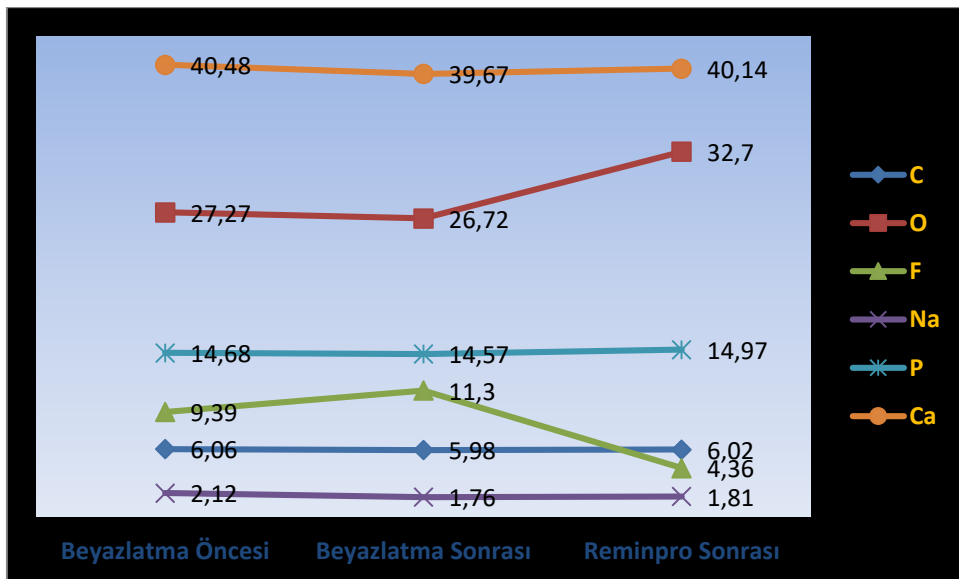
Çizelge 4.14. G4 Örneğinin Başlangıç, Whiteness Perfect %16 PF (FGM, Joinville, Brazilya) Beyazlatma Ajanı ve Remin Pro (VOCO GmbH) Uygulandıktan Sonra Elementel Ağırlık Yüzdesi Değişim Değerleri

|           | Beyazlatma<br>Öncesi | Beyazlatma<br>Sonrası | Remin Pro<br>Sonrası |
|-----------|----------------------|-----------------------|----------------------|
| <b>C</b>  | 6,00                 | 5,21                  | 6,13                 |
| <b>O</b>  | 28,56                | 28,32                 | 29,3                 |
| <b>F</b>  | 7,28                 | 11,96                 | 11,29                |
| <b>Na</b> | 1,74                 | 1,69                  | 1,71                 |
| <b>P</b>  | 15,16                | 11,67                 | 10,37                |
| <b>Ca</b> | 41,26                | 41,15                 | 41,2                 |

Opalescence PF %10 uyguladığımız G5 örneğinde Ca, C, O, P, F ve Na elementlerinin atom ağırlık yüzdeleri incelendiğinde başlangıç yüzdelere oranla beyazlatma ajanı sonrası Ca, C, O, Na ve P elementlerinde azalma, F elementinde artış tespit edilmiştir. Remin Pro uygulaması sonrası 3. ölçümde C, O, P, Na ve Ca elementlerinde artış gözlenmiştir(Çizelge 4.15., Çizelge 4.16.).

G5 örneğinin başlangıç, Opalescence PF %10 (Ultradent, South Jordan, UT, ABD) beyazlatma ajanı ve Remin Pro (Voco GmbH) uygulandıktan sonra elementel ağırlık yüzdesi değişim grafiği (Çizelge 4.15.) ve değişim değerleri (Çizelge 4.16.) verilmiştir.

Çizelge 4.15. G5 Örneğinin Başlangıç, Opalescence PF %10 (Ultradent, South Jordan, UT, ABD) Beyazlatma Ajanı ve Remin Pro (VOCO GmbH) Uygulandıktan Sonra Elementel Ağırlık Yüzdesi Değişim Grafiği



Çizelge 4.16. G5 Örneğinin Başlangıç, Opalescence PF %10 (Ultradent, South Jordan, UT, ABD) Beyazlatma Ajanı ve Remin Pro (VOCO GmbH) Uygulandıktan Sonra Elementel Ağırlık Yüzdesi Değişim Değerleri

|           | Beyazlatma<br>Öncesi | Beyazlatma<br>Sonrası | Remin Pro<br>Sonrası |
|-----------|----------------------|-----------------------|----------------------|
| <b>C</b>  | 6,06                 | 5,98                  | 6,02                 |
| <b>O</b>  | 27,27                | 26,72                 | 32,7                 |
| <b>F</b>  | 9,39                 | 11,3                  | 4,36                 |
| <b>Na</b> | 2,12                 | 1,76                  | 1,81                 |
| <b>P</b>  | 14,68                | 14,57                 | 14,97                |
| <b>Ca</b> | 40,48                | 39,67                 | 40,14                |

## 5.TARTIŞMA

Renklenmiş dişlere KP veya HP uygulanarak beyazlatma tedavileri yapılmaktadır. Beyazlatma tedavileri renklenmiş dişlere uygulanan veneer veya tam kron tedavilerine göre daha az girişimsel ve daha güvenlidir. Diş beyazlatma tedavilerinde farklı protokoller uygulanmaktadır (evde-ofiste). Bu tedavilerde çeşitli konsantrasyonlarda beyazlatma ajanları kullanılmaktadır. Ofis tipi beyazlatma yöntemlerinde genellikle yüksek HP konsantrasyonları kullanılırken, ev tipi beyazlatma ürünlerinde birkaç istisna dışında KP kullanılmaktadır.<sup>94</sup>

Vital dişlerde ev ve ofis beyazlatma sistemleri uygun hasta seçimiyle başarılı bir şekilde uygulanabilmektedir. Ancak bazı hastalar beyazlatma plağı kullanmamayı tercih ettikleri veya sonuçları görmek için iki ila üç hafta beklemeyi sevmedikleri için ev beyazlatma tedavi tekniklerine uyum sağlayamayabilmektedirler. Bu hastalar daha hızlı sonuç veren bir yöntem olan ofis içi beyazlatma tedavisi talep edebilmektedirler.<sup>95</sup>

Bu çalışmamızda diş hekimleri ve hastalar tarafından kullanılan farklı içeriklere ve kullanım yöntemlerine sahip beyazlatma ajanlarının dişler üzerinde oluşturdukları beyazlatma etkinlikleri, diş minesinin nanosertliğine, elastik modülüne ve pürüzlülüğüne etkileri değerlendirilmiştir. Beyazlatma ajanlarının diş yüzey morfolojisine ve kimyasal içeriğine etkileri incelenerek dişler için en zararsız ve en etkili beyazlatma yöntemini tespit edilmeye çalışılmıştır. Çalışmamızda ayrıca beyazlatma tedavisi sonrası önerilen remineralize edici ajan uygulamasının etkinliği de değerlendirilmiştir.

### 5.1. Renk Değişimi Bulguları Tartışması

Basting ve arkadaşlarının<sup>96</sup> yaptıkları bir çalışma %10 ve %20 oranlarında KP içeren ev tipi beyazlatma ajanlarıyla, %35 ve %38 oranlarında HP içeren ofis tipi beyazlatma ajanlarının etkinliğini ve oluşturdukları diş hassasiyetini incelemişler. Çalışma daha önce diş hassasiyeti olmayan, beyazlatma tedavisi görmemiş ve herhangi bir diş renklenmesi bulunmayan 18 ila 42 yaşları arasında bulunan 100 gönüllüyü

kapsamıştır. Evde beyazlatma tedavisi uygulanan gönüllülere beyazlatma plağı verilip bunları üç hafta boyunca her gece en az iki saat kullanmaları istenmiştir. Ofis tipi beyazlatma maddeleri ise her seansta üç uygulama gerçekleştirilerek yedi gün arayla üç seans uygulanmıştır. Katılımcılar beyazlatma tedavisinin başlamasından önce, bir hafta, iki hafta ve üç hafta sonra ve beyazlatma tedavisi bittikten bir ve iki hafta sonra tekrar değerlendirilmiştir. Bir renk kılavuzu (Vita Classical, Vita) kullanılarak, beyazlatmadan önce ve beyazlatmanın bitiminden iki hafta sonra değerlendirilmiştir. Tüm beyazlatma tedavilerinin dişlerin beyazlatılmasında etkili olduğunu ve tedaviler arasında son renk tonu sonuçları arasında farklılık olmadığı gösterilmiştir.

Tay ve arkadaşlarının<sup>97</sup> yaptıkları bir klinik çalışmada evde ve ofiste beyazlatma tedavilerinin sağladığı 2 yıllık beyazlatma etkinliğini ve duyarlılığını değerlendirilmiştir. % 35 HP ile % 16 KP içeren beyazlatma ajanları uygulanarak yapılan çalışmada her iki beyazlatma tekniği için eşdeğer beyazlatma sağlandığı belirtilmiştir.

Faus-Matoses ve arkadaşlarının<sup>98</sup> yaptıkları çalışmada klinik beyazlatma uygulamalarıyla, kombine beyazlatma tedavisi uygulamalarının etkinlikleri arasındaki farkları araştırmışlar. 66 çekilmiş insan ön dişi kullanılarak yapılan çalışmada, 33 dişe 8'er dakikalık 4 uygulama şeklinde tek seansta %37,5 HP uygulanırken, diğer 33 dişe bu uygulamayı takiben 22 gün 90 dakika boyunca %16 KP uygulanmış. Her iki tekniğin de etkili olduğu belirtilirken, kombine tedavinin daha fazla beyazlatma sağladığı bildirilmiştir.

Biz de yaptığımız çalışmada benzer şekilde tüm beyazlatma ajanlarının diş beyazlatmasında istatistiksel olarak etkili olduğunu bulduk ( $p<0,001$ ). Fakat beyazlatma ajanları arasında farklılık tespit ettik. Bizim yaptığımız çalışmada beyazlatma ajanı etkinlik sıralaması Opalescence PF %10>Whiteness Perfect %16 PF>Philips Zoom DayWhite %9.5>Opalescence Boost %40 PF şeklinde bulunmuştur. Bu farklılığın bizim çalışmamızda ev tipi beyazlatma ajanlarının uzun kullanım saatlerinde uygulanmasından kaynaklandığını düşünmekteyiz.

I Luque-Martinez ve arkadaşlarının<sup>99</sup> ev tipi verilen KP ve ofis için uygulanan HP içerikli beyazlatma ajanlarının meydana getirdikleri renk değişimlerini

kıyasladıkları sistematik bir inceleme ve meta-analiz çalışmasında KP içerikli beyazlatma ajanlarının HP içerikli beyazlatma ajanlarına göre daha fazla renk değişimi sağladıklarını bildirmişlerdir. Bizim yaptığımız çalışmada da benzer şekilde KP içerikli beyazlatma ajanlarının daha etkin beyazlatma sağladığı tespit edilmiştir.

Yaptığımız araştırmada beyazlatma öncesi ve sonrası diş renkleri Vita Easyshade Compact (Vita Zahnfabrik, BadSäckingen, Almanya) spektrofotometre cihazıyla tespit edilmiştir. Spektrofotometre kullanımı son zamanlarda yapılan çalışmalarda kullanım kolaylığı ve hafif olması, küçük alanlarda renk analizine izin veren hassas ölçümlerle daha popüler hale gelmiştir.<sup>100</sup> Başlangıç durumu ve tedavi sonrası dönemler arasındaki renk farkı ile gösterilen diş beyazlatmanın etkinliği,  $\Delta E$  değerleri ile belirlendi. Deneysel koşullar altında, insan gözü 1 veya daha yüksek  $\Delta E$ 'yi algılayabilir, ancak klinik koşullar altında, farkın tespit edilebilmesi için 3.3 veya üzeri olması gerekir.<sup>101</sup> Çalışmamızda renk ölçümü dişlerin 1/3 lük kısmından aynı ortamda 3 defa tekrarlanarak bulunan L, a ve b değerlerinin aritmetik ortalaması alınıp her örnek için tek bir L, a ve b değeri elde edildi. Elde edilen  $\Delta E$  değerleri incelendiğinde kontrol gruplarından elde edilen  $\Delta E$  değeri 3.3. ün altında kalırken tüm beyazlatma ajanları için  $\Delta E$  değeri 3.3. üzerinde görülmüş ve renk değişimleri istatistiksel açıdan anlamlı bulunmuştur ( $p < 0,001$ ). En fazla renk değişimi Opalescence PF %10 beyazlatma ajanını uyguladığımız grupta görülürken en az renk değişikliği Opalescence Boost %40 PF beyazlatma ajanı uygulanan grupta görüldü. Biz bu değişikliğin beyazlatma ajanı uygulanan süreden kaynaklandığını düşünmekteyiz.

Beyazlatma plağı ile teslim edilen KP içerikli beyazlatma ajanlarının daha iyi beyazlatma etkisi göstermesinde farklı faktörler de mevcuttur. Hem KP hem de HP beyazlatma için kullanılsa da özellikleri oldukça farklıdır. Hidrojen peroksit bazlı ürünler çok kararsızdır ve tüm aktif hidrojen peroksidi 30 ila 60 dakika içinde serbest bırakır. Organik maddenin oksitlenmesi bir dizi ardışık adımı içerdiğinden ve gerçekleşmesi zaman aldığından, HP'nin hızlı salınması reaksiyon için bir sınır olabilir. HP bazlı ürünlerden salınan hızlı HP'nin bir kısmı, diş yüzeyinde kısmen kaybolarak dişlerin organik maddesiyle temas edecek zamanı bile olmayabilir. Ancak bu hipotez, *in vitro* ve klinik değerlendirmeler gerektirir.<sup>102, 103</sup>

## 5.2. Nanosertlik, Elastik Modül ve Yüzey Pürüzlülük Bulguları Tartışması

Dişin mekanik ve kimyasal kuvvetlere direnç gösterme kabiliyetini korumak için minenin fiziksel özelliklerini korumak çok önemlidir. Bu yüzden diş beyazlatma tedavilerinin diş yapısının bütünlüğünü etkilemesiyle ilgili bazı endişeler vardır.<sup>104</sup>

Minenin demineralizasyonu veya mineral içeriğindeki azalma yüzey özellikleriyle yakından ilişkilendirilmiştir. Diş beyazlatması sırasında yüksek oranlarda kullanılan peroksit mine yüzeyinde mineral kayıplarına yol açarak, mine yüzeyinde sadece prizmatik alanları değil interprizmatik alanların da etkilenmesine sebep olmaktadır. Bu durum mine yüzeyinde pürüzlülüğü artırırken, mine sertliğinin azalmasına sebebiyet vermektedir.<sup>105</sup>

Nizam ve arkadaşları<sup>106</sup> yeni çekilmiş beş adet premolar üzerinde yaptıkları çalışmada %30 HP'in dentin ve minenin nanomekanik özellikleri üzerindeki etkisini nanoindentasyon tekniği ile incelemişler. Beyazlatma ajanı uygulanmadan önce ve sonra nanoindentasyondan elde edilen Young modülü ve sertliği karşılaştırmışlar. Bir parti numune kontrol grubu olarak Hank'in dengeli tuz çözeltisinde tutulurken, diğeri 24 saat boyunca %30 HP içinde beyazlatılmıştır. Kontrolde tutulan dentin ve minenin hem Young modülünde hem de sertliğinde önemli farklılıklar olmadığı belirtilmiştir. Bununla birlikte, ağartılmış dentinin mekanik özellikleri önemli ölçüde azaldığı tespit edilmiş. İntertübüler dentin için, ortalama sertlik % 29-55 azalırken ve ortalama Young modülü % 19-43 azaldığı bildirilmiş. Mine için ortalama sertlik % 13-32 azalırken, ortalama Young modülü % 18-32 azaldığı belirtilmiştir.

Azer ve arkadaşlarının<sup>107</sup> evde beyazlatma ajanlarının minenin nanosertliği ve elastik modülü üzerine etkilerini araştırdıkları bir çalışmada yeni çekilmiş çürük olmayan insan üçüncü büyük azı dişlerinin yüzeylerinden altmış beş mine örneği kesilmiş. Ön pilot değerlendirme için on örnek, kontrol olarak beş örnek kullanılmış. Geriye kalan elli örnek, her biri 10'ar olmak üzere beş gruba bölünmüş ve % 9, % 10 ve % 14 HP ve % 22 KP içeren beş farklı evde beyazlatma maddesine maruz bırakılmış. Beyazlatma işlemlerinin uygulanmasından sonra insan minesinin nanosertlik ve elastik modülünde önemli bir düşüş olduğu bildirilmiştir.

2020 yılında gerçekleştiren bir çalışmada de Souza ve arkadaşları<sup>108</sup> KP% 20 içerikli beyazlatma ajanını 14 gün boyunca günde 2 saat, HP% 9.5 içerikli beyazlatma ajanını 14 gün boyunca günlük 30 dk, HP% 38 içerikli beyazlatma ajanını 15 dakika, 7 günde bir 2 kez, toplam 3 seans ve KP% 45 içerikli beyazlatma ajanını 7 gün boyunca, günde 30'ar dakikalık 3 seans uygulamışlar. Sonuçlar incelendiğinde beyazlatma ajanı uygulandıktan sonra tüm grupların mine sertliğinde azalama tespit edilirken, en düşük mine sertliğinin %45 içerikli KP içerikli beyazlatma ajanı uygulanan grupta görüldüğünü tespit ettiklerini bildirmişlerdir.

Çalışmamızda da yukarıdaki çalışmalarla benzer şekilde beyazlatma öncesi ve beyazlatma sonrası nanosertlik arasındaki fark anlamlı bulunmuştur( $p<0,001$ ).<sup>106, 108</sup> Kullanılan tüm beyazlatma ajanları diş minesinde nanosertliği istatistiksel olarak anlamlı şekilde azaltmaktadır. Ayrıca Remin Pro uygulanan dişlerde diş sertliğinde tekrar artış gözlemlenmektedir. 2. ve 3. ölçümler arası fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur.

Yaptığımız çalışmanın elastik modül sonuçları değerlendirildiğinde beyazlatma ajanı uygulamasının elastik modül değerleri üzerine etkisi istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $p<0,001$ ). Ve bu sonuçlar yapılan diğer çalışmalarla benzerlik göstermektedir.<sup>105, 106</sup> 1. Ölçüm ortalaması 82,33, 2. Ölçüm ortalaması 63,6, 3. Ölçüm ortalaması 66,58 olarak elde edilmiştir. Beyazlatma sonrası Remin Pro uygulanan gruplarda elastik modül değerinde tekrar artma gözlenmiştir.

Bir başka çalışmada da Teixeira ve arkadaşlarının<sup>109</sup> yakın zamanda çekilmiş insan üçüncü azı dişlerini incelemişlerdir. Örnekleri gruplara ayırıp bir adet kontrol ve %6.5, %7.5, %9.5 içeriğinde HP, %10 KP uyguladıkları grupları oluşturmuşlardır. Örnekler 14 gün boyunca üreticinin tavsiye ettiği protokollerde beyazlatma ajanlarına tabi tutulmuş, beyazlatma işlemi dışında yapay tükürükte bekletilmiştir. İşlem görmüş ve işlem görmemiş mine yüzeylerinde sertlik değerlerine bakıldığında mikrosertlik konusunda anlamlı bir fark bulamadıklarını, beyazlatma plaklı ve beyazlatma plağı kullanılmadan yapılan beyazlatma işlemlerinin mine yüzeyi ve yüzey altında mikrosertliğe önemli oranda etki etmediğini bildirmişlerdir. Bu çalışmanın bulgularının bizim çalışmamızla farklılık göstermesinin nedeninin mikrosertlik ölçüm yönteminin

nanosertlik ölçüm yöntemline göre hassasiyetinin daha az olmasından kaynaklandığını düşünmekteyiz.

Hosoya ve arkadaşları<sup>110</sup> çekilmiş 70 üçüncü azı dişinde yaptıkları bir çalışmada vital diş beyazlatma tedavisi sonrası mine yüzey pürüzlülüğünde ve Streptococcus mutans tutulumundaki değişiklikleri incelemişlerdir. %35 HP çözeltisi içeren Hi-Lite (Shofu, Kyoto, Japonya) beyazlatma ajanı asit uygulaması yapılmadan ve asit uygulaması yapılarak ayrı ayrı 1, 3 veya 5'er seansta diş yüzeylerine uygulanmıştır. Mine yüzey pürüzlülüğü, tekrarlanan aşındırma ve beyazlatma işlemlerinden sonra minimum yaklaşık %115 arttığı gözlemlenmiştir. İşlem uygulanan tüm diş, kontrol gruplarına kıyasla önemli ölçüde artan pürüzlülük sergilediğini ve farklı tedavi rejimleri önemli farklılıklar göstermediğini bildirmişlerdir.

Heshmat ve arkadaşları<sup>111</sup> Remin Pro ve MI Paste Plus'ın beyazlatılmış mine yüzey pürüzlülüğüne etkisini inceledikleri bir çalışmada otuz adet sağlam insan daimi azı dişi örneğine, iki kez 20 dakika %37 KP içeren beyazlatma ajanı uygulamışlar. Mine yüzey pürüzlülüğünü değerlendirdikten sonra mine yüzeylerine Remin Pro ve MI Paste Plus'ı günde iki kez mine yüzeyine 5'er dakika 15 gün boyunca uygulayıp mine yüzey pürüzlülüğündeki değişimleri değerlendirmişlerdir. Çalışma sonucunda yüzey pürüzlülüğünün beyazlatma ajanı uygulanması sonrası tüm gruplarda anlamlı olarak arttığını ve ardından hem Remin Pro hem de MI Paste Plus uygulamasından sonra ağartma maddesi kullanımına göre azalma gösterdiğini belirtmişlerdir.

Yaptığımız çalışmada da bu çalışmalara<sup>110, 111</sup> benzer şekilde beyazlatma ajanı pürüzlülük üzerine istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $p < 0,001$ ). 1. ve 2. ölçüm sonuçları incelendiğinde beyazlatma ajanı uygulanan gruplarda mine yüzey pürüzlülüğünde artış görülmüştür. Fakat çalışmamızda Remin Pro uygulanmasından sonra diş yüzey pürüzlülüğünde azalma gözlenmemiştir. Heshmat ve arkadaşları<sup>110</sup> yaptıkları çalışmada remineralize edici ajanı diş yüzeyine günde iki kez mine yüzeyine 5'er dakika 15 gün boyunca uygulamışlardır. Yaptığımız çalışmada ise Remin Pro günde 1 kez 5 dakika süreyle 7 gün boyunca uygulanmıştır. Biz bu farkın remineralize edici ajanın uygulanma süresinden kaynaklandığını düşünmekteyiz. Örneklerin yüzey pürüzlülükleri 1. ölçümde istatistiksel olarak benzer değerler vermiştir. Bu sonuç, mine

yüzeylerine beyazlatma işlemi öncesi zımpara ve cila işlemleri uygulanmasından kaynaklanmaktadır.

### 5.3. Tarama Elektron Mikroskobu (SEM) ve EDS Bulguları Tartışması

Diş beyazlatma işlemi oldukça yaygın olmasına rağmen halen tartışmalı olarak kabul edilmektedir. Çeşitli yazarlar tarafından erozyon, kraterler ve gözeneklilik rapor edilerek minede morfolojik değişiklikler gözlemlenmiştir.<sup>112-114</sup>

Pimenta-Dutra ve arkadaşlarının<sup>115</sup> beyazlatma ajanlarının etkilerini SEM ile inceledikleri bir çalışmada, %10 KP, %16 KP ve ışık yayan diyetle aktive edilen %35 HP ile beyazlatma sonrası sığır dişlerinin mine yüzeyindeki değişiklikleri değerlendirmeyi amaçlamışlardır. Çalışma sonuçlarından yola çıkarak beyazlatma maddelerinin, diş minesinin yapısında değişikliklere neden olabileceği bildirirken, bu değişikliklerin konsantrasyon ve diş yüzeyi ile temas süresine bağlı olduğunu belirtmişlerdir.

Orilisi ve arkadaşlarının<sup>116</sup> yaptıkları çalışmada insan üçüncü azı dişleri nano-hidroksiapatit, %6 (evde tedavi), %12 ve %18 (ofis içi tedaviler) HP içeren beyazlatma ajanlarına tabi tutmuştur. Sonuçları Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM) ve Enerji Dağılımlı X-ışını spektroskopisi (EDS) kullanılarak değerlendirmişlerdir. Tüm gruplarda EDS görüntülerinde, O ve Ca kimyasal elementlerinin konsantrasyonunda çok küçük değişiklikler tespit etmişlerdir. Test edilen ticari beyazlatma ajanlarının % 12'ye kadar HP konsantrasyonu ile uygulanmasının, mine yüzeyinin morfolojik ve kimyasal bileşimini değiştirmediğini ve kristallliğini koruduğunu belirtmişlerdir.

Ozdemir ve arkadaşları<sup>117</sup> Opalescence Boost PF% 40 (Ultradent Ürünler, ABD) beyazlatma ajanının farklı beyazlatma uygulama sürelerinin diş rengine ve mineral değişimine etkisini incelemişlerdir. Çalışmada Periodontal nedenlerle ekstrakte edilen 60 çürük içermeyen alt santral kesici diş kullanılmıştır. Diş örnekleri üç gruba ayrılıp Grup 1'e 20 dk, Grup 2'ye 2x20 dk, Grup 3'e 3x20 dk beyazlatma ajanı uygulanmıştır. Mineral değişimini uygulama öncesi ve 2 hafta sonra enerji saçılımlı X-ray (EDX, JSM-6390 LV, Jeol Inc., Japonya) cihazı ile incelenirken, renk değişimi için numunelerin ölçümü spektrofotometre cihazı (VITA EasyShade 4.0, Almanya) ile yapılmıştır. Tüm

Çalışma gruplarında etkili beyazlatma sağladığı bildirilmiştir. Beyazlatma ncesi ve sonrası ölçümlerde Ca, Mg, Na değerlerinde artış olduğu, P değerinde ise azalma tespit edildiği bildirilmiştir. Ayrıca sonuçlar beyazlatma etkinliği ve mineral değişimi açısından çok yönlü olarak değerlendirildiğinde en ideal beyazlatma süresini 40 dakika olarak bildirmişlerdir.

Coceska ve arkadaşlarının<sup>118</sup> 50 insan daimi azı dişi üzerinde gerçekleştirdikleri bir çalışmada dişler rastgele iki gruba ayrılmıştır. Birinci grubun numunelerine %40 HP içeren beyazlatma ajanı, ikinci grubun numunelerine bir diyet lazer ile aktive edilen %30 HP içeren beyazlatma ajanı uygulanmıştır. EDS nokta analizi ile gruplar incelendiğinde, lazer aktivasyonu olmadan beyazlatılmış numunelerde istatistiksel olarak anlamlı Na ve Mg kaybı tespit edilmişdir. Lazerle beyazlatılmış numunelerden elde edilen sonuçlarda ise istatistiksel olarak önemli Ca ve P kaybı belirtilmişdir.

Yaptığımız çalışmada her beyazlatma ajanı için bir örnek hazırlandı. Bu örneklerin diş minesi zerindeki SEM ve EDS sonuçları diş beyazlatma materyali uygulanmadan önce, uygulandıktan sonra ve Remin Pro uygulaması sonrası incelendi. Mine rneklerinin sagittal kesitlerinin SEM görüntüleri her bir grup için X1000, X5000, X10000 ve X20000 büyütmede fotoğraflandı. Beyazlatma ncesi normal mine yapısı gözlenirken beyazlatma sonrası mine sonrası mine yüzey morfolojisinin değiştiği gözlemlendi. Beyazlatma uygulaması sonucu mine yüzeyinde bal peteği görünümü oluştuğu tespit edildi. Mine kristallerinin çözüldüğü ve prizmalar arası boşluklar gözlendi. Remin Pro uygulaması sonrası mine yüzeyindeki morfolojik değişikliklerin farklı miktarlarda azaldığı gözlemlendi.

Minenin elementel analizinin yapıldığı EDS sonuçlarında ise Ca, C, O, P, F ve Na elementlerinin atom ağırlık yüzdeleri incelendi. Elde ettiğimiz sonuçlarda uyguladığımız dört beyazlatma ajanı da Ca, C ve Na elementlerinde azalma görülmüştür. Remin Pro uygulaması sonrası Ca, C ve Na değerlerinde bir miktar yükselme tespit edilmiştir. Ca ve/veya P kaybına, diş beyazlatma işlemlerinde görülen hidroksiapatit kristallerinin çözünmesi neden olur.<sup>119</sup> Literatürde EDS sonuçlarının değerlendirildiği az sayıda çalışma mevcuttur.<sup>116-118</sup> Bu çalışmaların sonuçları hem bizim çalışmamızla hem de birbirleriyle örtüşmemektedir. Bu konuda daha kapsamlı çalışmaların yapılması gerektiğini düşünmekteyiz.

#### **5.4. Yapay Tükürük, Saklama Koşulları ve Remineralize Edici Ajan Bulguları Tartışması**

Dişlerin saklanma koşulları mineralize dokularda kimyasal değişikliklere yol açabilmektedir. Bu durum mine sertliğini etkileyerek mineral analizinde ölçüm güvenilirliğini azaltmaktadır. Dişlerin bekletildiği solüsyonlar bu sebeple çalışma güvenilirliği açısından büyük önem arz etmektedir.<sup>120</sup> Bu çalışmamızda da diğer çalışmalara benzer şekilde kullandığımız dişler, çekimden hemen sonra % 0.2 yoğunluklu timol solüsyonunda bekletildi.<sup>121, 122</sup> Daha sonra hazırlanan örnekler ağız ortamını taklit etmek amacıyla hazırladığımız yapay tükürük solüsyonunda saklanmıştır. Dişler uygulanan işlemlerden sonra da diğer beyazlatma çalışmalarına benzer şekilde yapay tükürük solüsyonuna tekrar konulmuştur.<sup>109, 110</sup> Bu sayede kullanılan dişlerin dokularında bir bozulma meydana gelmeden çalışmamızın gerçeğe maksimum yakınlıkta sonuç vermesi amaçlanmıştır.

Tükürük ve yapay tükürüğün sertliği azalmış minede tekrar sertliğin yükselmesinde etkili ajanlar olduğunu ve beyazlatmanın olumsuz etkilerinin üstesinden gelebileceğini belirten çalışmalar mevcuttur. Bu etkiyi tükürükte bulunan bazı inorganik elektrolitlerin (kalsiyum, fosfat, florür) remineralizasyona katkıda bulunmalarıyla sağladıklarını bildirmişlerdir.<sup>123, 124</sup>

Yeşilyurt ve arkadaşlarının<sup>125</sup> yaptıkları bir çalışmada ise tükürük salgılamasını ile ilgili klinik durumu taklit etmek ve deneysel koşulları standartlaştırmak için depolama solüsyonu olarak yapay tükürük kullanılmışlar ve beyazlatma işleminin ardından sadece yapay tükürüğe maruz kalan mine yüzeylerinde mikrosertliğin azaldığını tespit etmişler. Bu sonuçlara dayanarak beyazlatma uygulamasının zararlı etkilerinin telafi etmek için yapay tükürüğün tek başına yeterli olmadığını belirtmişlerdir.

Dişlerin mikrosertliğinde meydana gelen azalmanın, beyazlatma ajanlarının minede demineralizasyona sebep olarak kalsiyum, fosfat miktarlarında azalmaya sebep olduğunu belirten yayınlar mevcuttur. Mine yapısında meydana gelen bu değişikliklerin fosfat ve kalsiyum gibi tükürük içeriğinde bulunan bileşenlerin çökmesi sayesinde telafi edildiği bildirilmiştir.<sup>126</sup> Daha sonra remineralizasyon olayının başlamasıyla mine

mikrosertlik değerlerinin tekrar artmaya başladığı ve eski haline geldiğini bildiren çalışmalar vardır.<sup>9, 127</sup>

Remin Pro<sup>®</sup>(VOCO GmbH), hidroksiapatit, florür ve ksilitol içeren su bazlı bir kremdir. Hidroksiapatit aşınmış diş minesini doldurur, florür diş tübüllerini kapatır ve ksilitol antibakteriyel bir madde olarak işlev görür. Dentin aşırı duyarlılığının yönetimi, mine demineralizasyonunu önlemek ve mine yüzey altı lezyonlarının remineralizasyonunu teşvik etmek için önerilmiştir.<sup>128</sup>

Valian ve arkadaşları<sup>129</sup> *in vitro* deneysel çalışmada korozyon, aşınma, çatlak veya hipokalsifikasyon bulunmayan çekilmiş 20 küçük azı dişi üzerinde yaptıkları çalışmada dişleri asidik içeceklere daldırdıktan sonra mine yüzeyinin mikro sertliğini ölçmüşler. Daha sonra dişlere remin pro ve nötr sodyum florür uygulamışlar. Valian ve arkadaşları bu çalışmada remin pro ve nötr sodyum uyguladıkları mine yüzeylerinin mikro sertliklerinin arttığını tespit ettiklerini bildirirken, nötr sodyum florürün mikro sertliği daha yüksek oranda arttırdığını belirtmişlerdir.

Ayrıca Kamath ve arkadaşlarının<sup>9</sup> mine sertliği üzerine yaptıkları *in vitro* bir çalışmada yeni çekilmiş on adet kesici diş incelenmiştir. Bu dişleri demineralize etmek için 5 dakika McInnes beyazlatma solüsyonu uygulanmış ve sonrasında Remin Pro remineralize edici ajan 7 gün boyunca dişlere uygulanmıştır. 7 günün sonunda incelenen dişlerde mikro sertlikte bir artış tespit ettiklerini bildirmişlerdir.

Biz de üstte bahsettiğimiz çalışmalarla<sup>9, 127, 129</sup> benzer şekilde çalışmada Remin Pro remineralize edici ajanın beyazlatma sonrası nanosertliği azalmış dişlerin nanosertliğinde tekrar artış oluşturduğunu tespit ettik ( $p<0,001$ ). Elementel olarak beyazlatma sonrası örneklerin yapay tükürük solüsyonunda bir hafta beklemesine rağmen azaldığını, Remin Pro uygulaması sonrası Ca, C ve Na elementlerinin molekül ağırlık ortalamalarının tekrar dengelediğini tespit ettik.

Genel olarak, sonuçlarımız diş beyazlatma prosedürlerinin mine yüzeyine zarar verdiğini doğrulamaktadır. Ancak bu değişikliklerin geri dönüştürülebilir ve remineralize edici ajanlar uygulanarak onarılabılır olabileceğini düşünmekteyiz. Bu nedenle, diş beyazlatma prosedürlerinin verdiği hasarın, remineralize edici maddeler içeren ajanlar kullanılarak belirli oranlarda onarılabileceği düşünmekteyiz.

## 6.SONUÇ VE ÖNERİLER

Kliniklerde ve ev beyazlatma tedavilerinde rutin olarak kullanılan farklı beyazlatma ajanlarını farklı prosedürlerde uygulayarak diş yüzeyi üzerinde oluşturdıkları fiziksel ve kimyasal etkiler incelediğimiz, ayrıca beyazlatma tedavisi sonrası önerilen remineralize edici ajan uygulamanın etkinliği ve etkilerinin değerlendirdiğimiz bu çalışmamızın sonuçlarına göre;

1. Uygulanan dört farklı beyazlatma ajanı da istatistiksel olarak anlamlı şekilde diş beyazlatması sağlamıştır( $p<0,001$ ). 1. ve 2. ölçüm sonrası beyazlatma ajanı uygulanan grupların  $\Delta E$  değerleri kıyaslandığında Opalescence PF %10>Whiteness Perfect %16 PF>Philips Zoom DayWhite %9.5> Opalescence Boost %40 PF sıralamasıyla değişti.
2. Uygulanan beyazlatma ajanları dişlerin nanosertlik, elastik modül ve pürüzlülük değerlerine istatistiksel olarak anlamlı şekilde etki etti.( $p<0,001$ ).
3. Beyazlatma ajanı uygulanması sonrası tüm gruplarda nanosertlikte ve elastik modülde azalma tespit edilirken, yüzey pürüzlülüğünde artış meydana geldi. ( $p<0,001$ ).
4. Beyazlatma ajanı uygulanması sonrası nanosertlik değişim ortalamaları Opalescence Boost %40 PF>Philips Zoom DayWhite %9.5>Whiteness Perfect %16 PF> Opalescence PF %10 sıralamasıyla azaldı. Remineralize edici ajan uygulanan Grup2, Grup4, Grup6, Grup8 ve Grup10 gruplarında sertlikte artış gözlemlendi.
5. En az beyazlatma sağlayan Opalescence Boost %40 PF beyazlatma ajanı nanosertlikte en çok azalmaya sebep oldu.

6. Beyazlatma uygulanan tüm gruplarda yüzey pürüzlülüğünde artış görüldü. Beyazlatma ajanı uygulanması sonrası tüm gruplarda pürüzlülük değişim ortalamaları kıyaslandığında Opalescence PF %10>Opalescence Boost %40 PF>Whiteness Perfect %16 PF> Philips Zoom DayWhite %9.5 sıralamasıyla arttı.
7. En çok beyazlatmayı sağlayan Opalescence PF %10 beyazlatma ajanı, yüzey pürüzlülüğünü en fazla arttıran ajan oldu.
8. 1 ve 2. ölçüm sonrası beyazlatma ajanı uygulanan grupların elastik modülüs değişim ortalamaları kıyaslandığında Philips Zoom DayWhite %9.5>Whiteness Perfect %16 PF> Opalescence Boost %40 PF> Opalescence PF %10 sıralamasıyla azaldı.
9. Beyazlatma ajanı sonrası remineralize edici ajan uygulanan 4, 6, 8 ve 10'uncu gruplarda elastik modül değerlerinde artış gözlemlendi.
10. Beyazlatma ajanı uygulanan örneklerin SEM görüntülerinde yüzey morfolojisinin bozulduğu görülüp, demineralize alanlar ve bal peteği görüntüsü izlendi.
11. Remineralize edici ajan uygulanmasından sonra elde edilen SEM görüntüleri incelendiğinde, mine yüzeyinde izlenen morfolojik bozuklukların ve bal peteği görünümünün azaldığı gözlemlendi.
12. Beyazlatma ajanı uygulanan gruplarda EDS verileri incelendiğinde Ca, C ve Na elementlerinin molekül ağırlık ortalamalarının tüm örneklerde azaldığı tespit edilip, O, P ve F elementlerinin molekül ağırlık ortalamalarının her örnekte farklı şekilde azalıp artarak anlamlı bir değişim göstermediği görüldü.

13. Dişin inorganik yapısını oluşturan Ca, C ve Na elementlerinde oluşan bu azalmanın, mine yüzey sertliğinde meydana gelen azalmaya sebep olduğunu düşünmekteyiz

14. Beyazlatma sonrası uygulanan Remin Pro remineralize edici ajanın nanosertliği ve elastik modülü arttırdığı tespit edilip, EDS analizinde beyazlatma uygulaması sonrası azalan Ca, C ve Na elementlerinin molekül ağırlık ortalamalarını tekrar yükselttiği tespit edildi.

Çalışmamızda tüm gruplarda anlamlı düzeyde renk değişimi tespit edildi. En fazla renk değişimi Opalescence PF %10 beyazlatma ajanını uyguladığımız grupta görülürken en az renk değişikliği Opalescence Boost %40 PF beyazlatma ajanı uygulanan grupta görmemizin sebebinin beyazlatma ajanı uygulandığı süreden kaynaklandığını düşünmekteyiz. Ayrıca SEM/EDS analizinde kullandığımız örneklerle remineralize edici ajan uygulayacağımız için altın kaplama işlemi yapılamayıp Apreo S'in low vakum modu kullanılmıştır. Fakat bu işlem yüksek büyütme altında görüntü alırken netlik sağlamayı zorlaştırıp çalışmamızı sınırlandırmıştır. İleride yapılacak çalışmalarda bu hususun göz önünde bulundurulması gerekmektedir.

Çalışmamız sonuçları değerlendirildiğinde hasta da uygun şartları sağlıyorsa Opalescence PF %10'luk beyazlatma ajanının kullanılmasını, ayrıca diş beyazlatma tedavileri sonrası remineralize edici ajan uygulanmasını önermekteyiz.

## 7.KAYNAKLAR

1. **Morley J, Eubank J.** Macroesthetic elements of smile design. *J Am Dent Assoc.* **2001**;132(1):39-45.
2. **Akarslan ZZ, Sadik B, Erten H, Karabulut E.** Dental esthetic satisfaction, received and desired dental treatments for improvement of esthetics. *Indian J Dent Res.* **2009**;20(2):195-200.
3. **Chen H-P, Chang C-H, Liu J-K, Chuang S-F, Yang J-Y.** Effect of fluoride containing bleaching agents on enamel surface properties. *J Dent .* **2008**;36(9):718-25.
4. **Greenwall L.** Bleaching techniques in restorative dentistry: An illustrated guide: CRC Press. Florida; **2001**;6(7)-428.
5. **Shafiei F, Doustfatemeh S.** Effect of a Combined Bleaching Regimen on the Microhardness of a Sealed Methacrylate-based and a Silorane-based Composite. *J Dent .* **2013**;14(3):111-7.
6. **George L, Baby A, Dhanapal TP, et al.** Evaluation and comparison of the microhardness of enamel after bleaching with fluoride free and fluoride containing carbamide peroxide bleaching agents and post bleaching anticay application: An in vitro study. *Contemp Clin Dent.* **2015**;6:163-6.
7. **Basting R, Rodrigues A, Serra M.** The effect of 10% carbamide peroxide bleaching material on microhardness of sound and demineralized enamel and dentin in situ. *Oper Dent.* **2001**;26(6):531-9.
8. **White D, Faller R, Bowman W.** Demineralization and remineralization evaluation techniques—added considerations. *J Dent Res.* **1992**;71:929-33.
9. **Kamath U, Sheth H, Mullur D, Soubhagya M.** The effect of Remin Pro® on bleached enamel hardness: An in-vitro study. *Indian J Dent Res.* **2013**;24(6):690-3.
10. **Billmeyer FW, Saltzman M.** Principles of Color Technology.[With Illustrations.]: Interscience Publishers. New York; **1966**.
11. **Van der Burgt T, Ten Bosch J, Borsboom P, Kortsmid W.** A comparison of new and conventional methods for quantification of tooth color. *J Prosthet Dent.* **1990**;63(2):155-62.
12. **Chang J-Y, Chen W-C, Huang T-K, et al.** Evaluating the accuracy of tooth color measurement by combining the Munsell color system and dental colorimeter. *Kaohsiung J Med Sci.* **2012**;28(9):490-4.
13. **Sproull RC.** Color matching in dentistry. Part II. Practical applications of the organization of color. *J Prosthet Dent.* **1973**;29(5):556-66.
14. **Hammad IA, Stein RS.** A qualitative study for the bond and color of ceramometals. Part II. *The J Prosthet Dent.* **1991**;65(2):169-79.
15. **Phillips RW, Anusavice KJ.** Phillips' science of dental materials: Elsevier/Saunders. St. Louis; **2013**; (pp. 153-161)
16. **Cleland T.** The Munsell Color System. A practical description with suggestions for its use. Kessinger Publishing, Whitefish, Mont., USA; **2004**.

17. **Hunt RWG, Pointer MR.** Measuring colour: John Wiley & Sons. Chichester; **2011.**
18. **Rosenstiel S, Land M, Fujimot J.** Contemporary fixed prosthodontics. 2001, St. Louis, Missouri: Mosby Inc. 3, 2-4
19. **Mayekar SM.** Shades of a color. Illusion or reality? *Dent Clin North Am.* **2001**;45(1):155-72, vii.
20. **Nohl F, Steele J, Wassell R.** Crowns and other extra-coronal restorations: aesthetic control. *Br Dent J.* **2002**;192(8):443-50.
21. **Chu SJ, Devigus A, Mieleszko AJ.** Fundamentals of color: shade matching and communication in esthetic dentistry: Quintessence Publishing Company Illinois. London; **2004.**
22. **Yilmaz B, Özçelik TB, Wee AG.** Effect of repeated firings on the color of opaque porcelain applied on different dental alloys. *J Prosthet Dent.* **2009**;101(6):395-404.
23. **Bernard T, Paul M, Dan N.** Esthetic dentistry and ceramic restorations. Thieme medical publish. New York; **1999.**
24. **Sproull RC.** Color matching in dentistry. Part I. The three-dimensional nature of color. *J Prosthet Dent.* **2001**;86(5):453-7.
25. **Saraç D, Saraç Ş, Yüzbaşıoğlu E.** Farklı kompozitlerle bir renk skalası arasındaki renk farklılıkları. *Acta Odontol Turc.* **2005**; 22(2), 77-82
26. **Sari M, Koyutürk A, Çankaya S.** Çocukların tükettiği yiyecek ve içeceklerin süt ve daimi diş rengine etkisi. *Cumhuriyet Dent J.* **2011**;14(1):18-23.
27. **Joiner A.** Tooth colour: a review of the literature. *J Dent.* **2004**; 32, 3-12.
28. **Paravina RD.** Esthetic color training in dentistry: Mosby. Amsterdam; **2004.**
29. **Lagouvardos PE, Fougia AG, Diamantopoulou SA, Polyzois GL.** Repeatability and interdevice reliability of two portable color selection devices in matching and measuring tooth color. *J Prosthet Dent.* **2009**;101(1):40-5.
30. **Judeh A, Al-Wahadni A.** A comparison between conventional visual and spectrophotometric methods for shade selection. *Quintessence Int.* **2009**;40(9):69-79.
31. **Joiner A.** The bleaching of teeth: a review of the literature. *J Dent.* **2006**;34(7):412-9.
32. **Braun A, Jepsen S, Krause F.** Spectrophotometric and visual evaluation of vital tooth bleaching employing different carbamide peroxide concentrations. *Dent Mater.* **2007**;23(2):165-9.
33. **Stephen J.** Use of a reflectance spectrophotometer in evaluating shade change resulting from tooth-whitening products. *J Esthet Restor Dent.* **2003**;15(1):42-8.
34. **Paul S, Peter A, Pietrobon N, Hämmerle C.** Visual and spectrophotometric shade analysis of human teeth. *J Dent Res.* **2002**;81(8):578-82.
35. **Chapple J.** Restoring discolored teeth to normal. *Dent Cosmos.* **1877**;19:449.

36. **Goldstein RE, Garber DA.** Complete dental bleaching: Quintessence Publishing (IL). Hanover Park; **1995**.
37. **Haywood VB.** History, safety, and effectiveness of current bleaching techniques and applications of the nightguard vital bleaching technique. *Quintessence int.* **1992**;23(7):471-88.
38. **Karadaş M, Seven N.** Vital dişlerde beyazlatma. *Ankara Univ Hekim Fak Derg.* **2014**;24(3):126-35.
39. **Marson F, Sensi L, Vieira L, Araújo E.** Clinical evaluation of in-office dental bleaching treatments with and without the use of light-activation sources. *Oper Dent.* **2008**;33(1):15-22.
40. **Kihn PW.** Vital tooth whitening. *Dent Clin North Am.* **2007**;51(2):319-31.
41. **Gerlach RW, Zhou X.** Vital bleaching with whitening strips: summary of clinical research on effectiveness and tolerability. *J Contemp Dent Pract.* **2001**;2(3):1-16.
42. **Tavares M, Stultz J, Newman M, et al.** Light augments tooth whitening with peroxide. *J Am Dent Assoc.* **2003**;134(2):167-75.
43. **Garber DA.** Dentist-monitored bleaching: a discussion of combination and laser bleaching. *J Am Dent Assoc.* **1997**;128:26-30.
44. **Leonard JR.** Nightguard vital bleaching: dark stains and long-term results. *Compendium of continuing education in dentistry(Jamesburg, NJ: 1995) Supplement.* **2000**;28(2):18-27.
45. **Haywood VB, Leonard RH, Nelson CF, Brunson WD.** Effectiveness, side effects and long-term status of nightguard vital bleaching. *J Am Dent Assoc.* **1994**;125(9):1219-26.
46. **Haywood VB, Heymann HO.** Nightguard vital bleaching: how safe is it? *Quintessence Int.* **1991**;22(7): 515-23.
47. **Kugel G, Perry R, Hoang E, Scherer W.** Effective tooth bleaching in 5 days: using a combined in-office and at-home bleaching system. *Compend Contin Educ Dent.* **1997**;18(4):378, 80-3.
48. **Alaçam T.** Endodonti: Gazi Üniversitesi Basın Yayın Yüksek Okulu Basımevi. Ankara; **1990**.
49. **Spasser HF.** A simple bleaching technique using sodium perborate. *NY State Dent J.* **1961**;27:332-4.
50. **Nutting EB.** Chemical bleaching of discolored endodontically treated teeth. *Dent Clin North Am.* **1967**; 655-62
51. **Yamanel K, Çağlar A.** Diş renklenme sebepleri ve diş beyazlatma yöntemlerinin değerlendirilmesi (Derleme). *Süleyman Demirel Üniv Diş Hek Fak Derg.* **2011**;3(1):47-59.
52. **Howell R, RA H.** Bleaching Discoloured Root-Filled Teeth. *Brit Dent J.* **1980**;159-62
53. **AM Sulieman M.** An overview of tooth-bleaching techniques: chemistry, safety and efficacy. *Periodontol 2000.* **2008**;48(1):148-69.

54. **Seghi R, Denry I.** Effects of external bleaching on indentation and abrasion characteristics of human enamel in vitro. *J Dent Res.* **1992**;71(6):1340-4.
55. **Li Y.** Biological properties of peroxide-containing tooth whiteners. *Food Chem Toxicol.* **1996**;34(9):887-904.
56. **De Geus J, Wambier L, Kossatz S, Loguercio A, Reis A.** At-home vs in-office bleaching: a systematic review and meta-analysis. *Oper Dent.* **2016**;41(4):341-56.
57. **Hagg G.** General and inorganic chemistry. New Jersey; **1969**
58. **Fasanaro TS.** Bleaching teeth: history, chemicals, and methods used for common tooth discolorations. *J Esthet Restor Dent.* **1992**;4(3):71-8.
59. **Matis B.** Degradation of gel in tray whitening. *Compend Contin Educ Dent.* **2000**;28:28-31.
60. **Rotstein I, Friedman S.** pH variation among materials used for intracoronal bleaching. *J Endod.* **1991**;17(8):376-9.
61. **Endodonti AT.** Barış Yayınları, Fakülteler Kitapevi. Ankara; **2000**. p. 196-8
62. **Kihn PW, Barnes DM, Romberg E, Peterson K.** A clinical evaluation of 10 percent vs. 15 percent carbamide peroxide tooth-whitening agents. *J Am Dent Assoc.* **2000**;131(10):1478-84.
63. **Nathoo S, Stewart B, Petrone ME, et al.** Comparative clinical investigation of the tooth whitening efficacy of two tooth whitening gels. *J Clin Dent.* **2003**;14(3):64-9.
64. **Cohen SC, Chase C.** Human pulpal response to bleaching procedures on vital teeth. *J Endod.* **1979**;5(5):134-8.
65. **Suliman M, Addy M, MacDonald E, Rees J.** The effect of hydrogen peroxide concentration on the outcome of tooth whitening: an in vitro study. *J Dent.* **2004**;32(4):295-9.
66. **LCC Filho CC, Sória M, Taga R.** Effect of home bleaching and smoking on marginal gingival epithelium proliferation: a histologic study in women. *J Oral Pathol Med.* **2002**;31(8):473-80.
67. **Haywood VB, Leech T, Heymann HO, Crumpler D, Bruggers K.** Nightguard vital bleaching: effects on enamel surface texture and diffusion. *Quintessence Int.* **1990**;21(10):801-4.
68. **Dahl J, Pallesen U.** Tooth bleaching—a critical review of the biological aspects. *Crit Rev Oral Biol Med.* **2003**;14(4):292-304.
69. **Therapeutics CoD.** Guidelines for the acceptance of peroxide-containing oral hygiene products. *J Am Dent Assoc.* **1994**;125(8):1140-2.
70. **Shannon H, Spencer P, Gross K, Tira D.** Characterization of enamel exposed to 10% carbamide peroxide bleaching agents. *Quintessence Int.* **1993**;24(1):39-44
71. **Zimmerli B, Jeger F, Lussi A.** Bleaching of nonvital teeth. *Schweiz Monatsschr Zahnmed.* **2010**;120(4):306-13.
72. **Tay LY, Kose C, Loguercio AD, Reis A.** Assessing the effect of a desensitizing agent used before in-office tooth bleaching. *J Am Dent Assoc.* **2009**;140(10):1245-51.

73. **Thitinanthapan W, Satamanont P, Vongsavan N.** In vitro penetration of the pulp chamber by three brands of carbamide peroxide. *J Esthet Restor Dent.* **1999**;11(5):259-64.
74. **de Souza Costa CA, Riehl H, Kina JF, Sacono NT, Hebling J.** Human pulp responses to in-office tooth bleaching. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* **2010**;109(4):59-64.
75. **Hicks J, Garcia-Godoy F, Flaitz C.** Biological factors in dental caries: role of saliva and dental plaque in the dynamic process of demineralization and remineralization (part 1). *J Clin Pediatr Dent.* **2004**;28(1):47-52.
76. **Thakur R, Shigli AL, Sharma DS, Thakur G.** Effect of catalase and sodium fluoride on human enamel bleached with 35% carbamide peroxide. *Int J Clin Pediatr Dent.* **2015**;8(1):12-7.
77. **Gangarosa Sr LP.** Current strategies for dentist-applied treatment in the management of hypersensitive dentine. *Arch Oral Biol.* **1994**;39:101-6.
78. **Barcellos DC, Batista GR, da Silva MA, Pleffken PR, Valera MC.** Clinical performance of topical sodium fluoride when supplementing carbamide peroxide at-home bleaching gel. *Gen Dent.* **2015**;63(3):47-50.
79. **Edblad T, Hoffman M, Hakeberg M, et al.** Micro-topography of dental enamel and root cementum. *Swed Dent J.* **2009**;33(1):41-8.
80. **Schlüter N, Hara A, Shellis R, Ganss C.** Methods for the measurement and characterization of erosion in enamel and dentine. *Caries Res.* **2011**;45:13-23.
81. **Eliades T, Gioka C, Eliades G, Makou M.** Enamel surface roughness following debonding using two resin grinding methods. *Eur J Dent Educ.* **2004**;26(3):333-8.
82. **Piacentini C, Sfondrini G.** A scanning electron microscopy comparison of enamel polishing methods after air-rotor stripping. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* **1996**;109(1):57-63.
83. **Arnold W, Cerman M, Neuhaus K, Gaengler P.** Volumetric assessment and quantitative element analysis of the effect of fluoridated milk on enamel demineralization. *Arch Oral Biol.* **2003**;48(6):467-73.
84. **Arends J, Ten Bosch J.** Demineralization and remineralization evaluation techniques. *J Dent Res.* **1992**;71:924-8.
85. **Love G, Scott V.** Electron probe microanalysis using soft X-rays—a review. Part 1: Instrumentation, spectrum processing and detection sensitivity: INVITED REVIEW. *J Microsc.* **2001**;201(1):1-32.
86. **Fischer-Cripps AC, Nicholson D.** Nanoindentation. Mechanical engineering series. *Appl Mech Rev.* **2004**;57(2):12.
87. **Oliver WC, Pharr GM.** Measurement of hardness and elastic modulus by instrumented indentation: Advances in understanding and refinements to methodology. *J Mater Res.* **2004**;19(1):3-20.
88. **Craig R, Peyton F.** Elastic and mechanical properties of human dentin. *J Dent Res.* **1958**;37(4):710-8.

90. **Whitehead S, Shearer A, Watts D, Wilson N.** Comparison of methods for measuring surface roughness of ceramic. *J Oral Rehabil*, **1995**; 22(6):421-7.
90. **Shannon I.** Fluoride treatment programs for high-caries-risk patients. *Clin Prev Dent*. **1982**;4(2):11-20.
91. **CIE.** Commission Internationale de L'Eclairage. Recommendation on Uniform Colour Spaces, Colour Difference Equations and Psychometric colour terms. Paris; **1978**.
92. **Westland S.** Review of the CIE system of colorimetry and its use in dentistry. *J Esthet Restor Dent*. **2003**;15:5-12.
93. **IBM SPSS** statistics for Windows, version 21.0. Armonk, NY: IBM Corp. **2013**.
94. **Bishara SE, Oonsombat C, Soliman MM, Ajlouni R, Laffoon JF.** The effect of tooth bleaching on the shear bond strength of orthodontic brackets. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. **2005**;128(6):755-60.
95. **Gallagher A, Maggio B, Bowman J, et al.** Clinical study to compare two in-office (chairside) whitening systems. *J Investig Clin Dent*. **2002**;13(6):219-24.
96. **Basting RT, Amaral F, França F, Flório F.** Clinical comparative study of the effectiveness of and tooth sensitivity to 10% and 20% carbamide peroxide home-use and 35% and 38% hydrogen peroxide in-office bleaching materials containing desensitizing agents. *Oper Dent*. **2012**;37(5):464-73.
97. **Tay LY, Kose C, Herrera DR, Reis A, Loguercio AD.** Long-term efficacy of in-office and at-home bleaching: a 2-year double-blind randomized clinical trial. *Am J Dent*. **2012**;25(4):199-204.
98. **Faus-Matoses V, Palau-Martínez I, Amengual-Lorenzo J, Faus-Matoses I, Faus-Llácer V-J.** Bleaching in vital teeth: Combined treatment vs in-office treatment. *J Clin Exp Dent*. **2019**;11(8):754-758.
99. **Luque-Martínez I, Reis A, Schroeder M, et al.** Comparison of efficacy of tray-delivered carbamide and hydrogen peroxide for at-home bleaching: a systematic review and meta-analysis. *Clin Oral Investig*. **2016**;20(7):1419-33.
100. **Giachetti L, Bertini F, Bambi C, Nieri M, Russo DS.** A randomized clinical trial comparing at-home and in-office tooth whitening techniques: a nine-month follow-up. *J Am Dent Assoc*. **2010**;141(11):1357-64.
101. **Matis B, Hamdan Y, Cochran M, Eckert G, Stropes M.** A clinical evaluation of a bleaching agent used with and without reservoirs. *Oper Dent*. **2002**;27(1):5-11.
102. **Matis B.** Degradation of gel in tray whitening. *Compend Contin Educ Dent*. **2000**;28(3):31-5.
103. **Al-Qunaiyan TA, Matis BA, Cochran MA.** In vivo kinetics of bleaching gel with three-percent hydrogen peroxide within the first hour. *Oper Dent Univ of Washington*. **2003**;28(3):236-41.
104. **Oskoe PA, Navimipour EJ, Oskoe SS, Moosavi N.** Effect of 10% sodium ascorbate on bleached bovine enamel surface morphology and microhardness. *Open Dent J*. **2010**;4:207-10.
105. **Gama Cunha AG, Meira De Vasconcelos AA, Dutra Borges BC, et al.** Efficacy of in-office bleaching techniques combined with the application of a casein phosphopeptide-amorphous calcium

phosphate paste at different moments and its influence on enamel surface properties. *Microsc Res Tech.* **2012**;75(8):1019-25.

106. **Nizam BH, Lim C, Chng H, Yap A.** Nanoindentation study of human premolars subjected to bleaching agent. *J Biomech.* **2005**;38(11):2204-11.

107. **Azer SS, Machado C, Sanchez E, Rashid R.** Effect of home bleaching systems on enamel nanohardness and elastic modulus. *J Dent.* **2009**;37(3):185-90.

108. **de Souza T-F, Catelan A.** Effect of bleaching agents on hardness, surface roughness and color parameters of dental enamel. *J Clin Exp Dent.* **2020**;12(7):670-75.

109. **Teixeira E, Ritter AV, Thompson JY, Leonard Jr RH, Swift Jr EJ.** Effect of tray-based and trayless tooth whitening systems on microhardness of enamel surface and subsurface. *Am J Dent.* **2004**;17(6):433-6.

110. **Hosoya N, Honda K, Iino F, Arai T.** Changes in enamel surface roughness and adhesion of *Streptococcus mutans* to enamel after vital bleaching. *J Dent.* **2003**;31(8):543-8.

111. **Heshmat H, Ganjkar MH, Jaberi S, Fard MJK.** The effect of remin pro and MI paste plus on bleached enamel surface roughness. *J Dent.* **2014**;11(2):131-6.

112. **Josey A, Meyers I, Romaniuk K, Symons A.** The effect of a vital bleaching technique on enamel surface morphology and the bonding of composite resin to enamel. *J Oral Rehabil.* **1996**;23(4):244-50.

113. **McCracken MS, Haywood VB.** Demineralization effects of 10 percent carbamide peroxide. *J Dent.* **1996**;24(6):395-8.

114. **Hegedüs C, Bistey T, Flora-Nagy E, Keszthelyi G, Jenei A.** An atomic force microscopy study on the effect of bleaching agents on enamel surface. *J Dent.* **1999**;27(7):509-15.

115. **Pimenta-Dutra A-C, Rodrigo-de Castro Albuquerque L-F, dos Santos-Alves Morgan G-M, Pereira EN, Martinho-Campolina-Rebello Horta F-F.** Effect of bleaching agents on enamel surface of bovine teeth: A SEM study. *J Clin Exp Dent.* **2017**;9(1):46-50.

116. **Orilisi G, Tosco V, Monterubbianesi R, Notarstefano V, Özcan M, Putignano A, et al.** ATR-FTIR, EDS and SEM evaluations of enamel structure after treatment with hydrogen peroxide bleaching agents loaded with nano-hydroxyapatite particles. *PeerJ.* **2021**;9:10606.

117. **Ozdemir ZM, Surmelioglu D.** Effects of different bleaching application time on tooth color and mineral alteration. *Ann Anat.* **2021**;233:151590.

118. **Coceska E, Gjorgievska E, Coleman NJ, Gabric D, Slipper I, et al.** Enamel alteration following tooth bleaching and remineralization. *J Microsc.* **2016**;262(3):232-44.

119. **Cavalli V, Rodrigues LKA, Paes-Leme AF, Brancalion M, Arruda M, et al.** Effects of bleaching agents containing fluoride and calcium on human enamel. *Quintessence Int.* **2010**;41(8):703.

120. **Hosoya Y, Marshall S, Watanabe L, Marshall G.** Microhardness of carious deciduous dentin. *Oper Dent.* **2000**;25(2):81-9.

121. **AKALIN TT, Kiremitçi A, Gökalp S, Yenen Z.** Bir oksalat hassasiyet gidericinin uzun dönem bağlanma dayanımı üzerine etkisi. *Selcuk Dent J.* 3(1):15-9.

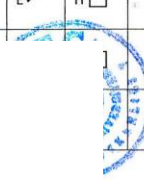
122. **Tüzüner T, Ulusoy A, Baygin O, Yahyaoglu G, Yalçın İ.** Kavite dezenfeksiyonu amacı ile kullanılabilen ticari antibakteriyel jellerin mikro-gerilme bağlanma dayanımı üzerine etkinliklerinin değerlendirilmesi. *Cumhuriyet Dent J.* **2012**;15(4):288-96.
123. **Buskes J, Christoffersen J, Arends J.** Lesion formation and lesion remineralization in enamel under constant composition conditions. *Caries Res.* **1985**;19(6):490-6.
124. **Meyer-Lueckel H, Umland N, Hopfenmuller W, Kielbassa A.** Effect of mucin alone and in combination with various dentifrices on in vitro remineralization. *Caries Res.* **2004**;38(5):478-83.
125. **Yesilyurt C, Sezer U, Ayar M, Alp C, Tasdemir T.** The effect of a new calcium-based agent, Pro-Argin, on the microhardness of bleached enamel surface. *Aust Dent J.* **2013**;58(2):207-12.
126. **Burgmaier GM, Schulze I, Attin T.** Fluoride uptake and development of artificial erosions in bleached and fluoridated enamel in vitro. *J Oral Rehabil.* **2002**;29(9):799-804.
127. **Ramyalakshmi J.** Comparative Evaluation of the Effect of Different Remineralizing Agents on Artificial Caries like Enamel lesions using Scanning Electron Microscope, Surface Roughness and Surface Micro Hardness Assessment: An Invitro Study: Vivekanandha Dental College for Women, Tiruchengode. *Indian J Res.* **2019**;8(2):15-20
128. **Benjamin S, Roshni PS, Nainan MT.** Seal that heals. *World J Dent.* **2012**;3(3):243-6.
129. **Valian A, Raeisi-Sarkhooni A, Moravej-Salehi E, Emamieh S.** Effect of Remin Pro and Neutral Sodium Fluoride on Enamel Microhardness After Exposure to Acidic Drink. *J Islam Dent Assoc Iran.* **2017**;29(2):44-50.

## EKLER

### EK 1. Etik Kurul Onayı

|                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                  |  |  |                          |  |  |  |  |
|----------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|--|--|--------------------------|--|--|--|--|
| <b>HMKÜ</b>                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                  |  |  |                          |  |  |  |  |
| <b>GİRİŞİMSEL OLMAYAN KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURUL</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                  |  |  |                          |  |  |  |  |
| <b>KARAR FORMU</b>                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                  |  |  |                          |  |  |  |  |
| <b>KARAR BİLGİLERİ</b>                                   | <b>Karar No: 07</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                  |  |  | <b>Tarih: 05/12/2019</b> |  |  |  |  |
|                                                          | <b>KARAR 07-</b> Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Restoratif Diş Tedavisi Anabilim Dalı Dr.Öğr.Üyesi Oya ŞEKER'in (Arş.Gör.Dr.Cihan ŞAHİN'in tezi) "Farklı diş beyazlatma ajanlarının dişler üzerinde yaptıkları fiziksel değişikliklerin invitro olarak değerlendirilmesi" isimli çalışması görüşülmüş olup; çalışmanın gerekçe, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak incelenmiş ve etik kurallara uygun bulunmuş olup; çalışmanın finans kaynağı olarak gösterilen, Mustafa Kemal Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi'nden (BAP) gerekli belgelerin Kurulumuza ulaştıktan sonra çalışmanın başvuru dosyasında belirtilen merkezlerde gerçekleştirilmesinde etik ve bilimsel sakınca bulunmadığına toplantıya katılan etik kurul üyelerinin oy birliği ile karar verilmiştir. |                                  |  |  |                          |  |  |  |  |
|                                                          | <b>ETİK KURUL ÜYELERİ</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                  |  |  |                          |  |  |  |  |
| Çalışma Esası:                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | İyi Klinik Uygulamaları Kılavuzu |  |  |                          |  |  |  |  |
| Etik Kurul Başkanı                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Prof.Dr.İbrahim Halil ÇERÇİ      |  |  |                          |  |  |  |  |

| <b>ETİK KURUL ÜYELERİ</b>             |                      |                              |           |                                                                                      |    |                            |                            |           |  |
|---------------------------------------|----------------------|------------------------------|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------|----|----------------------------|----------------------------|-----------|--|
| Ünvanı/Adı/Soyadı                     | Uzmanlık Alanı       | Kurumu                       | Cinsiyeti | İlişki                                                                               |    | Katılım                    |                            | İmza      |  |
| Prof.Dr.İbrahim Halil ÇERÇİ<br>Başkan | Veteriner            | HMKÜ Veteriner Fakültesi     | E         | <input type="checkbox"/>                                                             | H✓ | E✓                         | H <input type="checkbox"/> |           |  |
| Prof.Dr.Hülya YALÇIN<br>Başkan Yrd.   | Nükleer Tıp          | HMKÜ Tıp Fakültesi           | K         | <input type="checkbox"/>                                                             | H✓ | E✓                         | H <input type="checkbox"/> |           |  |
| Doç.Dr. A.Güler OKYAY<br>Başkan Yrd.  | Kadın Hast. Ve Doğum | HMKÜ Tıp Fakültesi           | E         | <input type="checkbox"/>                                                             | H✓ | E✓                         | H <input type="checkbox"/> |           |  |
| Doç.Dr.Alper ASLAN<br>Üye             | Beden Eğitimi        | HMKÜ BESYO                   | E         | <input type="checkbox"/>                                                             | H✓ | E✓                         | H <input type="checkbox"/> |           |  |
| Doç.Dr.Tümay ÖZGÜR<br>Üye             | Patoloji             | HMKÜ Tıp Fakültesi           | K         | <input type="checkbox"/>                                                             | H✓ | E✓                         | H <input type="checkbox"/> |           |  |
| Dr.Öğr.Üyesi .Cengiz ARLI<br>Üye      | Kulak Burun Boğaz    | HMKÜ Tıp Fakültesi           | E         | <input type="checkbox"/>                                                             | H✓ | E✓                         | H <input type="checkbox"/> |           |  |
| Dr.Öğr.Üyesi Fatma DUMAN<br>Üye       | Anatomi              | HMKÜ Tıp Fakültesi           | K         | <input type="checkbox"/>                                                             | H✓ | E✓                         | H <input type="checkbox"/> |           |  |
| Dr.Öğr.Üyesi F. B. ZORTUK<br>Üye      | Diş Hekimi           | HMKÜ Diş Hekimliği Fakültesi | K         | <input type="checkbox"/>                                                             | H✓ | E <input type="checkbox"/> | H ✓                        | Raporlu   |  |
| Doç.Dr. Oğuzhan ÖZCAN<br>Üye          | Tıbbi Biyokimya      | HMKÜ Tıp Fakültesi           | E         | <input type="checkbox"/>                                                             | H✓ | E✓                         | H <input type="checkbox"/> |           |  |
| Dr.Öğr.Üyesi Oğuz AKKUŞ<br>Üye        | Kardiyoloji          | HMKÜ Tıp Fakültesi           | E         |  |    |                            |                            | Katılmadı |  |
| Dr.Öğr.Üyesi Rana CAN<br>Üye          | Hemşirelik           | HMKÜ Sağlık Hiz. YO.         | K         |                                                                                      |    |                            |                            | Katılmadı |  |

## EK 2. Etik Kurul Tez Adı Değişikliği Onayı

T.C.  
HATAY MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ  
GİRİŞİMSSEL OLMAYAN KLİNİK ARAŞTIRMALAR  
ETİK KURUL KARARLARI

| TOPLANTI TARİHİ | TOPLANTI SAYISI | KARAR SAYISI |
|-----------------|-----------------|--------------|
| 04/10/2021      | 11              | 29           |

**KARAR 28-** Arş.Gör.Dr.Cihan ŞAHİN'in, Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Restoratif Diş Tedavisi Anabilim Dalı Dr.Öğr.Üyesi Oya ŞEKER'in (Arş.Gör.Dr.Cihan ŞAHİN'in tezi) "Farklı diş beyazlatma ajanlarının dişler üzerinde yaptıkları fiziksel değişikliklerin invitro olarak değerlendirilmesi" isimli çalışmasının adını "Farklı beyazlatma ajanlarının ve beyazlatma sonrası uygulanan remineralize edici ajanın mine yüzeyine etkilerinin invitro olarak değerlendirilmesi" olarak değiştirilmesinin uygun olduğuna toplantıya katılan Girişimsel Olmayan Etik Kurul Üyelerinin oy birliği ile karar verilmiştir.

(İmza)  
Prof.Dr.İbrahim Halil ÇERÇİ  
(Başkan)

(İmza)  
Prof.Dr.Hülya YALÇIN  
(Başkan Yardımcısı )

(İmza)  
Prof.Dr.Ayşe Güler OKYAY  
(Başkan Yardımcısı)

(Katılmadı)  
Prof.Dr.Alper ASLAN  
(Üye)

(İmza)  
Prof.Dr.Tümay ÖZGÜR  
(Üye)

(İmza)  
Doç.Dr.Cengiz ARLI  
(Üye)

(İmza)  
Dr.Öğr.Üyesi Fatma ÖZ  
(Üye)

(İmza)  
Dr.Öğr.Üyesi Fundagül B. ZORTUK  
(Üye)

(Katılmadı)  
Doç.Dr.Oğuzhan ÖZCAN  
(Üye)

(Katılmadı)  
Doç.Dr.Üyesi Oğuz AKKUŞ  
(Üye)

(Katılmadı)  
Doç.Dr.Sibel SEVİNÇ  
(Üye)

(İmza)  
Enver Sedat BORAZAN  
(Raportör)



## ÖZGEÇMİŞ

