



T.C.
GAZİANTEP ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ

**TiO₂/ KİTOSAN İÇEREN BEYAZLATMA JELİNİN DİŞ YÜZEY
PÜRÜZLÜLÜĞÜ, MİKROSERTLİĞİ VE RENK DEĞİŞİMİ
ÜZERİNE ETKİSİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ**

Halime KOLSUZ ÖZÇETİN
UZMANLIK TEZİ

RESTORATİF DİŞ TEDAVİSİ ANABİLİM DALI

DANIŞMAN

Dr. Öğr. Üyesi Derya SÜRMEİİOĞLU

GAZİANTEP
2020

T.C.
GAZİANTEP ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ
RESTORATİF DİŞ TEDAVİSİ ANABİLİM DALI

**TiO₂/ KİTOSAN İÇEREN BEYAZLATMA JELİNİN DİŞ YÜZEY
PÜRÜZLÜLÜĞÜ, MİKROSERTLİĞİ VE RENK DEĞİŞİMİ ÜZERİNE
ETKİSİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ**

Halime KOLSUZ ÖZÇETİN

Tez Savunma Tarihi: 06.03.2020

Diş Hekimliği Fakültesi Dekanlığı Onayı

Prof. Dr. Kamile ERCİYAS
Diş Hekimliği Fakültesi Dekanı

Diş Hekimliği Fakültesi Dekanlığına;

Bu çalışmanın bir “Diş Hekimliğinde Uzmanlık” derecesi için uygun ve yeterli bir çalışma olduğunu onaylıyorum.

Dr. Öğr. Üyesi Derya SÜRMEİOĞLU
Restoratif Diş Tedavisi Anabilim Dalı Başkanı

Bu tez tarafımda okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından bir “Diş Hekimliğinde Uzmanlık” tezi olarak kabul edilmiştir.

Dr. Öğr. Üyesi Derya SÜRMEİOĞLU
Tez Danışmanı

Bu tez tarafımda okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından bir “Diş Hekimliğinde Uzmanlık” tezi olarak kabul edilmiştir.

Tez Jürisi İmza

.....

.....

.....

BEYAN

Bu tez çalışmasının kendi çalışmam olduğunu, tezin planlanmasından yazımına kadar bütün aşamalarda etik dışı davranışımın olmadığını, bu tezdeki bütün bilgileri akademik ve etik kurallar içinde elde ettiğimi, bu tez çalışmasıyla elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara kaynak gösterdiğimi ve bu kaynakları da kaynaklar listesine aldığımı, yine bu tezin çalışılması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığını beyan ederim.

Tarih

Halime KOLSUZ ÖZÇETİN

TEŞEKKÜRLER

Uzmanlık eğitimim boyunca tüm içtenliğiyle bilgi ve tecrübelerini paylaşan, bir dost sıcaklığı ve sevgisiyle beni her konuda destekleyip cesaretlendiren, hiçbir fedakârlıktan kaçınmayarak tezimin hazırlanmasından istatistiğine kadar her aşamasında çok büyük katkıları olan, çok sevdiğim canım hocam Dr. Öğr. Üyesi Derya SÜRMELOĞLU'na,

Tez çalışmamı değerlendirerek, bilgi ve deneyimlerini paylaşan, desteklerini esirgemeyen ve tez sunumuma gelerek beni onurlandıran, saygıdeğer hocalarım Prof. Dr. Gürkan GÜR ve Doç. Dr. Emrullah Bahşi'ye

Eğitimim süresince birlikte çalışmaktan mutluluk duyduğum, tez hazırlığı sürecinde göstermiş oldukları anlayış ve desteklerden ötürü, en önemlisi de candan dostlukları için tüm asistan arkadaşlarıma,

Hayatım boyunca ilgi ve desteklerini esirgemeyen, tüm fedakarlıklarıyla bugünlere gelmemi sağlayan, beni her zaman karşılıksız seven ve dualarını esirgemeyen canım annem, babam ve tüm aileme,

Uzmanlık eğitimim boyunca sevgisi, sabrı ve anlayışı ile hep yanımda olan, sevgili eşim Ali İhsan ÖZÇETİN'e

Sonsuz teşekkürlerimi sunuyorum.

İÇİNDEKİLER

BEYAN	
TEŞEKKÜRLER	i
KISALTMALAR ve SİMGELER	vi
ŞEKİLLER LİSTESİ	viii
RESİMLER LİSTESİ	ix
TABLOLAR LİSTESİ	x
1. GİRİŞ ve AMAÇ	3
2. GENEL BİLGİLER	6
2.1 Diş Renklenmeleri.....	6
2.1.1 İç kaynaklı renklenmeler	6
2.1.1.1 Lokal faktörlerin neden olduğu iç kaynaklı renklenmeler	6
2.1.1.1.A Pulpa nekrozu	6
2.1.1.1.B Travma (İntrapulpal hemoraji).....	6
2.1.1.1.C Kalsifik metamorfozis (Distrofik kalsifikasyon)	6
2.1.1.1.D Kök rezorpsiyonu	7
2.1.1.1.E Endodontik tedavi sonrasında kalan pulpa artıkları.....	7
2.1.1.1.F Kanal içi ilaçlar ve dolgu materyalleri	7
2.1.1.1.G Koronal restorasyonlar (Metalik ve kompozit restorasyonlar).....	7
2.1.1.1.H Yaşlanma (Distrofik kalsifikasyon).....	7
2.1.1.2 Sistemik faktörlerin neden olduğu iç kaynaklı renklenmeler	7
2.1.1.2.A Tetrasiklin renklenmesi	7
2.1.1.2.B Florozis	8
2.1.1.2.C Amelogenezis imperfekta	8
2.1.1.2.D Dentinogenezis imperfekta	9
2.1.1.2.E Alkaptanüri.....	9
2.1.1.2.F Konjenital eritropoetik porfiria	9

2.1.1.2.G Hemolitik anemiler (Eritroblastozis fetalis, Konjenital hiperbilurubeni).....	9
2.1.2 Dış kaynaklı renklenmeler	10
2.2 Dış Hekimliğinde Renk Algısı	10
2.2.1 Dış rengi.....	13
2.2.2 Dış renk tespiti	13
2.2.2.1 Geleneksel renk ölçüm yöntemi	13
2.2.2.2 Dijital renk ölçüm yöntemleri	14
2.2.2.2.A Spektrofotometre	14
2.2.2.2.B Spektroradyometre	14
2.2.2.2.C Kolorimetre	15
2.2.2.2.D Dijital Kamera	15
2.3 Dış Beyazlatma Mekanizması.....	15
2.4 Dış Beyazlatmada Kullanılan Materyallerin İçeriği	16
2.4.1 Hidrojen peroksit	16
2.4.2 Karbamid peroksit.....	16
2.4.3 Sodyum perborat.....	17
2.4.4 Üre	17
2.4.5 Karbopol	17
2.4.6 Koruyucular	17
2.4.7 Taşıyıcılar	17
2.4.8 Tatlandırıcılar.....	17
2.4.9 Diğer materyaller	18
2.4.9.1 Titanyum dioksit.....	18
2.4.9.2 Kitosan.....	18
2.4.9.2.A Dış hekimliğinde kitosan	19
2.5 Dış Beyazlatma Yöntemleri	21
2.5.1 Devital beyazlatma	21
2.5.2 Vital beyazlatma	22

2.5.2.1	Ofis tipi.....	22
2.5.2.2	Ev tipi	23
2.5.2.3	Over the counter (tezgah üstü) ürünler	24
2.6	Beyazlatma Tedavisinin Endikasyonları.....	25
2.7	Beyazlatma Tedavisinin Kontrendikasyonları	25
2.8	Beyazlatma Ajanlarının Yan Etkileri	25
2.8.1	Diş hassasiyeti.....	25
2.8.2	Dişeti irritasyonları	26
2.8.3	Toksik ve sistemik etkileri	26
2.8.4	Diş sert dokusu üzerindeki etkiler	26
2.8.5	Pulpa dokusu üzerine etkileri.....	27
2.9	Beyazlatma Tedavisinde Kullanılan Işık Kaynakları.....	27
2.9.1	Kuartz tungsten halojen (QTH) ışık kaynakları.....	27
2.9.2	Plazma ark karbon ışık kaynakları (PAC)	28
2.9.3	Işık salan diodlar (LED- Light Emitting Diod)	28
2.9.4	Lazerler	28
2.10	Yüzey Değerlendirme Yöntemleri	29
2.10.1	Yüzey mikrosertlik ölçümü	29
2.10.1.1	Vicker's mikrosertlik ölçümü.....	29
2.10.1.2	Knoop mikrosertlik ölçümü.....	30
2.10.2	Yüzey pürüzlülüğü ölçümü.....	31
2.10.2.1	Profilometre ile yüzey pürüzlülüğü ölçümü	31
3.	GEREÇ VE YÖNTEM	32
3.1	Örneklerin Hazırlanması	32
3.1.1	Mikrosertlik ve yüzey pürüzlülüğü ölçümü için örneklerin hazırlanması	33
3.1.2	Renk analizi için örneklerin hazırlanması	34
3.2	Grupların Oluşturulması.....	35
3.3	Deney Jelinin Hazırlanması	35

3.4	Vicker's Mikrosertlik Ölçümü.....	37
3.5	Yüzey Pürüzlülüğü Ölçümü.....	38
3.6	Renk Ölçümü	39
3.7	Beyazlatma Prosedürünün Uygulanması	40
3.7.1	Grup 1: Deneysel jel (TiO ₂ / Kitosan/ %6 HP) uygulanan grup.....	40
3.7.2	Grup 2:Opalescence Boost PF % 40 HP beyazlatma jeli uygulanan grup	40
3.7.3	Grup 3: Zoom % 25 HP beyazlatma jeli uygulanan grup.....	41
3.8	Beyazlatma Prosedürü Sonrası İşlemler.....	42
3.9	İstatistiksel Analiz.....	42
3.9.1	Yüzey pürüzlülüğü ve mikrosertlik ölçümlerinin istatistiksel analizi	42
3.9.2	Renk ölçümlerinin istatistiksel analizi.....	42
4.	BULGULAR	43
4.1	Mikrosertlik Bulguları.....	43
4.2	Yüzey Pürüzlülüğü Bulguları.....	44
4.3	Renk Analizi Bulguları	46
4.3.1	L* değerine ait bulgular	46
4.3.2	a* değerine ait bulgular.....	47
4.3.3	b* değerine ait bulgular	48
4.3.4	Renk değişimi (ΔE_{ab} ve ΔE_{00}) değerlerine ait bulgular	50
5.	TARTIŞMA ve SONUÇ.....	52
6.	KAYNAKLAR.....	66
7.	EKLER	90
8.	ÖZGEÇMİŞ.....	92

KISALTMALAR ve SİMGELER

ANOVA	Tek Yönlü Varyans Analiz
⁰ C	Santigrat
Ca (OH) ₂	Kalsiyum Hidroksit
CO ₂	Karbondioksit
CIE	Comission Internationale de l'Eclairage
dk	Dakika
Er: YAG	Erbiyum Yttrium Aluminium Garnet
eV	Elektronvolt
HP	Hidrojen Peroksit
HCl	Hidroklorik asit
IR	Kızılötesi Işık
KSD	Knoop sertlik değeri
KP	Karbamid Peroksit
kV	Kilovolt
LED	Light Emitting Diode
LSD	En Küçük Anlamlı Fark/ Least Significant Difference
mg	Miligram
ml	Mililitre
mm	Milimetre
Na	Sodyum
NaOCl	Sodyum hipoklorit
Nd: YAG	Neodminyum Yttrium Aluminium Garnet
NH ₂	Amino
nm	Nanometre
OH ⁻	Hidroksil
P	Fosfor
PAC	Plazma Arc Lambaları
pH	Asidite katsayısı
ppm	Milyonda bir birim/ Parts per million
pKa	Asitlik Sabiti Ka'nın Negatif Logaritması
Ra	Ortalama pürüzlülük değeri

ROS	Serbest Oksijen Radikali
OTC	Over the Counter
QTH	Quartz Tungsten Halojen
SEM	Taramalı Elektron Mikroskopu/Scanning Electron Microscope
SD	Standart Deviation (Standart Sapma)
SP	Sodyum Perborat
TiO ₂	Titanyum dioksit
ΔE	Delta E
UV	Ultraviyole
VHN	Vicker's Hardness Number



ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1. CIEL *a*b* renk sistemi	11
Şekil 2.2. Vicker' s mikrosertlik ucu (201).....	30
Şekil 2.3. Knoop mikrosertlik ucu (201).....	30
Şekil 3.1. Çalışma Protokolü.....	32
Şekil 4.1. Beyazlatma prosedürü öncesi ve sonrası ortalama VHN.....	44
Şekil 4.2. Beyazlatma prosedürü öncesi ve sonrası ortalama yüzey pürüzlülüğü (Ra).....	45
Şekil 4.3. Grupların beyazlatma öncesi ve sonrası ortalama L* değerleri	47
Şekil 4.4. Grupların beyazlatma öncesi ve sonrası ortalama a* değerleri.....	48
Şekil 4.5. Grupların beyazlatma öncesi ve sonrası ortalama b* değerleri	49
Şekil 4.6. Grupların ortalama renk değişimi (ΔE_{ab} ve ΔE_{00}) değerleri (\pm SD).....	51

RESİMLER LİSTESİ

Resim 3.1: Yüzey pürüzlülüğü ve mikrosertlik çalışması için hazırlanan örnekler.....	33
Resim 3.2: Renk analizi için hazırlanan örnekler	34
Resim 3.3: Jelin hazırlanmasında kullanılan hassas terazi ve manyetik karıştırıcı.....	36
Resim 3.4: Jelin hazırlanmasında kullanılan TiO ₂ , kitosan ve HP.....	36
Resim 3.5: Deneysel jelin hazırlanışı.....	37
Resim 3.6: Vicker's mikrosertlik test cihaz.....	38
Resim 3.7: Piramit şeklinde oluşan izin mikroskopik görüntüsü.....	38
Resim 3.8: Profilometre test cihazı	39
Resim 3.9: Spektrofotometre cihazı	39
Resim 3.10: D-Light Duo LED ışık cihazı.....	40
Resim 3.11: Opalescence Boost PF % 40 beyazlatma ajanı	41
Resim 3.12: Zoom Advanced Power beyazlatma sistemi	41

TABLULAR LİSTESİ

Tablo 3.1: Çalışma grupları ve kullanılan materyaller.....	35
Tablo 4.1. Beyazlatma öncesi ve sonrası ortalama mikrosertlik değerleri (VHN \pm SD)	43
Tablo 4.2. Beyazlatma öncesi ve sonrası ortalama yüzey pürüzlülüğü değerleri (Ra \pm SD)	45
Tablo 4.3. Grup içi ve gruplar arası ortalama L* değerleri (\pm SD).....	46
Tablo 4.4. Grup içi ve gruplar arası ortalama a* değerleri (\pm SD).....	48
Tablo 4.5. Grup içi ve gruplar arası ortalama b* değerleri (\pm SD)	49
Tablo 4.6. Grupların ortalama renk değişimi (ΔE_{ab} ve ΔE_{00}) değerleri (\pm SD).....	50
Tablo 4.7. CIE L*a*b* ve CIEDE2000 formülleri arasındaki renk değişimi korelasyon değerleri (r).....	50
Tablo 5.1. NBS Sistemi.....	56

ÖZET

TiO₂/ KİTOSAN İÇEREN BEYAZLATMA JELİNİN DIŞ YÜZEY PÜRÜZLÜLÜĞÜ, MİKROSERTLİĞİ VE RENK DEĞİŞİMİ ÜZERİNE ETKİSİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Halime KOLSUZ ÖZÇETİN

Uzmanlık tezi, Restoratif Diş Tedavisi Anabilim Dalı
Tez Danışmanı: Dr. Öğr. Üyesi Derya SÜRMEİOĞLU
Mart 2020, 92 sayfa

Bu çalışmada deneysel ağartma jeli (TiO₂ / Kitosan/ %6 Hidrojen peroksit (HP)) ile Opalescence Boost PF (%40 HP) ve Philips Zoom (%25 HP) ağartma maddelerinin diş yüzey pürüzlülüğü, mikrosertliği ve renk değişimi üzerine olan etkilerinin değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Yüzey pürüzlülüğü ve mikrosertlik ölçümleri için sıgır keser dişlerden 72 örnek (4x4x3 mm) hazırlanarak rastgele 2 gruba ayrıldı (n=36). Renk analizi için ise 36 adet insan premolar dişi kullanıldı. Beyazlatma uygulaması öncesi profilometre ile yüzey pürüzlülüğü, Vicker's test cihazı ile mikrosertlik ölçümü ve spektrofotometre ile renk ölçümü yapıldı. Daha sonra her bir grup beyazlatma uygulaması için rastgele 3 alt gruba ayrıldı (n=12). Grup 1'e deneysel jel (TiO₂/ Kitosan/ %6 HP) uygulanarak, D-Light Duo Led cihazı ile aktive edildi (5 dk x 9). Grup 2'de Opalescence Boost PF (%40 HP) beyazlatma jeli kimyasal olarak uygulandı (15 dk x3). Grup 3'e Philips Zoom (%25 HP) uygulanarak Zoom Advanced Power UV ışığı ile aktive edildi (15 dk x 3). Testler, beyazlatma uygulaması sonrası aynı koşullar altında tekrarlandı. İstatistiksel analizde; normal dağılan değişkenler için ANOVA- Bonferroni ve Pair t testi. Normal dağılmayan değişkenler için ise Kruskal Wallis-Dunn ve Wilcoxon testi kullanıldı. p < 0.05 anlamlı kabul edildi. Tüm gruplarda beyazlatma sonrası yüzey pürüzlülük değerlerinde artış görülürken istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmadı (p > 0.05). Mikrosertlik değerlerinde ise beyazlatma sonrası istatistiksel olarak anlamlı olmayan azalma görüldü (p > 0.05). Tüm gruplarda etkin beyazlatma tespit edildi ve en düşük etkinlik Grup 2'de, en yüksek etkinlik Grup 3'te görüldü (p < 0.05). Sonuç olarak TiO₂ ve kitosan içeren düşük konsantrasyondaki (%6 HP) deneysel jelin etkin beyazlatma sağladığı, diş yüzey pürüzlülüğü ve mikrosertliği üzerinde herhangi bir olumsuz etkiye neden olmadığı tespit edilmiştir.

Anahtar kelimeler: Hidrojen peroksit, titanyum dioksit, kitosan, mikrosertlik, yüzey pürüzlülüğü, vital beyazlatma

ABSTRACT

EFFECT OF BLEACHING GEL CONTAINING TiO₂/CHITOSAN ON TOOTH SURFACE ROUGHNESS, MICROHARDNESS AND COLOR

Halime Kolsuz ÖZÇETİN

Postgraduate Thesis, Department of Restorative Dentistry

Supervisor: Assist. Prof. Derya SÜRMEİİÖĞLU

March 2020, 92 Pages

Our study aims to evaluate the effects of the experimental bleaching gel (TiO₂ / Chitosan / 6% HP), along with the Opalescence Boost PF (40% HP) and Philips Zoom (25% HP) bleaching agents, on tooth surface roughness, microhardness and colour change. For surface roughness and microhardness measurements, 72 samples (4x4x3 mm) of bovine incisors were prepared and randomly divided into 2 groups (n = 36). 36 human premolar teeth were used for color analysis. Before the bleaching application, surface roughness with profilometer, microhardness measurement with Vicker's test device and color measurement with spectrophotometer were performed. Then, each group was randomly divided into 3 subgroups for bleaching application (n = 12). Experimental gel (TiO₂ / Chitosan / 6% HP) was applied to Group 1 and activated with D-Light Duo Led device (5 min x 9). In Group 2, Opalescence Boost PF (40% HP) bleaching gel was applied chemically (15 min x3). After applying Philips Zoom (25% HP) to Group 3, Zoom Advanced Power was activated with UV light (15 min x 3). In normally distribution ANOVA- Bonferroni and Paired t test. Kruskal Wallis- Dunn and Wilcoxon test was used for non-normally distribution. p <0.05 was considered significant. While there was an increase in surface roughness values after bleaching in all groups, there was no statistically significant difference (p > 0.05). Also, there was no statistically significant decrease in microhardness values after bleaching (p > 0.05). The lowest bleaching efficacy was observed in Group 2 and the highest efficacy was observed in Group 3 (p < 0.05). Within the results, it was determined that low concentration (6% HP) experimental gel containing TiO₂ and chitosan provided effective bleaching, also not caused any adverse effects on tooth surface roughness and microhardness.

Key words: Hydrogen peroxide, titanium dioxide, chitosan, microhardness, surface roughness, vital bleaching

1. GİRİŞ ve AMAÇ

Günümüzde gelişen teknolojiyle birlikte estetik diş hekimliği alanında önemli bir ilerleme kaydedilmiştir. Bu alanda yapılan çalışmalar; özellikle genç hastaların beyaz dişlere sahip olma isteği sebebiyle, diş yüzeyindeki renklenmelerin tedavi edilmesi amacıyla kullanılan, materyaller ve yöntemler üzerine yoğunlaşmıştır (1,2). Son yıllarda kimyasal beyazlatma ajanları ile dişlerin beyazlatılması; porselen kron, porselen venter veya kompozit venterlere göre hem konservatif, hem ekonomik hem de daha güvenli olması sebebiyle öncelikli olarak tercih edilmektedir (3-5).

Güncel beyazlatma ajanları genel olarak hidrojen peroksit (HP) veya karbamid peroksit (KP) içerikli olup uygulama yöntemine göre farklı konsantrasyonlarda kullanılır (6). Diş hekimi tarafından klinikte gerçekleştirilen “Ofis Bleaching”; yüksek konsantrasyonda HP (%25-%40) veya KP (%35) içeren beyazlatma ajanlarının direkt diş yüzeyine uygulanması ile kısa sürede yapılan beyazlatma tedavisidir (7,8). Ayrıca beyazlatma tedavisi hekim kontrolünde evde uygulanan “Night Guard Vital Bleaching” adı verilen teknikte de gerçekleştirilir (9). Bu teknikte daha düşük konsantrasyonda (%3-%7) HP veya (%6-%20) KP içeren beyazlatma ajanları hastalar tarafından, kişiye özel hazırlanan plaklarla yaklaşık 2 hafta süreyle ev ortamında uygulanır (8,10).

HP, diş yüzeyine uygulandığında hidroksil, oksijen ve süper oksit gibi serbest oksijen radikalleri (ROS) üreten okside edici bir ajandır. Reaktif halde bulunan ROS’lar, diş yapısı içerisinde bulunan uzun zincirli ve koyu renkli moleküller ile reaksiyona girerek kısa zincirli ve açık renkli moleküllerin oluşumunu sağlar (11). Bu sayede mine ve dentin dokusu içerisindeki organik pigmentler okside edilir ve diş rengi açılır (12). Ancak oluşan serbest radikaller sadece koyu renkli molekülleri etkilemekle kalmayıp hücrenin DNA ve enzimler gibi tüm önemli bileşiklerine etki ederek, dişin mine ve dentininde (organik ve inorganik içeriğinde) kimyasal çözünmelere neden olabilir (13,14). Ayrıca düşük molekül ağırlıklı HP, mine ve dentini geçerek pulpada hasar oluşturabilmekte, mukozaya sızdığı zaman ise ağız içi yumuşak dokulara zarar verebilmektedir (15,16). Buna rağmen hızlı ve etkili bir beyazlatma sağlamak için, ofis tipi beyazlatmada yüksek konsantrasyonda HP içeren beyazlatma ajanları rutin olarak kullanılır (17,18). HP içerikli diş beyazlatma ürünlerine ilişkin 2011/ 84 / EU sayılı

Avrupa Birliği Konsey Direktifi yayınlanmış, komisyon tarafından HP'nin en fazla %6'lık konsantrasyona kadar uygulanmasının güvenli olduğu bildirilmiştir (19). Kullanılan bu düşük konsantrasyondaki HP'nin beyazlatma etkinliğini arttırabilmek için ise ısı, ışık veya katalizörler kullanılmıştır (20).

Titanyum dioksit (TiO₂) diş beyazlatmada kullanılan fotokatalitik bir malzeme olup ışıkla aktive edildiğinde serbest radikal oluşturabilen, ucuz, toksik olmayan, yarı iletken bir materyaldir (21,22). Düşük konsantrasyonda HP içeren beyazlatma ajanlarının içerisinde TiO₂ ilave edilip uygun dalga boyunda ışıkla aktive edildiğinde, yüksek konsantrasyonda kullanılan HP ile aynı etkinlikte beyazlatma sağladığı bildirilmiştir (23,24). TiO₂, 385 nm'den daha düşük dalga boylarında ultraviyole (UV) ışığıyla aydınlatıldığında güçlü bir oksidasyon reaksiyonu oluşturur. Ancak UV ışığı ile uzun süreli ışınlama potansiyel olarak zararlıdır (25,26). Bu sebeple görünür ışık ile aktive olan TiO₂ türevleri geliştirilmiştir.

Diş hekimliğindeki son çalışmalar, kitosan gibi doğal içeriklerin kullanımına odaklanmıştır. Kitosan toksik olmayan, biyolojik olarak uyumlu, biyoadeziv ve biyobozunur bir malzemedir (27). Bunlara ilaveten yüksek biyoaktivite, antimikrobiyal etkinlik, jel ve film oluşturma, şelasyon ve emme kapasitesi, hemostatik, antiasit, kontrollü salım gibi birçok özelliğe sahiptir (28,29). Ayrıca dental plak oluşumunu inhibe ettiğini (30), minenin demineralizasyonunu engellediğini (31), osteogenezi desteklediğini (32), ülser ve lezyonların iyileşmesini sağladığını (33,34) gösteren birçok çalışma bildirilmiştir.

Tüm bu bilgiler ışığında; beyazlatma tedavisi sonrası oluşan yan etkilerin en aza indirilerek, yüksek konsantrasyonlu beyazlatma ajanlarına benzer etkin bir beyazlatma sağlanması amacıyla çalışmamızda TiO₂ ve kitosan içerikli düşük konsantrasyonda (%6 HP) deneysel beyazlatma jeli geliştirilmiştir. Literatürde TiO₂ ile yapılan birçok beyazlatma çalışması mevcut olup kitosan ve TiO₂ nanopartiküllerinin birlikte kullanıldığı herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır.

Çalışmamızda yeni geliştirilen deneysel beyazlatma jelini (TiO₂/ Kitosan/ %6 HP), yüksek konsantrasyonlu "Opalescence Boost PF %40 HP" ve güçlendirilmiş beyazlatma sistemi olarak tanımlanan %25 HP jeli içeren "Zoom Advanced Power" ofis tipi

beyazlatma sistemleri ile karşılaştırarak; diş yzey pürzölölüğü, mikrosertliği ve renk değişimi üzerine olan etkisinin değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1 Diş Renklenmeleri

Diş renklenmesine neden olan faktörlerin bilinmesi, uygulanacak tedavinin protokolü ve sonuçları açısından önemlidir. Diş renklenmeleri; dışarıdan alınan renklendirici maddelerin dişin dış yüzeyinde birikmesiyle oluşabileceği gibi, diş gelişimi esnasında ya da sonrasında oluşan; sistemik veya lokal faktörlerin neden olduğu içsel renklenmeler şeklinde de oluşabilir (35).

2.1.1 İç kaynaklı renklenmeler

İç kaynaklı renklenmeler; sistemik veya lokal etkenlere bağlı olarak, odontogenezis sırasında veya sonrasında oluşur (36).

2.1.1.1 Lokal faktörlerin neden olduğu iç kaynaklı renklenmeler

2.1.1.1.A Pulpa nekrozu

Bakteriyel, kimyasal veya mekanik irritasyon sonucu pulpanın nekroz olmasıyla birlikte açığa çıkan yıkım ürünlerinin dentin kanallarına yayılması dentinde renklenmeye neden olur (37).

2.1.1.1.B Travma (İntrapulpal hemoraji)

Travma sonrası pulpa içindeki kan hücreleri hemolize uğrar ve siyah demir sülfid bileşikleri oluşur bunun sonucunda ise dişte renklenme görülür (38).

2.1.1.1.C Kalsifik metamorfozis (Distrofik kalsifikasyon)

Travma sonrası canlılığını yitirmeyen dişlerde odontoblastlar parçalanarak yerine tersiyer dentin oluşur (37). Bunun sonucunda şeffaflığı azalan dişler sarı-kahverengi bir renk alır.

2.1.1.1.D Kök rezorpsiyonu

Pulpal nedenlerden dolayı oluşan kök rezorpsiyonları iç kısımda, periodontal nedenlerden dolayı oluşan kök rezorpsiyonları da dış kısımda görülür (39). Genellikle asemptomatik olan rezorpsiyonlar pembe bir görüntüyle belirti verir.

2.1.1.1.E Endodontik tedavi sonrasında kalan pulpa artıkları

Kanal tedavisi sonrası kalan pulpa artıkları, intrapulpal hemorajide görülen renk değişimlerine neden olur. Pulpa odasının artıklardan temizlenmesi ve intrakoronal beyazlatma ile dişler tekrar beyazlatılabilmektedir (40).

2.1.1.1.F Kanal içi ilaçlar ve dolgu materyalleri

Tetrasiklin içeren antibiyotikli patlar, gümüş ve iyot içeren patlar, civa içeren antiseptik solüsyonlar, iyotlu solüsyonlar gibi endodontik materyallerin pulpa odasından yeterince uzaklaştırılmaması dişte renklenmeye neden olur (41).

2.1.1.1.G Koronal restorasyonlar (Metalik ve kompozit restorasyonlar)

Amalgam restorasyonlar; içeriğindeki gümüş ve civa nedeniyle dişte gri-siyah renklenmelere neden olurlar. Yine eskimiş kompozit restorasyonlar sonrası marjinlerindeki mikrosızıntılar nedeniyle renklenmeler meydana gelebilir (42).

2.1.1.1.H Yaşlanma (Distrofik kalsifikasyon)

Yaşa bağlı olarak dentin ve minenin ışık geçirgenliği zamanla azalır ve dişlerin daha koyu görünmesine neden olur (43). Ayrıca dişler zamanla aşınır, mine incelir ve dentin açığa çıkar.

2.1.1.2 Sistemik faktörlerin neden olduğu iç kaynaklı renklenmeler

2.1.1.2.A Tetrasiklin renklenmesi

Tetrasiklin; bireyin gelişimi sırasında sistemik olarak alınırsa, kalsiyuma olan yüksek affinitesi sebebiyle kemik ve diş sert dokularında birikerek renklenmeye neden olurken dişte asıl renklenme dentinde gerçekleşir (44). Renklenmeyi önleyebilmek için 12 yaşına kadar çocuklarda, hamile ve emzirme dönemindeki kadınlarda tetrasiklin

kullanılmamalıdır. Renklenmenin şiddeti ilacın tipine, dozuna, kullanılma süresine ve hastanın yaşına bağlıdır. Genellikle etkilenen dişler sarı-kahverengi ya da gri renk alırlar (45,46).

Tetrasiklin renklenmeleri 4 ana gruba ayrılmıştır (47):

- I. Derece: Tetrasiklin renklenmeleri minimal düzeyde olup açık sarı renktedir. Diş yüzeyinin insizal kısmında uniform dağılır ve bantlaşma görülmez. Beyazlatma tedavisine olumlu cevap verir.
- II. Derece: Sarı-kahverengi-gri tonlarda değişen çeşitli renklenmeler vardır. Bant yapısı göstermez. Renklenmenin derecesine göre beyazlatmaya yanıt verir.
- III. Derece: Bantlaşma tarzında görülen mavi ya da koyu gri renklenmelerdir. Beyazlatma tedavisine olumlu yanıt vermezler.
- IV. Derece: Çok koyu renklenmeler olup beyazlatma tedavisine yanıt vermezler (48).

2.1.1.2.B Florozis

Florun minenin formasyonu ve mineralizasyonu esnasında yüksek miktarda alınması, mine yüzeyinde sarı- kahverengi veya opak renklenmelere sebep olur. 1 ppm'den fazla florür içeren içme suları endemik florozis nedenidir (49). Floroziste renklenmeler genel olarak simetriktir. Mine yüzeyinde kahverengi renklenmelerin görüldüğü basit florozis, gri-beyaz noktaların görüldüğü opak florozis ve koyu renkli çeşitli defektlerin görüldüğü çukurlu florozis olmak üzere 3 tiptir (50).

2.1.1.2.C Amelogenezis imperfekta

Kalıtsal bir hastalık olup mineyi etkiler (48). Witkop'un 1989'da önerdiği sınıflandırmaya göre hipokalsifik, hipoplastik, hipomature ve taurodontizm ile birlikte hipomature-hipoplastik olmak üzere dört formu bulunur (51). Hipokalsifik formunda; minenin kalınlığı normaldir. Dişler ilk sürdüklerinde tebeşirimsi beyaz renkte olup zamanla koyulaşarak sarı-kahverengi olurlar. Hipoplastik formunda; mine normalden daha az kalınlıktadır. Diş yüzeyinde düzensizlikler ve çukurcuklar görülür. Ayrıca dişler sarı renkte olup sert bir yapıdadır. Hipomature formunda; minenin kalınlığı normal

fakat sertliği azdır. Dişlerin rengi sarı- kahverengi ve opak renkte olup yer yer minenin dentinden ayrıldığı görülür. Taurodontizmle beraber görülen hipomatür hipoplastik form ise özellikle maksilla molar dişlerde izlenir (52). Tedavi minenin kalınlığına ve kalitesine bağlıdır. Minenin kalınlığı yeterli ise topikal flor uygulanıp sonrasında rezin restorasyonlar yapılır. Eğer kalınlık yeterli değilse protetik uygulamalar düşünülür (53).

2.1.1.2.D Dentinogenesis imperfecta

Dentin ve pulpanın gelişim bozukluğu olup süt dişlerini daha çok etkileyen kalıtsal bir hastalıktır. Dişlerin rengi, formu ve fonksiyonu etkilenir. Dişler sürdükleri zaman renkleri normalden zamanla saydamlaşıp, sarı veya kahverengiye dönerler. Beyazlatmaya yanıt vermezken çoğu vakada mine dentinden ayrıldığı için protetik restorasyonlar ile tedavi edilir (54).

2.1.1.2.E Alkaptonüri

Resesif geçiş gösteren bir metabolizma bozukluğudur. Okronozis veya Fenilketonüri olarak da adlandırılır. Fenilalanin ve tirozinin oksidasyonunun tam gerçekleşmemesi hemogenistik asit oluşmasına neden olur ve bunun sonucunda daimi dişlerde kahverengi renklenmeler görülür (43). Dişler beyazlatma tedavisine yanıt vermezler (55).

2.1.1.2.F Konjenital eritropoetik porfiria

Otozomal resesif geçiş gösteren bir metabolizma hastalığıdır. Porfirin metabolizmasının bozulması sonucu kemiklerde, kırmızı kan hücrelerinde, idrarda, feçeste ve dişlerde porfirin birikimi meydana gelir. Dişlerde kırmızı kahverengi renklenmeye neden olur (56). Beyazlatma tedavisine yanıt vermezler (57).

2.1.1.2.G Hemolitik anemiler (Eritroblastozis fetalis, Konjenital hiperbilirubeni)

Anne ve bebekte kan uyuşmazlığı varsa yeni doğanda eritrositlerin hemolizi görülür. Eğer pulpada hemoliz gerçekleşirse bozulan kan pigmentleri dentin tübüllerine geçer ve dişlerde koyu kahverengi, yeşilimsi mavi veya mavimsi siyah renklenmeler görülür (58). Zamanla renklenme ortadan kalkacağı için tedaviye gerek yoktur.

2.1.2 Dış kaynaklı renklenmeler

Dış kaynaklı renklenmeler dişin minesini üzerindeki müsinöz tabakanın çeşitli sebeplerle renklenmesiyle oluşur (43). Çay, kahve, kola ve şarap gibi içecekler diş yüzeyinde kahverengi siyah renklenmelere neden olur. Sigara, puro gibi tütün ürünlerinin kullanımı dişlerin lingual yüzeylerinde ve servikal kısımlarında, tütün çiğnemek ise arka dişlerin bukkal yüzeylerinde yeşilimsi kahverengi ile siyah arasında lekeler oluşturur. Demir ilaçları kullanan ve sanayide çalışan kişilerde de siyah renklenmeler meydana gelir (43).

Gargaraların uzun süre kullanımı da dişlerde renklenmelere neden olur. Klorheksidin içerikli gargaralar dişlerin kole bölgelerinde, ön dişlerin labial ve lingual yüzeylerinde sarı- kahverengi renklenmeye sebep olurlar (16). Bakır tuzu içeren gargaralar yeşil, potasyum permanganat içeren gargaralar ise mor-siyah diş renklenmelerine neden olurlar (59).

Dış kaynaklı renklenmeler sıklıkla abrazyonların kullanılmasıyla ve hastanın düzenli olarak dişlerini fırçalamasıyla tedavi edilirler (60).

2.2 Diş Hekimliğinde Renk Algısı

Bir nesnenin renginin algılanabilmesi ışık ile ilişkilidir (61). Işık, nesne üzerinden yansıtılarak gözün retinasındaki sinirleri uyarır. Böylece beynin korteksindeki görme alanına bu uyarı iletilerek renk algısının oluşması sağlanır (61). Rengin algılanmasını etkileyen faktörler; ışık kaynağı, incelenen nesne ve gözlemcidir (62). Bu faktörlerden biri değiştiği zaman bile renk algısı değişmektedir. Aynı dişten farklı zamanlarda renk seçimi yaparken ya da başka bir hekim tarafından renk seçimi yapılırken sonuçlar farklılık gösterebilmektedir (63). Bu nedenle birden fazla renk sistemi geliştirilmiştir. Diş hekimliğinde yapılan çalışmalarda sıklıkla kullanılan renk sistemleri Munsell ve CIE L*a*b* renk sistemi olmak üzere ikiye ayrılır.

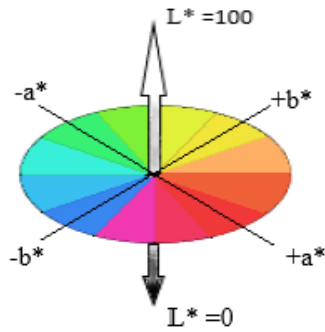
Munsell renk sistemi; 1905 yılında Ressam Albert Henry Munsell tarafından geliştirilmiştir. Bu sistem bir rengin görsel özelliklerini renk tonu (Hue), yoğunluk (Chroma) ve parlaklık (Value) olmak üzere üç bileşenle tanımlamıştır (64). Bu bileşenler ile herhangi bir renk sayısal olarak açıklanabilir (65).

“Hue”: Renk tonu anlamına gelir ve renklerin birbirinden ayrımının yapılmasını sağlar. Kırmızı, mavi, sarı ve bunların karışımıyla oluşan ara renkler rengin tonunu gösterir. Hue değeri gençlerin tüm dişlerinde hemen hemen aynı iken yaşlılarda ya da iç ve dış renklemeleri olan bireylerin dişlerinde değişiklikler gösterebilmektedir (64).

“Chroma”: Yoğunluk anlamına gelir ve birim alandaki renk miktarını gösterir. Yaşla birlikte dişlerde yoğunluk artar (66).

“Value”: Saf siyah ile saf beyaz arasındaki parlaklığın derecesini ifade eder. Saf siyah 0 ile ifade edilirken saf beyaz 100 ile ifade edilir. Açık renklerin value değerleri yüksek iken, koyu renklerin value değerleri daha düşüktür. Renklerin yoğunluğu ve parlaklığı ters orantılıdır. Ayrıca aynı nesnenin parlaklığını değiştirerek daha açık ya da daha koyu algılanması sağlanabilir. Bu sebeple renk seçiminde en önemli bileşenlerden biridir (64,66).

Diğer kullanılan renk sistemi ise 1976 yılında “Commission Internationale de l’Eclairage (CIE) tarafından geliştirilen CIEL*a*b* renk sistemidir (Şekil 2.1) (64). Bu sistem dental materyallerin ve doğal dişlerin renk ölçümlerini sayısal olarak ifade etmesinden dolayı sıklıkla kullanılır (67). Munsell renk sistemindeki hue, chroma ve value değerleri bu sistemde L^* , a^* , b^* olmak üzere 3 eksenle tanımlanmıştır (68).



Şekil 2.1. CIEL*a*b* renk sistemi

L^* eksenini, cismin renginin açıklık ve koyuluk derecesini gösterir. Bu eksene göre L^* değeri siyah renk için 0, beyaz renk için 100 kabul edilir ve Munsell sistemindeki parlaklığı ifade eder (69). a^* ve b^* eksenini cismin renginin yoğunluğunu (chroma) gösterirken; a^* değerinin pozitif olması nesnenin kırmızılık, negatif olması ise yeşillik

derecesini verir. b^* değerinin de ise değer pozitif olması nesnenin sarılık, negatif olması mavilik derecesini gösterir (70).

CIEL*a*b* sistemindeki ΔE değeri, iki nesne arasındaki renk farklılığının derecesini gösteren sayısal bir değer olup aşağıdaki formüle göre hesaplanır (64, 71-73).

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

Formülde yer alan L_1 , a_1 ve b_1 ilk yapılan (işlem öncesi) ölçüm değerleri iken L_2 , a_2 ve b_2 ise ikinci ölçüm (işlem sonrası) değerleridir. ΔE değeri 1'den küçükse renk değişimi görsel olarak fark edilemez, 1 ve 2 arasında ise kısmen fark edilir, 2'den büyükse gözle görülebilir olarak kabul edilir (74, 75).

Gözün renk farklılıklarını ayırt edebilmesi nesnenin tonuna, açıklığına ve doygunluğuna bağlıdır. Açıklık farkı nedeniyle oluşan renk değişimi, göz tarafından zor algılanırken, ton farkı sebebiyle oluşan renk değişimi daha kolay algılanır. Bu sebeple uluslararası renk bilimcileri tarafından 2000 yılında, tüm değişkenleri eşit kabul eden CIEL*a*b* formülü yerine gözün algısını baskın olarak etkileyen faktörün katsayısını belirleyip, algılanabilirliği ve kabul edilebilirliği daha doğru şekilde belirleyen CIEDE 2000 formülü geliştirilmiştir (76, 77). Bu formüle göre ton farklılığı açıklık ve doygunluktaki farklılığa oranla toplam renk değişikliğini daha çok etkilemektedir (78). CIEDE 2000 renk farkı aşağıdaki formüle göre hesaplanır (79).

$$\Delta E_{00} = [(\Delta L/K_L S_L)^2 + (\Delta C/K_C S_C)^2 + (\Delta H/K_H S_H)^2 + RT (\Delta C/K_C S_C) (\Delta H/K_H S_H)]^{1/2}$$

CIEDE 2000 formülünde ΔL^* , ΔC^* , ΔH^* beyazlatma öncesi ve sonrası numunelerin açıklık, doygunluk ve renk ölçümleri arasındaki farkı; rotasyon fonksiyonu olan RT ise mavi bölgedeki doygunluk ve ton farkı arasındaki etkileşimi gösterir (77).

S_L , S_C , S_H (ağırlıklandırma fonksiyonları), L^* , a^* , b^* eksenindeki renk farkı çiftlerinin yerindeki değişiklikler için toplam renk farkı ayarlamasını sağlar, parametre faktörleri olan K_L , K_C , K_H ise deney koşulları için kullanılan düzeltme terimleridir. K_L , K_C , K_H değerleri açıklık, doygunluk ve ton için sırasıyla arka fon, doku, araç vb. gibi değişkenlerin farklı görüntüleme parametrelerini ayarlamak için kullanılır (77).

CIEL*a*b* ve CIEDE 2000 sistemleri ile hesaplanan ΔE değerlerinin insan gözü tarafından ne ölçüde algılanabildiği ve kabul edilebildiği araştırılmıştır. Paravina ve ark.'nın (79) yaptığı çalışmada CIEL*a*b* sistemine göre algılanabilirlik eşiği $\Delta E_{ab} = 1,2$ olarak, kabul edilebilirlik eşiği $\Delta E_{ab} = 2,7$ olarak tespit edilmiştir. Buna karşılık gelen CIEDE 2000 sisteminde ise algılanabilirlik eşiği $\Delta E_{00} = 0,8$ olarak, kabul edilebilirlik eşiği $\Delta E_{00} = 1,8$ olarak tespit edilmiştir.

2.2.1 Diş rengi

Cisimler üzerlerine gelen ışığın bir kısmını yansıtırlken bir kısmını da absorbe ederler. Dişin rengini de dişten yansıyan ışığın dalga boyu belirler. Minenin kalınlığı, mineral içeriği, dentinin rengi, iç ve dış kaynaklı renklemeler, fizyolojik değişkenler, yaş, hekimin deneyimi, göz yorgunluğu ve renk körlüğü diş renginin belirlenmesinde önemli rol oynar (69, 80). Ayrıca diş renginin incelendiği ortam koşullarının değişmesi de rengin farklı algılanmasına neden olur. Renk ölçümü yapılan cisimlerin farklı ışık kaynaklarıyla farklı renklerde algılanması, “metamerizm” olarak adlandırılır. Metamerizm etkisinden kurtulmak için diş rengi ölçümleri yapılırken sabit ışık kaynakları tavsiye edilir (81).

2.2.2 Diş renk tespiti

Günümüzde diş renginin tespiti için geleneksel ve dijital renk ölçüm yöntemleri kullanılmaktadır.

2.2.2.1 Geleneksel renk ölçüm yöntemi

Geleneksel renk ölçümü, diş renginin renk skalaları ile karşılaştırılarak göz ile tespit edilmesiyle yapılır. Görsel olarak diş renginin belirlenmesi subjektif bir olaydır. Ortamdaki ışıkla ilgili değişkenler ve gözlemciden kaynaklanan faktörlerden dolayı renk farklı ölçülebilir (69). Ayrıca renk skalaları, standart renkleri içerdikleri için doğal dişlerin sahip oldukları geniş renk aralığında yetersiz kalırlar (82). Bununla birlikte elde edilen sonuçlar CIE renk sistemine aktarılamamaktadır (83). Tüm bu dezavantajlarına rağmen ekonomik ve kullanımının kolay olması nedeniyle günümüzde sıklıkla kullanılır. En yaygın kullanılan renk skalaları; “Vitapan Classic” (Vita Zahnfabrik, Bad

Sackingen, Almanya), “Vita Linear Guide 3D Master” (Vita Zahnfabrik) ve “Vita 3D Master” (Vita Zahnfabrik) (61).

2.2.2.2 Dijital renk ölçüm yöntemleri

Bu ölçüm yöntemleri, renkleri sayısal olarak algıladıkları için daha güvenilir sonuçlar verirler. Spektrofotometre, spektrometre, kolorimetre ve kamera gibi cihazlarla yapılan dijital renk ölçüm yöntemleri geleneksel renk ölçüm yöntemlerine göre daha objektif ölçümlerdir (69).

2.2.2.2.A Spektrofotometre

Spektrofotometre yüzey renklerinin ölçülmesi için kullanılan cihazlardandır. İçerisinde dedektör, ışık kaynağı ve birçok dalga boyunda ölçüm yapabilen sensörler içerir (84). Spektrofotometre; renk ölçümü yapılan yüzeyden yansıyan ışığın, beyaz bir yüzeyden yansıyan ışığa olan oranını ölçerek çalışır. Bu cihaz ile yapılan ölçümlerle CIE L*a*b* ve CIEDE 2000 sistemlerine göre renk skorları belirlenip, ΔE^* değerleri hesaplanır. Gözle bakıldığında fark edilemeyen renk değişiklikleri dahi içerisinde bulunan sensörler sayesinde tespit edilebilir (85). Metamerizmi ayırt edebilmesi, objektif ve tekrarlanabilir olması sayesinde güvenilir sonuçlar vermektedir (64). Ancak standardizasyonun sağlanmasının zor olması, pahalı olması ve klinik kullanımının güç olması gibi dezavantajları vardır (86).

Vita Easy Shade (Vita Zahnfabrik, H. Rauter GmbH & Co. Bad Sackingen, Almanya) spektrofometresi CIE L*a*b* değerleriyle birlikte dişlerin geleneksel renk skalasına karşılık gelen kodlarını da bildirmektedir. Bu kodlar görsel skaladaki ölçümler ile karşılaştırma yapma imkânı sunar (87).

2.2.2.2.B Spektrometre

Spektrometreler, güneş ışığı veya doğal olmayan farklı ışık kaynaklarından incelenecek olan nesneye gönderilen ve tekrardan nesneden yansıyan ışınımı fiziksel bir temas olmadan kaydedip değerlendiren çok spektrumlu cihazlardır (88). Cihaz; dedektör, monokromatör, toplayıcı optikler ve okuyucu olmak üzere 4 kısımdan oluşur (68). Renk ölçümü yapılacak olan dişten yansıyan ışık toplayıcı optikler tarafından alındıktan sonra monokromatör ve dedektörden geçerek elektriksel bir sinyal olarak

okuyucuya iletilir (89, 90). Spektrometreler ile temassız ölçüm yapıldığı için rengine bakılacak nesnenin düz yüzeye sahip olmasına gerek yoktur. Dış yüzeylerinin de düz olmamasından dolayı güvenilir ölçümler için diğer cihazlara göre daha çok tercih edilir. Ancak maliyetinin yüksek oluşu ve ölçüm için iyi bir aydınlatma gerektirmesi dezavantajları arasındadır.

2.2.2.2.C Kolorimetre

Kolorimetreler gözdeki renk reseptörlerini taklit eden renkli filtreler içerir. Nesneden yansıyan ışınlar bu filtrelerden geçerek renk analizini tamamlar (91). Bu cihazlar CIE $L^*a^*b^*$ değerleri ile dış rengini bildirdikleri için matematiksel olarak analiz edilebilirler. Kolorimetreler objelerin düz yüzeylerinde ölçüm yapabilirler (92). Dış yüzeyi yapısı gereği düz olmadığı için renk ölçümünde kolorimetreler pek tercih edilmezler (93).

2.2.2.2.D Dijital Kamera

Dişin görüntüsü dijital kamera ile alınır ve bilgisayara aktarılır. Alınan görüntü bilgisayara yüklü program tarafından CIE $L^*a^*b^*$ değerleri cinsinden değerlendirilir (66, 94). Cihazın yanlış kullanılması ve kalibrasyonun hatalı yapılması ölçümün yanlış yapılmasına neden olabilmektedir (95). Sistemin en büyük avantajı ise cismin bir bölgesinin değil tamamının rengini ölçebilmesidir.

2.3 Dış Beyazlatma Mekanizması

Beyazlatma; kimyasal ajanlar kullanılarak dişin renginin açılması işlemidir. Dişte renklenmeye neden olan pigment molekülleri “kromofor” adını alır ve içeriğinde çift bağlı karbon halkaları içerir (96). Beyazlatma işlemi bir oksidasyon–redüksiyon reaksiyonu olup beyazlatma ajanlarında bulunan peroksitlerin stabil olmayan serbest radikallere dönüşmesiyle gerçekleşir. Stabil olmayan serbest oksijen radikalleri ikili bağlara yüksek afinite gösterir ve aşırı pigmente çift bağlı karbon halkalarını okside edip açarak daha açık renkte basit zincirlere dönüştürür (97). Bu reaksiyonun ortamda hidrofilik renksiz moleküller kalıncaya kadar devam edip sonlandırılması gerekir. Beyazlatma işlemine devam edilirse diş dokusunda bulunan organik bileşiklerdeki karbon halkaları da yıkıma uğrar ve minerde madde kaybı görülür (98).

2.4 Diş Beyazlatmada Kullanılan Materyallerin İçeriği

Diş beyazlatmak için çoğunlukla HP, KP ve sodyum perborat (SP) gibi materyaller kullanılır. HP genellikle ofis bleaching de tercih edilirken, KP home bleaching de tercih edilir. SP ise devital beyazlatmada tercih edilmektedir. Ayrıca beyazlatma materyallerinin içerisine taşıyıcılar, üre, kıvam arttırıcı ajanlar, koruyucular ve tatlandırıcılar da ilave olarak eklenir (99). Bunlar dışında beyazlatma jellerinin etkinliğini arttırmak için içerisine bazı katalizör ajanlar da ilave edilebilir (100).

2.4.1 Hidrojen peroksit

Günümüzde beyazlatma tedavisinde en çok HP kullanılır (101). HP; serbest radikal üreten okside edici bir ajan olup suda yüksek oranda çözünen, asidik, renksiz, acı bir sıvıdır. Düşük miktarda vücutta doğal olarak bulunurken, yüksek oranlarda bakteriyostatik, çok yüksek oranlarda ise DNA'yı hasara uğratabilecek derecede mutajeniktir (11). HP oksijen açığa çıkardığı için oksidasyon ajanı olarak görev yapar (102). Diş dokusu ile temas ettiği zaman perhidroksil ve serbest oksijen radikalleri oluşur. Reaktif ve son derece hareketli olan bu serbest radikaller dişlere kolayca penetre olur ve pigment molekülleri parçalayarak beyazlatma işlemini gerçekleştirir (100). Işık, sıcaklık, bazı iyonların varlığı ve pH gibi çevresel faktörler HP'nin etkinliğinde rol oynar.

2.4.2 Karbamid peroksit

KP; üre hidrojen peroksit olarak bilinen sulu bir solüsyondur. Hasta tarafından evde uygulanan beyazlatma ajanlarının içerisinde genellikle %10-20'lik KP bulunur (58). %35 ve üstü konsantrasyonları klinikte hekim kontrolünde kullanılır. %10'luk KP doku ile temas ettiğinde %3,5 HP ve %6,5 üre açığa çıkar. Sonrasında üre; karbondioksit ve amonyaka, HP de oksijen ve suya dönüşür. Karbopol içeren karbamid peroksitli beyazlatma ajanlarında oksijen salınımı yavaştır bu sebeple etkinliği daha uzun sürer (11).

2.4.3 Sodyum perborat

Toz halinde bulunan SP çoğunlukla devital beyazlatmada kullanılır. %90 perborat ve %9.9 oksijenden oluşur. HP'den daha güvenli olmakla birlikte ılık havada, asitli ortamda ve su varlığında HP, sodyum metaborat ve serbest oksijen açığa çıkarır (58).

2.4.4 Üre

Üre bazik olduğu için HP'nin pH'ını artırır ve stabilizasyonunu sağlar. Ayrıca antikaryojenik bir madde olup tükürük stimülasyonunu ve yara iyileşmesini de olumlu etkilediği için beyazlatma ajanlarının içerisine eklenir (103).

2.4.5 Karbopol

Karbopol beyazlatma jelinin viskozitesini artırıp diş yüzeyine daha iyi tutunmasını sağlar. Böylece diş eti irritasyonunu da engeller. Ayrıca yavaş oksijen salınımı sağlayarak jelin etki süresini uzatır (104).

2.4.6 Koruyucular

Sodyum stannat, fosforik asit, sitrik asit ve sitroksasin beyazlatma jellerine koruyucu olarak eklenirler. Magnezyum, demir ve bakır gibi metallerin HP molekülünü parçalamasına engel olup jelin dayanıklılığını ve stabilitesini artırırlar (103).

2.4.7 Taşıyıcılar

Beyazlatma ürünlerinde taşıyıcı olarak çoğunlukla gliserin veya glikol kullanılır. Gliserin; jelin viskozitesini artırarak diş dokusuna tutunmasını kolaylaştırır. Propilen glikol ise renksiz, kokusuz, sudan daha yoğun bir sıvı olup gliserinin su içermeyen halidir (105). Taşıyıcılar, iyi bir çözücü olup nemi korumayı hedeflerler.

2.4.8 Tatlandırıcılar

Beyazlatma ajanlarının hastaları rahatsız etmemesi için içerisine anason, nane ve sakkarin gibi tatlandırıcı maddeler eklenir (106).

2.4.9 Diğer materyaller

2.4.9.1 Titanyum dioksit

Titanyum elementi 1791 yılında İngiltere’de William Gregor tarafından keşfedilirken Titanyum dioksit (TiO_2) 1821’de keşfedilmiştir (107). TiO_2 çevreye zarar vermeyen, toksik olmayan, maliyeti düşük, kimyasal olarak stabil, biyolojik olarak aktif olmayan, oksidatif özelliklere sahip, yarı iletken güçlü bir fotokatalisttir (108, 109). TiO_2 toksik olmaması nedeniyle kozmetik ürünlerinde (rujlar, güneş koruyucular, sabunlar ve diş macunları gibi) ve özel farmasötiklerde de kullanılır. Aynı zamanda TiO_2 antibakteriyel özellik gösterir, suyun ve havanın arıtılması gibi çevresel iyileştirme amaçları için de kullanılmıştır (110, 111). TiO_2 anataz, rutil ve brokit olmak üzere üç farklı kristal yapıda bulunur (112). Yaygın olarak bulunan ve fotokatalizör özellik gösteren iki kararlı fazı rutil ve anatazdır. 280-480°C’de anataz fazı, 480-880°C’de rutil fazı ortaya çıkmaya başlar (113). Anataz fazı 3,2 eV, rutil fazı 3,0 eV bant aralığına sahip olmakla birlikte fotokatalitik aktivasyon için UV ışığına (< 385 nm) ihtiyaç duyarlar (114, 115). TiO_2 , UV ışığına maruz kaldığı zaman organik bileşikleri ayrıştırmada görev yapan reaktif oksijen ve hidroksil radikalleri üretir (109). Anataz yüksek yük taşıyıcılığı nedeniyle, rutilden daha fazla fotokatalitik aktivite gösterir. Ancak anataz (%70-80) ve rutil (%30-20) karışımının (ticari adı AEROXIDE® TiO_2 P25) saf anataza oranla daha aktif olduğu bildirilmiştir (116). Bu karışımda rutil faz anatazdan daha düşük bir bant potansiyeli gösterdiği için elektron havuzu görevi görüp anataza elektron transferinde bulunarak yük ayrılmasını dengeler. Bu iki faz arasındaki yakın ilişki nedeniyle AEROXIDE® TiO_2 P25’in UV ve görünür ışık altında (> 400 nm) yüksek fotokatalitik aktivite gösterdiği bildirilmiştir (117, 118).

2.4.9.2 Kitosan

Kitin, N-asetil-D-glukosamin’den oluşan bir polisakkarittir. Dünyadaki en bol bulunan ikinci biyopolimer olup çoğunlukla yengeç ve karidesin dış iskeletinde bulunur (119). Ayrıca omurgasızlar, böcekler, algler, mantarlar ve mayaların içinde de yer alır (120, 121). Kitosan ise kitinin alkali deasetilasyonu ile elde edilen biyoyumlu, biyobozunur ve toksik olmayan bir polimerdir (27, 122). Ayrıca antimikrobiyal, antiinflamatuvar, antifungal, hemostatik, yara iyileştirme, jel, film ve sünger oluşturma kabiliyeti gibi birçok özelliğe sahiptir (123). Kitosan, reaktif hidroksil (OH^-) ve amino (NH_2)

gruplarına sahip poli- β -(1-4)-2-amino-2-deoksi-D-glukoz (glukozamin) olarak da bilinir (124). Kitosan, pKa değeri 6.27 olan amino grupları içerdiği için bazik kabul edilir. Bu sebeple suda çok az çözünmesine rağmen asetik asit, laktik asit, formik asit ve inorganik asitler gibi seyreltik asitlerde çözünebilir (27). Kitosanın fizikokimyasal özellikleri; viskozite, çözünürlük, deasetilasyon derecesi (%40-98) ve molekül ağırlığına (50000-2000000 Da) bağlı olarak farklılık göstermektedir (125, 126). Kitosanın farklı özelliklere sahip olması onun tarım, gıda sektörü, su arıtımı, kozmetik, eczacılık ve sağlık alanlarında kullanılmasına olanak sağlar (127).

Kitosan ve türevlerinin toksik olmaması, biyoyumlu, biyobozunur, biyoaktif olması, antimikrobiyal aktivite göstermesi, jel, film ve sünger oluşturabilmesi, hemostaz, iltihap önleyici ve yara iyileştirme özelliklerine sahip olması bu biyomateryalin diş hekimliğinde de birçok alanda kullanılmasına olanak sağlamıştır (128).

2.4.9.2.A Diş hekimliğinde kitosan

Biyofilm İnhibisyonu

Düşük moleküler ağırlıklı kitosan ve türevleriyle yapılan çalışmada S. Mutansların hidroksiapatite (HA) yapışması değerlendirilmiş ve kitosan konsantrasyonlarının S. mutansların bağlanmasını önleyebildiği gösterilmiştir (129). Kitosanın birikim evresindeki biyofilmlerin büyük çoğunluğunu uzaklaştırdığı ve S. Mutans canlılığını azalttığı görülmüştür (130, 131). Ayrıca yapılan bir diğer çalışmada geleneksel endodontik tedaviye dirençli enfeksiyonlara neden olan Enterococcus faecalis ve Candida albicans gibi mikroorganizmaların tedavisinde, ilave edilen kitosanın biyofilm oluşumunu engellediği ve kalsiyum hidroksitin (Ca (OH)₂) antimikrobiyal etkisini arttırdığı gösterilmiştir (132).

Mineye Etkisi

İnsan vücudunun en sert dokusu olan diş minesi vasküler değildir ve bu sebeple onarımı veya yenilenmesi zordur (133, 134). Kitosanın alkali özellikte ve antimikrobiyal olması minenin çürükten ve erozyondan korunmasına neden olur (135). Yapılan bir çalışmada kitosanın mine yüzeyinden mineral salınımını inhibe ederek, minenin demineralizasyonunu önlediği gösterilmiştir (31). Kitosan ve propolis içeren diş

macunlarının kullanıldığı başka bir çalışmada da minenin aşınması değerlendirilmiş, kitosan kullanılan grupta en düşük aşınma değeri gözlenmiştir (136).

Kemik Onarımı

Kitosanın biyouyumlu ve biyobozunur olmasının, kemik yenilenmesi ve iyileşmesi üzerine etkisi olduğunu doğrulayan birçok araştırma yapılmıştır. Bu çalışmalar sünger şeklindeki kitosanın osteoblastları aktive ettiğini ve osteogenezisi arttırdığını göstermiştir (137-139). Kitosan, yönlendirilmiş doku rejenerasyonu ve kemik rejenerasyonu için ideal bir membran malzemesi olmasına rağmen mekanik direnci yetersiz görülmüştür. Hidroksiapatit, trikalsiyum fosfat, silika ve biyoaktif cam gibi inorganik malzemelerle birlikte kullanıldığında, daha iyi mekanik direnç ve osteojenik özelliklere sahip olduğu gösterilmiştir (140).

Yara İyileşmesi

İn vitro çalışmalar kitosanın özelliklerinin yara iyileşmesinin farklı evrelerinin tedavisinde avantajlı olduğunu ortaya koyar. Kitosan, yara iyileşmesi sürecinde yer alan spesifik hücreleri etkiler (141, 142). Özellikle fibroblast proliferasyonunu uyaran İnterlökin-1'i salgılamak için makrofajları uyarır. Genel olarak kitosan, asetilglukozaminidaz N ve enzimatik bozunmayı serbest bırakır ve skar oluşumuyla ilgili hyaluronik asit ve hücre dışı bileşenlerin biyosentezini artırır (143). Kitosanın periodontal ve gingival fibroblastlardaki etkileri üzerine yapılan çalışmalarda, periodonsiyumdaki inflamasyon tedavisinde olumlu bir materyal olduğu gösterilmiştir (144).

Hemostaz

Kitosan, kanamayı kontrol altına almak için yaygın olarak kullanılan maddelerden biridir. Doğal faktörlerden bağımsız olarak çapraz bağlı bir pıhtı bariyeri oluşturmak için kırmızı kan hücreleri ve trombositlerle doğrudan etkileşime girer (145, 146). Birçok çalışma, kitosanın hemostatik bir ajan olarak etkinliğini göstermiştir.

Antibakteriyel Etki

Kitosan ile ilgili yapılan birçok in vitro çalışmada antibakteriyel etkiye sahip olduğu görülmüştür (147). Streptococcus Mutans (148, 149), Actinobacillus Actinomycetemcomitans (149) ve Porphyromonas Gingivalis (150) gibi periodontal hastalıklarda rol alan bakterilerde antimikrobiyal etkinliği kanıtlanmıştır. Kitosanın bakteri üremesini; amino grubu ile bakteri yüzeyinde bulunan anyonik gruplar arası reaksiyonla inhibe ettiği bilinmektedir (151). Yapılan çalışmalarda suda çözünür kitosanın plak oluşumunu önleyip, ağızdaki toplam S. Mutans canlılığını azalttığı görülmüştür (130, 148). Kitosan içeren diş macunu, gargara ve sakızın kullanılması; oral biyofilm üzerinde antibakteriyel etki ve ağız boşluğunda da S. Mutans sayısının azalmasını sağlamıştır (152, 153). Ayrıca düşük moleküler ağırlıklı kitosanın S. Mutansların hidroksiapatite adsorpsiyonunu önlediği de bildirilmiştir (129, 154).

2.5 Diş Beyazlatma Yöntemleri

2.5.1 Devital beyazlatma

Travma sonrası pulpada oluşan kanamanın, kanal tedavisinden sonra kalan pulpa artıklarının ve kullanılan kanal dolgu malzemelerinin neden olduğu renklenmeler; devital beyazlatma ile tedavi edilir (155, 156). Walking bleaching, modifiye walking bleaching, nonvital power bleaching ve inside/outside bleaching vital olmayan dişleri beyazlatmak için uygulanan devital beyazlatma yöntemleridir (157).

- Walking bleaching tekniğinde pulpa odasına SP karışımı yerleştirilip 4-7 gün bekletilir ve en fazla 3 defa olmak üzere işlem tekrarlanır (158).
- Modifiye walking bleaching tekniğinde HP ile SP karıştırılarak pulpa odasına uygulanır (159).
- Nonvital power bleaching tekniğinde (termokatalitik yöntem) %30-35'lik HP pulpa odasına ve dişin bukkal yüzeyine yerleştirildikten sonra ısı veya ışık ile aktive edilir (160).

- Inside/outside bleaching tekniğinde %10'luk KP pulpa odasına hekim tarafından yerleştirildikten sonra hasta tarafından da evde kendisine özel hazırlanan plak ile uygulanır (161). Bu sayede diş, içten ve dıştan beyazlatılır.

2.5.2 Vital beyazlatma

Hastaların estetik beklentilerini karşılamak için restoratif yöntemlere alternatif olarak uygulanan, ekonomik, basit ve başarılı bir tedavi yöntemidir (73, 162).

Vital diş beyazlatması; ofis tipi, hekim kontrolünde evde yapılan ve hekim kontrolü olmadan uygulanan beyazlatma tedavilerini içerir (4, 48).

2.5.2.1 Ofis tipi

Klinikte yapılan beyazlatma tedavilerinde yüksek konsantrasyonlarda ağartma maddesi içeren (%25-40) beyazlatma jelleri hekim tarafından uygulanır. Beyazlatma ajanı diş uygulandıktan sonra ısı veya ışık yardımı ile jelin daha hızlı aktive olması sağlanır (163). Ofis tipi beyazlatma tedavisi çeşitli tekniklerle uygulanır.

- “Power Bleaching” Tekniği: Termofotokatalitik yöntem olarak da adlandırılır. Genellikle şiddetli renklenmelerde kullanılan bu yöntemde %35'lik HP'nin ışık ve ısıyla aktive edilerek etkinliğinin artırılması amaçlanmıştır (164). Yüksek konsantrasyonda ağartma maddesiyle birlikte ısı ve ışığın da aynı anda kullanılması pulpayı olumsuz etkileyebileceğinden dolayı günümüzde yaygın olarak kullanılmamaktadır (165).
- Mc Innes Tekniği: Bu teknik genellikle hafif florozis vakalarının tedavisinde uygulanmaktadır. Beyazlatma solüsyonunun içerisinde 1 ml %36'luk HCl, 1 ml %30'luk HP ve 0.2 ml anestezi eter bulunur. Bu solüsyon diş yüzeyinde renklenmiş bölgeye 3-5 dakika uygulanır, 15-20 dk beklenip ikinci kez uygulanır. Ardından dişler lastiklenip polisajlanır ve sodyum hipoklorit (NaOCl) ile nötralize edilir (166).
- Termokatalitik Teknik: %35'lik HP'nin ısı ile aktive edilmesi esasına dayanan beyazlatma yöntemidir (98).

- Çift aktivasyonlu bleaching tekniği: Bu teknikte beyazlatma jeli hem ışıkla hemde kimyasal olarak aktive olur. İçerisinde kimyasal aktivatör olarak ferröz sülfat, ışık aktivatörü olarak da manganez sülfat bulunur. Her iki aktivatör sayesinde beyazlatma işlemi kısa sürede tamamlanıp maksimum etki sağlanır (103).
- Jel tekniği: Klinikte çoğunlukla yüksek konsantrasyondaki peroksit ajanlarının jel formları olan %30-35'lik HP veya %35'lik KP kullanılmaktadır. Bazı beyazlatma ajanları ise jel halinde olmayıp, silisyum dioksit içerikli bir toz ve HP'nin likit formu şeklinde kullanılır (57). Bu teknikte beyazlatma ajanı diş yüzeyine sürülerek 15-20 dk bekletilip sonrasında dişten uzaklaştırılır. Bu işlem 2 ya da 3 kez tekrar edilir.

Ayrıca klinikte yapılan makroabrazyon ve mikroabrazyon yöntemleri ile de renklenmiş alanların aşındırma işlemi ile uzaklaştırılması sağlanır.

- Makroabrazyon yöntemi: Minenin yüzeyel tabakasıyla sınırlı kalan renklenmiş alanların karbit veya elmas bitirme frezleri kullanılarak uzaklaştırılması işlemidir (167).
- Mikroabrazyon yöntemi: Bu teknikte hidroklorik asit (HCl) ve silikon karbit partikülleri içeren patlar kullanılmaktadır. Asitin mine yüzeyini çözmesi ve patların da aşındırmasıyla dış tabakada oluşan beyaz, sarı ve kahverengi lekelerin uzaklaştırılması sağlanır (168).

2.5.2.2 Ev tipi

İlk olarak Haywood ve Heymann tarafından tanımlanan ev tipi beyazlatma; düşük konsantrasyonlu beyazlatma ajanlarını hastanın, kendisine özel hazırlanan taşıyıcı plaklar aracılığı ile uyguladığı beyazlatma yöntemidir (9). Bu teknikte kullanılan HP konsantrasyonu ofis tipi beyazlatma tekniklerinde kullanılanlara göre daha düşüktür. Genellikle %5-22'lik KP ya da %3-14'lük HP solüsyonları kullanılır (169, 170).

Hastaya özel taşıyıcı plak hazırlamak için öncelikle ölçü alınır ve alçı model elde edilir. Model üzerinde beyazlatılacak dişlerin labial yüzeylerine rezervuarlar hazırlanır. Böylece modelden elde edilecek taşıyıcı plak üzerinde beyazlatma ajanını koyabilmek

için yer sağlanmış olur. Daha sonra vakum altında yumuşak vinil materyalden taşıyıcı plak elde edilir (171). Hastanın içerisine beyazlatma jeli konulan bu plağı kullanılan materyale göre her gün 6-8 saat ve 2-6 hafta boyunca uygulaması gerekir (8). Kullanılan materyalin konsantrasyonu ile hastanın dişlerine uygulama süresi ters orantılı olarak değişir (105). Ofis tipi beyazlatmayı takiben bu beyazlatma tekniğinin uygulanması her iki tekniğin ayrı ayrı uygulanmasından daha etkili sonuç verir (171).

2.5.2.3 Over the counter (tezgah üstü) ürünler

Hastanın market veya eczanelerden hekim gözetimi olmaksızın alıp kullandığı düşük bütçeli ürünlerdir. Bunlar; ağız gargaraları, diş macunları, beyazlatıcı stripler, “paint-on” fırça sistemleri, white light ve whitening pen adlı ürünlerdir (172). Uygun fiyatlı ve kullanımı basit olmasına rağmen ofis tipi beyazlatma tedavisi kadar etkin değildirler.

- Beyazlatıcı ağız gargaraları çoğunlukla %1,5-2 HP içerir. Ayrıca dişlerin tekrar renklenmesini engelleyebilmek için içerisinde sodyum heksametafosfat bulunur (172).
- Diş macunlarının içerisine dış kaynaklı renklenmeleri önlemek amacıyla silika, alümina, dikalsiyum fosfat dihidrat gibi abrazyivler eklenir (173). Ayrıca bazı macunlara peroksit ilavesiyle de beyazlatma elde edilebilmektedir (172).
- Diş beyazlatıcı stripler düşük konsantrasyonda hidrojen peroksit içeren polietilen bantlardır (174). Bantlar günde 2 kez 30 dakika olacak şekilde 14-28 gün süreyle ön dişlere yerleştirilir.
- Paint on sistemlerde hidrojen peroksit ya da karbamid peroksit içeren beyazlatma jeli diş yüzeyine bir fırça aracılığıyla oje gibi sürülür ve belli bir süre bekletilir (172).
- White light diye adlandırılan üründen çıkan iki tüp jel karıştırılıp aktive edilir ve diş yüzeyine sürülür. Ürünün içinden çıkan ışık kaynağı ile dişlere ışık tutulur ve 10 dakika sonra ışık otomatik olarak söner.
- “Whitening Pen” kalem şeklinde bir ürün olup uç kısmından çıkan jel gece yatmadan önce diş yüzeyine uygulanır (175).

2.6 Beyazlatma Tedavisinin Endikasyonları

- Florozis renklenmeleri (105, 162)
- Tetrasiklinin neden olduğu yüzeysel renklenmeler (105, 162)
- Çay, kahve ve tütün ürünlerinin uzun süre kullanımıyla meydana gelen renklenmeler
- Anterior estetik restorasyon öncesi koyu renkli dişler
- Sarı- kahverengi dişler
- Travma sonucu renklenen dişler (176).

2.7 Beyazlatma Tedavisinin Kontrendikasyonları

- Geniş pulpal ve sıcak-soğuk hassasiyeti olan dişler
- İleri düzeyde renklenmeler (105)
- Amalgam restorasyonlardan sonra oluşan renklenmeler (176)
- Hamileler ve süt veren anneler
- Sigara bağımlılığı bulunan hastalar
- İleri düzey florozis ve tetrasiklin renklenmeleri (176)
- Açık dentin ve kök yüzeyleri
- Geniş restorasyonlu ve çatlak dişler
- Mine dokusu incelmış dişler
- Beyazlatma jeli içeriğinde bulunan herhangi bir şeye alerjisi olan hastalar
- İletişim kurulamayan hastalar kontraendikedir (105).

2.8 Beyazlatma Ajanlarının Yan Etkileri

2.8.1 Diş hassasiyeti

Beyazlatma tedavisinde en fazla görülen yan etkilerden biri diş hassasiyetidir. Beyazlatma ajanlarının içeriğinde bulunan peroksitlerin yüksek konsantrasyonda kullanılması, düşük molekül ağırlıklı olmaları sebebiyle dentinden pulpaya penetrasyonuna neden olur. Pulpada meydana gelen reversible pulpitis hassasiyet oluşturur (177). Ancak açıkta dentin yüzeyi veya kök yüzeyi bulunması da hassasiyet oluşmasında önemli rol oynar (178). Evde yapılan beyazlatma tedavilerinde kullanılan plaklar dişlere fazla baskı yaptığında hassasiyet oluşabilir (8, 179). Oluşan hassasiyet hastanın ağrı eşiği ve beyazlatma jelinin dişlere uygulanma süresiyle de yakından

ilişkilidir (179, 180). Diş hassasiyetinin önlenmesi için beyazlatma jellerinin içerisine sodyum florür ve potasyum nitrat gibi hassasiyet gidericiler eklenir (181).

2.8.2 Dişeti irritasyonları

Beyazlatma tedavisinde, diş hassasiyetinden sonra en fazla görülen dişeti irritasyonudur. Ofis tipi uygulamalarda beyazlatıcı ajanın dişetine temas etmesi, evde uygulanan beyazlatma tedavisinde kullanılan plağın dişetine baskı yapması ve jelin dişetine taşması irritasyonlara neden olmaktadır (180). HP'nin epitel hücreleri üzerindeki etkileri incelendiğinde membranda değişikliklere neden olduğu görülmüştür (110). KP ile yapılan çalışmalarda ise dişeti fibroblastlarında toksik ve endotel hücrelerinde de sitotoksik etkileri olduğu görülmüştür (182). Beyazlatma ajanının diş eti ile teması kısa süreli olduğunda dokuda beyazlaşma görülür ve iyileşme birkaç saat içerisinde gerçekleşir.

2.8.3 Toksik ve sistemik etkileri

Beyazlatma materyallerinde kullanılan HP, toksik ve biyolojik etkilere neden olabilen serbest radikaller oluşturur. Serbest radikaller; DNA da yıkıma ve proteinlerde denatürasyona neden olur. Bu durum karsinojenik etki olarak ortaya çıkar (58). Ayrıca HP'nin %10'dan fazla konsantrasyonda yutulması sonucu akut toksisiteye bağlı karaciğer hasarı, karın ağrısı, bulantı, ateş, solunum sayısında azalma ve bilinç kaybı görülebilir (58).

2.8.4 Diş sert dokusu üzerindeki etkiler

Beyazlatma ajanları uygulandıkları diş sert dokularının morfolojik ve kimyasal yapısında değişikliklere neden olur. Beyazlatma tedavilerinin minenin morfolojisi ve yüzey sertliği üzerine olan etkilerini, kullanılan beyazlatma jellerinin içeriğindeki aktif bileşenlerin konsantrasyonları ve uygulama süreleri belirlemektedir (183). Kullanılan HP konsantrasyonunun fazla olmasının; mine ve dentinden iyon ayrışmasına ve minenin mikro sertliğinin azalmasına neden olduğu tespit edilmiştir (184, 185).

2.8.5 Pulpa dokusu üzerine etkileri

Düşük molekül ağırlığına sahip olan HP mine ve dentine penetre olup pulpaya geçer ve oluşan serbest radikaller pulpada geri dönüşümlü hasar oluşturur (186). HP konsantrasyonunun ve diş yüzeyine temas süresinin artması pulpaya penetrasyonunu artırır. Beyazlatma jellerinin aktivasyonu için ısı ve ışık kaynağı kullanılmasının da pulpada ısı artışına neden olduğu bildirilmiştir (187).

2.9 Beyazlatma Tedavisinde Kullanılan Işık Kaynakları

Fototermal beyazlatmada yüksek enerjili ışık kullanılır bunun amacı açığa çıkan ısı ile kullanılan jeli aktive edip beyazlatma işlemini hızlandırmak, işlem süresini kısaltmak ve daha düşük konsantrasyonda HP kullanarak daha güvenli ve etkin bir beyazlatma sağlamaktır (6, 101). Işık uygulaması ile peroksitin enerjisi yükselip serbest radikal oluşumu ve beyazlatma etkinliği artar (188). Plazma ark lambalar (PAC), kuartz-tungsten-halojen (QTH) lambalar, Light Emitting Diod (LED) ve değişik dalga boylarındaki lazerler ışık aktivasyonu için kullanılırlar (16, 20, 189).

2.9.1 Kuartz tungsten halojen (QTH) ışık kaynakları

QTH ışık kaynakları dental işlemlerde sıklıkla kullanılan, 380 -520 nm arasında dalga boylarına sahip görünür mavi ışık üreten cihazlardır (190). Bu ışık kaynaklarında bulunan tungsten filamentin elektrik akımıyla ısınmasıyla ışık enerjisi ortaya çıkar. QTH ışık kaynaklarında oluşan kızılötesi enerji, materyalde yüksek ısı oluşmasına neden olur. Bunu önlemek için ısıyı absorbe eden filtreler kullanılmıştır (191). Böylece filtreler kızılötesi ışığı tutarak görünür ışığın elde edilmesini sağlar. Filtrelerden istenen verim alınmadığında yüksek ısıya bağlı diş ve çevre dokularda zararlı etkiye neden olabilmektedir. Bunu önlemek için düzenli kontrollerinin yapılması gerekir (192). Ayrıca ışık üretimi sırasında oluşan yüksek ısıyı önlemek için de cihazın içerisine fan yerleştirilmiştir. QTH ışık kaynakları maliyeti düşük bir cihaz olmasına rağmen aşırı ısı oluşturması, lamba ömrünün kısa olması, fanın sesli çalışması, zamanla filtrelerin etkinliğinin ve ışık yoğunluğunun azalmasından dolayı yeni ışık kaynakları geliştirilmiştir (192).

2.9.2 Plazma ark karbon ışık kaynakları (PAC)

PAC ışık kaynaklarındaki xenon gazının yüksek enerjiyle iyonize olmasıyla plazma oluşur. Gazın iyonizasyonu sırasında elektromanyetik enerji oluşur. Enerji spektrumu geniş olup kızılötesi, UV ve görünür ışık yayarlar. Ayrıca QTH ışık kaynaklarında olduğu gibi yüksek ısı ürettikleri için filtrasyona ihtiyaç duyarlar (191). Yüksek ışık gücünden dolayı uygulama süreleri kısadır.

2.9.3 Işık salan diodlar (LED- Light Emitting Diod)

LED ışık kaynaklarındaki elektron geçişine izin veren iki yarı iletken sayesinde 400-500 nm dalga boyları arasında görülebilir ışık üretirler (193). Bu sırada ısı açığa çıkarmadıkları ve kızılötesi ışık üretmedikleri için filtreye ihtiyaç duymazlar. LED ışık kaynakları çalışmak için çok az enerjiye ihtiyaç duyan uzun ömürlü cihazlardır. Piyasada bulunan 1. Jenerasyon LED ışık kaynakları düşük güce (400 Mw/cm² den az) sahipken 2. Jenerasyon LED ışık kaynakları daha yüksek güce (1,200-1,500 mW/cm²) sahip mavi ışık üretirler (191). 1. ve 2. Jenerasyon LED ışık cihazları 450-480 nm dalga boyları arasında ışık oluştururlar. Yeni nesil 3. Jenerasyon LED ışık kaynakları ise maksimum ışık gücüne (3,200-4,500 mW/cm²) sahip, mavi ve mor renkte çoklu dalga boylarında ışık üreten cihazlardır (194).

2.9.4 Lazerler

Lazerler, diş hekimliğinde birçok alanda kullanılmak üzere tasarlanmıştır. CO₂ lazerler, argon lazerler, diyot lazerler, Nd: YAG ve Er: YAG lazerlerin üretici firmanın talimatlarına göre beyazlatma tedavisinde kullanılabileceği bildirilmiştir (195). Lazerlerin ışık enerjisini ısıya dönüştüren ve beyazlatma işlemini aktive ederek hızlandıran fototermal etkisinden faydalanılmaktadır (196). Ayrıca tasarlanan özel başlıkları ile beyazlatma yapılırken; birden fazla diş üzerine, tek bir dişe veya dişin seçilmiş bir bölümüne lazer ışığı odaklanabilmektedir (197).

2.10 Yüzey Değerlendirme Yöntemleri

2.10.1 Yüzey mikrosertlik ölçümü

Katı bir maddenin aşınmaya, çizilmeye, delinmeye ve kesilmeye karşı gösterdiği direnç sertlik olarak tanımlanır. Mikrosertlik ölçümü, incelenecek materyalin yüzeyine sert bir cismin belirlenen zaman süresince, belirli bir kuvvetle batırılmasıyla oluşan izin derinliğinin ölçülmesiyle yapılır (198). Knoop, Brinell, Barcoll, Vicker's, Rockwell ve Mohs sertlik ölçme yöntemleridir (199). Diş yüzey sertliğini değerlendirmek için çoğunlukla Knoop ve Vicker's gibi mikrosertlik ölçme yöntemleri kullanılır (198).

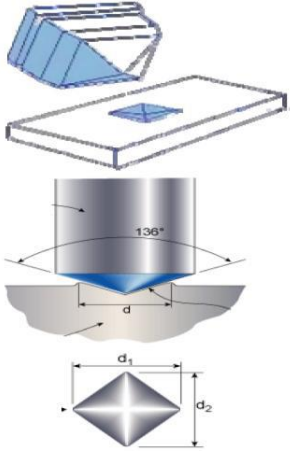
2.10.1.1 Vicker's mikrosertlik ölçümü

Beyazlatma tedavileri ile ilgili yapılan çalışmalarda diş sert dokusu incelenirken sıklıkla mikrosertlik testleri yapılmaktadır (200). Vicker's mikrosertlik ölçümü yapılırken tabanı kare, karşılıklı yüzeyleri 136° olan piramit şeklindeki elmas uç; belirli bir sürede belirli bir yükte sertliğine bakılacak materyalin yüzeyine uygulanıp kaldırılır ve oluşan izin köşegenleri ölçülür (Şekil 2.2). Ölçüm için cihazda bulunan mikroskoptaki iki paralel çizgi, piramit şeklindeki izin köşelerine teğet olacak şekilde ayarlanır (201). Mikroskopta sağ-sol köşenin ve alt-üst köşenin ölçümleri ayrı ayrı yapıp elde edilen değerlerin ortalaması alınır (202). Piramit uç ile elde edilen izin alanı ne kadar küçükse Vicker's sertlik değeri de o kadar büyüktür. Sertlik testinin tek nokta yerine üç noktadan yapıp ortalamasının alınması, yüzeyin düz ve pürüzsüz olması, örneğin cihazın tablasına tam oturması ölçüm sonuçlarının doğru olmasını sağlar.

Vicker's sertlik değeri (VHN) aşağıdaki formüle göre hesaplanır (202):

$$VSD = 1.854 \times P / d^2$$

d = taban köşegeni



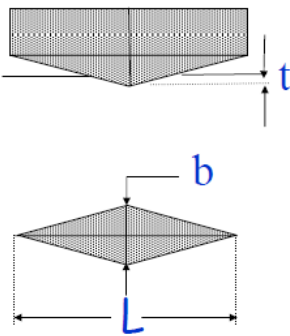
Şekil 2.2. Vicker's mikrosertlik ucu (201).

2.10.1.2 Knoop mikrosertlik ölçümü

Diş hekimliğinde kullanılan bir diğer yöntem de Knoop mikrosertlik ölçümüdür. Bu yöntemde piramit şekilli elmas bir uç kullanılır (Şekil 2.3). Ucun; boy/genişlik oranı 1/7 olup, enine açısı 130°, boyuna açısı ise 172°'dir. Malzemenin yüzeyine elmas uç belirlenen bir yük ile uygulanır ve oluşan iz mikroskop ile ölçülür. Knoop sertlik değerini (KSD) elde edilen iz uzunluğu belirler ve aşağıdaki formüle göre hesaplanır (201):

$$KSD = \frac{14.2P}{L^2}$$

P: Uygulanan kuvvet (N) L: İz uzunluğu (mm)



Şekil 2.3. Knoop mikrosertlik ucu (201).

2.10.2 Yüzey pürüzlülüğü ölçümü

Gözle görülebilen veya hassas cihazlarla ölçülebilecek seviyede olan küçük yüzey düzensizlikleri yüzey pürüzlülüğü olarak adlandırılır (203). Yüzey pürüzlülüğünü ölçmek için dokunmalı aletlerin bulunduğu pinomatik, akustik, iğne taramalı ve kapasitans ölçüm yöntemleriyle dokunmasız aletlerin yer aldığı ultrasonik ve optik yöntemler kullanılır. Dokunmalı yöntemlerde en sık kullanılan iğne taramalı yöntem profilometre'dir (204).

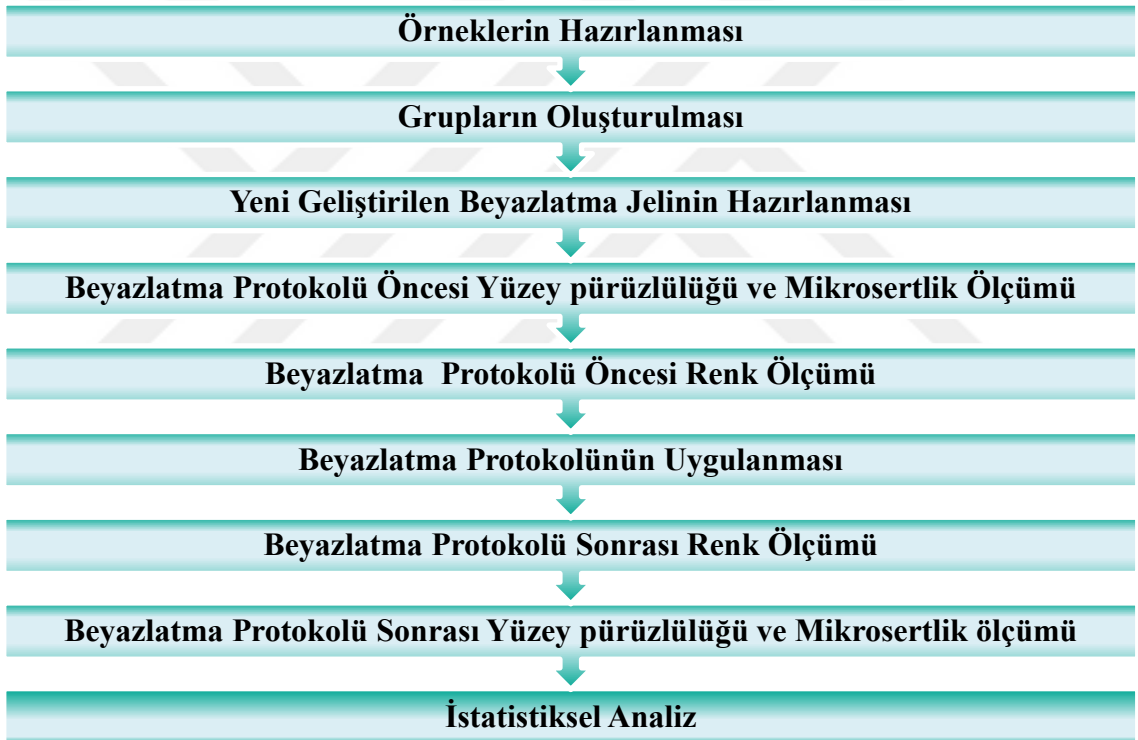
2.10.2.1 Profilometre ile yüzey pürüzlülüğü ölçümü

Profilometre yüzey pürüzlülüğünü değerlendirmek için kullanılan iğne taramalı bir cihazdır. Cihazdaki elmas tarayıcı uç numunenin yüzeyinde ilerlerken, yüzey pürüzlülüğü değerleri dijital olarak hesaplanıp kaydedilir (205). Yüzeylerin profilometre ile incelenmesinde Ra, Rz, Rpm ve Rpm/Rz gibi çeşitli parametreler vardır (206). Dış yüzey pürüzlülüğünün sayısal olarak değerlendirilmesinde ortalama pürüzlülük değeri (Ra) kullanılır. Ra (ortalama pürüzlülük), belirlenen bir ölçüm mesafesinde, profil ortalama çizgisinden sapan tüm değerlerin aritmetik ortalamasıdır (207, 208). Rz değeri art arda sıralanan beş yüzey parçasındaki en yüksek sivri uçların ortalamasıyken, Rpm değeri art arda sıralanan beş yüzey parçasındaki en derin noktaların ortalamasını gösterir. Rpm/Rz değeri kaydedilen profil hakkında bilgi verir. Eğer bu oran 0.5'in altındaysa yuvarlak kenarlı profil, 0.5'in üstündeyse keskin kenarlı profil olduğunu gösterir (205, 206).

3. GEREÇ VE YÖNTEM

Çalışma Gaziantep Üniversitesi Etik Kurulu tarafından 2020/112 karar no'lu raporu ile onaylanmıştır (EK-1).

Bu in vitro çalışmanın örneklerinin hazırlanması ve renk tespiti Gaziantep Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi'nde, yüzey pürüzlülüğü ve mikrosertlik analizi Gaziantep Üniversitesi Makine Mühendisliği Bölümü'nde gerçekleştirilirken; deneysel jel Gaziantep Üniversitesi Tıp Fakültesi Biyokimya Anabilim Dalı'nda hazırlanmıştır. Çalışma protokolü Şekil 3.1'de gösterildiği gibidir.



Şekil 3.1. Çalışma Protokolü

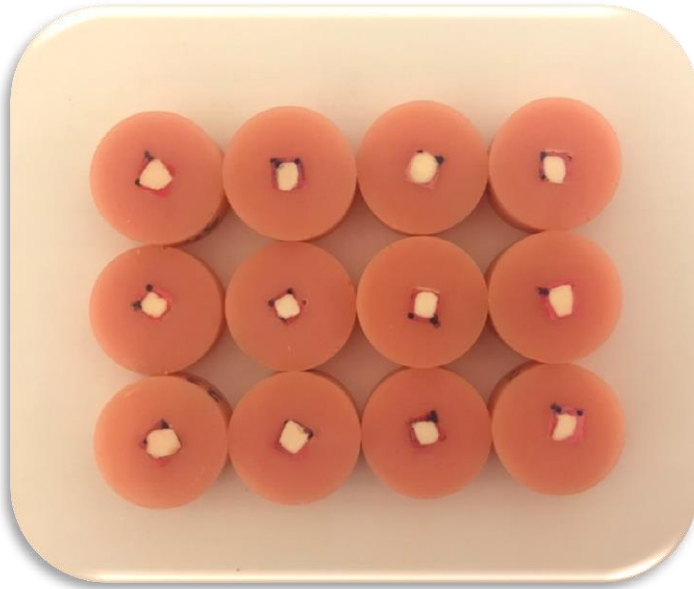
3.1 Örneklerin Hazırlanması

Çalışmaya başlamadan önce örnek sayısının belirlenmesi amacıyla Power analizi yapıldı (G* Power 3.1.9.4). Grup başına numune sayısı, 0.05 anlamlılık düzeyinde, testin gücü 0.80 (1- β) olacak şekilde, etki büyüklüğü 0.42 için 12 olarak belirlenmiştir.

3.1.1 Mikrosertlik ve yüzey pürüzlülüğü ölçümü için örneklerin hazırlanması

Çalışma için örneklerin hazırlanması Gaziantep Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Araştırma Laboratuvarı'nda gerçekleştirildi. Tüketim için sakrifiye edilen 2-3 yaş arası sığırlardan 36 adet keser diş elde edildi. Çekimi gerçekleşen sığır keser dişlerinde çürük, çatlak ve defekt bulunmamasına dikkat edildi. Dişlerin üzerinde kalan doku artıkları periodontal küret, polisaj lastiği ve pat ile uzaklaştırılıp, dişler %0,1'lik timol çözeltisinde bekletildi.

Dişlerin kronları kök kısımlarından su soğutması altında elmas seperatör (Isomet 1000, Buehler Ltd., Lake Bluff, IL, USA) kullanılarak ayrıldı ve her bir dişten 4 x 4 x 3 mm boyutlarında iki adet olacak şekilde toplamda 72 adet mine parçası elde edildi. Dişlerden elde edilen parçalar, 3 cm çapında bir teflon kalıp kullanılarak kendiliğinden sertleşen soğuk akriliğe gömüldü (Resim 3.1). Örneklerin yüzeylerinin zımpara ve cila işlemleri 800, 1000, 1200, 2000 grit silisyum karbür abraziv kâğıtlar (3M ESPE, St. Paul, mn, ABD) ile polisaj makinasında (LaboPol-5, Struers, Danimarka) yapıldı. Mine parçalarının dehidrate olmaması için çalışma süresince örnekler distile suda bekletildi.



Resim 3.1: Yüzey pürüzlülüğü ve mikrosertlik çalışması için hazırlanan örnekler

3.1.2 Renk analizi için örneklerin hazırlanması

Çalışmanın renk analizi kısmında Gaziantep Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ağız, Diş ve Çene Cerrahisi Bölümünde periodontal veya ortodontik nedenlerle yeni çekilmiş 36 adet premolar diş kullanıldı. Dişlerde çürük, çatlak, defekt, florozis, tetrasiklin renklenmesi veya restorasyon varsa çalışmaya dahil edilmedi. Diş yüzeyindeki doku artıkları kretuar, küret, polisaj lastiği ve pat ile uzaklaştırılıp, dişler %0,1'lik timol çözeltisinde bekletildi.

Diş kökleri mine sement birleşiminin 1-2 mm apikalinden su soğutması altında elmas seperatör (Isomet 1000, Buehler Ltd., Lake Bluff, IL, USA) ile ayrıldı. Diş yüzeyindeki birikinti ve renklenmeler; el aletleri, polisaj fırçası ve polisaj patı kullanılarak temizlendi. Daha sonra dişlerin labial yüzeyi dışarıda kalacak şekilde akrilik rezin içerisine gömüldü (Resim 3.2). Dişlerin dehidrate olmaması için çalışma süresince örnekler distile suda bekletildi.



Resim 3.2: Renk analizi için hazırlanan örnekler

3.2 Grupların Oluşturulması

Sığır kesici dişlerden hazırlanan 72 adet örnek mikrosertlik ve yüzey pürüzlülüğü ölçümü için rastgele 2 gruba ayrıldı (n=36). Daha sonrasında 3 farklı beyazlatma ajanının uygulanabilmesi amacıyla her grup farklı 3 alt gruba ayrıldı (n=12).

İnsan premolar dişlerinden hazırlanan 36 adet örnek renk analizi için rastgele 3 gruba ayrıldı (n=12).

Çalışma grupları ve kullanılan materyaller Tablo 3.1’de gösterilmiştir.

Tablo 3.1: Çalışma grupları ve kullanılan materyaller

Gruplar	Testler	Beyazlatma Ajanı Ve Üretici Firma	İçerik	pH	LOT numarası
G1	Yüzey pürüzlülüğü Mikrosertlik Renk analizi	Deneysel jel	Su, Kitosan, TiO ₂ , %6 HP, NaOH	7.0	-
G2	Yüzey pürüzlülüğü Mikrosertlik Renk analizi	Opalacense Boost PF (Ultradent Products, Inc., ABD)	Su, Karbopol, Gliserin, Propilen Glikol, %40 HP, %1,1 Sodyum Florür, % 3 Potasyum Nitrat, Potasyum Hidroksit	7.4	BGF26
G3	Yüzey pürüzlülüğü Mikrosertlik Renk analizi	Philips Zoom (Discuss Dental, ABD)	Su, Poloksamer 497, Gliserin, Propilen Glikol, %25 HP, Potasyum Nitrat, Potasyum Hidroksit, Mentha Piperita, Ojenol, Ferröz Glukonat	7.2	19016003

3.3 Deney Jelinin Hazırlanması

100 ml su içerisine %1’lik 7 ml asetik asit ve 0. 2 gr kitosan (Sigma Aldrich Chemical, St. Louis, MO, ABD) hassas terazide (Sartorius, TE 214 S) tartılarak ilave edildi ve çözünmesi sağlandı (Resim 3.3). Devamında 0,05 gr AEROXIDE® TiO₂ P25 (Evonik Industries, Essen, Almanya) ilave edildi. Elde edilen çözelti manyetik karıştırıcı (FAITHFUL SH-2) ile 60° C’de 5 saat boyunca karıştırılarak TiO₂- kitosan kürelerinin

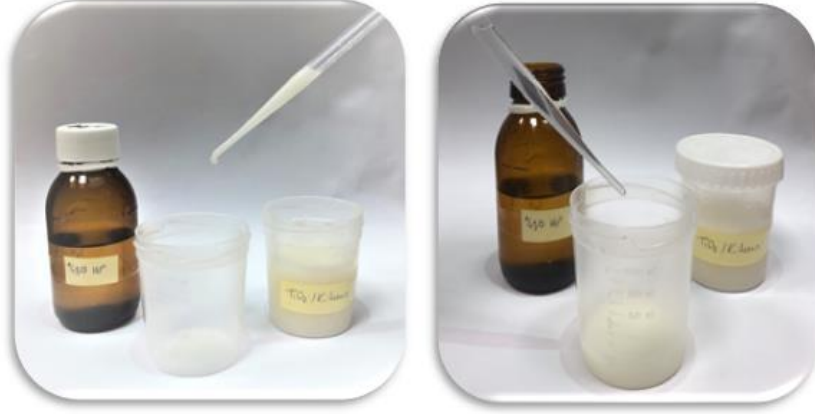
oluşumu sağlandı (Resim 3.4). Jelin pH'sı 7 olana kadar NaOH damla damla ilave edildi. Hazırlanan TiO_2 ve kitosan karışımı jel ve %30'luk HP (Sigma Aldrich Chemical, St. Louis, MO, ABD) belirlenen oranlarda karıştırılarak %6'luk kitosan ve TiO_2 içerikli jel elde edildi (Resim 3.5).



Resim 3.3: Jelin hazırlanmasında kullanılan hassas terazi ve manyetik karıştırıcı



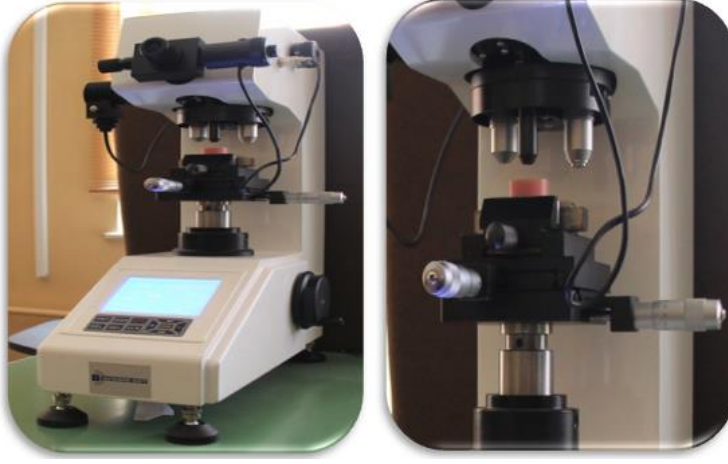
Resim 3.4: Jelin hazırlanmasında kullanılan TiO_2 , kitosan ve HP



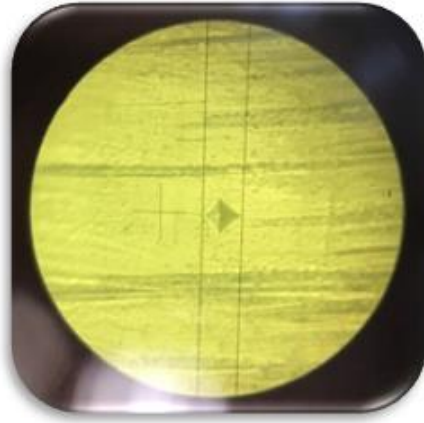
Resim 3.5: Deneysel jelin hazırlanışı

3.4 Vicker's Mikrosertlik Ölçümü

Mikrosertlik ölçümü için hazırlanan örneklerin beyazlatma prosedürü öncesinde Vicker's mikrosertlik test cihazında (LHV-1D, URNDT Co., Ltd., PR Çin) ölçümleri yapıldı (Resim 3.6). Mine yüzeyine 10 sn süre ile 200 gr kuvvet uygulandı ve dış yüzeyinde piramit şeklinde iz oluşturuldu (Resim 3.7). Cihazda bulunan mikroskoptaki iki paralel çizgi, oluşan izin köşelerine teğet olacak şekilde ayarlanarak mikrosertlik değeri hesaplandı. Sertlik değeri dış yüzeyinde oluşan girintinin büyüklüğü ile ters orantılı olarak ölçüldü. 3 farklı noktadan ölçüm yapıldı ve elde edilen değerlerin ortalaması alınıp her örnek için Vicker's Mikrosertlik Değeri (VHN) hesaplandı.



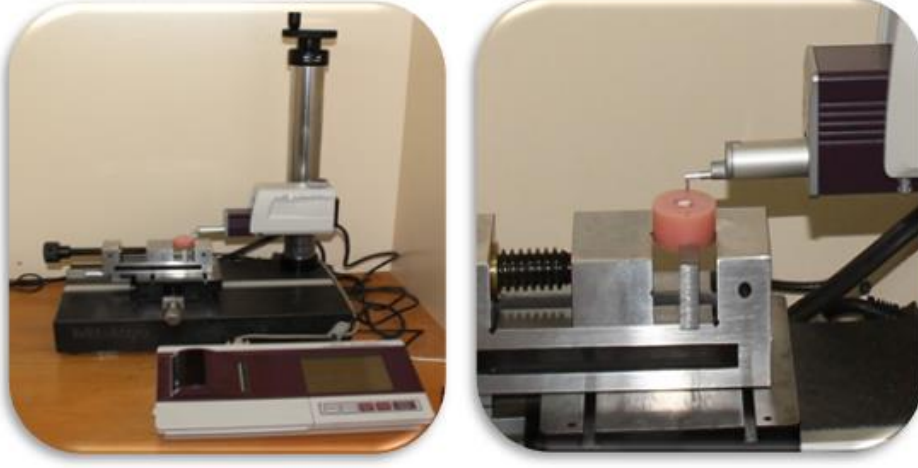
Resim 3.6: Vicker's mikrosertlik test cihaz



Resim 3.7: Piramit şeklinde oluşan izin mikroskobik görüntüsü

3.5 Yüzey Pürüzlülüğü Ölçümü

Yüzey pürüzlülüğü için hazırlanan örnekler beyazlatmadan önce bir profilometre (SurftestSJ-400, Mitutoyo, Kawasaki, Japonya) cihazı ile yüzey pürüzlülük testine tabi tutuldu (Resim 3.8). Profilometre cihazı 0.25 mm'lik kesme, 1.25 mm'lik okuma uzunluğu ve 0.05 mm/ s'lik hız ile standartlaştırıldı. İğne taramalı bir uç ile yüzey pürüzlülüğü ölçümü yapılarak her numune için üç ayrı noktadan ölçüm kaydedildi ve ortalama yüzey pürüzlülüğü (Ra) belirlendi.



Resim 3.8: Profilometre test cihazı

3.6 Renk Ölçümü

Renk ölçümü için VİTA Easychade Advance 4.0 (Zahnfabrik, H. Rauter GmbH & Co. Bad Sackingen, Almanya) spektrofotometre cihazı kullanıldı (Resim 3.9). Cihazın kalibrasyonu ölçümlerden önce üretici firmanın talimatları doğrultusunda beyaz bir disk ölçülerek yapıldı. Örnekler doğal gri bir arka zemin üzerine yerleştirildikten sonra cihazın uç yüzeyi yere paralel olarak konumlandırılıp, D65 gün ışığı altında dişlerin orta üçlüsünden renk ölçümleri yapıldı. Her bir örnek için 3 ölçüm yapıp ortalaması alınan L^* , a^* , b^* , c^* , h^* değerleri beyazlatma sonrası elde edilecek değerlerle karşılaştırılmak üzere kaydedildi.



Resim 3.9: Spektrofotometre cihazı

3.7 Beyazlatma Prosedürünün Uygulanması

Beyazlatma jelinin diş yüzeyi ile temas süresi her 3 grup için de eşit olacak şekilde tüm örnekler 45 dk boyunca uygulandı.

3.7.1 Grup 1: Deneysel jel (TiO₂/ Kitosan/ %6 HP) uygulanan grup

TiO₂, Kitosan, ve %6 HP içeren deneysel jel, diş yüzeyine bir fırça yardımıyla 1-2 mm kalınlığında uygulandı. 400-480 nm dalga boyundaki LED ışık kaynağı (D-Light Duo, GC, Tokyo, Japonya) ile 1 dk aktive edildi ve 5 dk diş yüzeyinde bekletildi (Resim 3.10). Bu süre sonunda jel aspiratör ile uzaklaştırılıp tekrar uygulandı. Toplamda 45 dk olmak üzere işlem 9 kez tekrarlandı. Beyazlatma işlemi sonrasında örnekler yıkayıp testler uygulanıncaya kadar distile suda bekletildi.



Resim 3.10: D-Light Duo LED ışık cihazı

3.7.2 Grup 2: Opalescence Boost PF %40 HP beyazlatma jeli uygulanan grup

Opalescence Boost PF %40 HP (Ultradent, South Jordan, UT, ABD) beyazlatma jeli üretici firmanın talimatlarına göre uygulandı. Ürün, kırmızı ve şeffaf (aktivatör ve HP) birbirine bağlı iki şırınga (Resim 3.11) içermekte olup; kırmızı şırıngaya bastırarak tüm içeriğin şeffaf şırıngaya geçmesi sağlandıktan sonra, hızlı ve kuvvetli bir şekilde şeffaf şırınganın başında bulunan pistonu bastırılarak ucundaki zarın patlaması sağlandı. Böylece beyazlatıcı ile aktivatör karıştırıldı. Devamında bu işlem 25 kez (her bir yöne 12-13'er kez olmak üzere) tekrarlandı. Karışan jel kırmızı şırıngaya aktarılıp mine yüzeyine 1-2 mm kalınlığında uygulandı ve 15 dakika bekletildi. Bu süre sonunda jel

aspiratör ile uzaklaştırılıp işlem tekrarlandı. Beyazlatma jeli toplamda 3 kez olmak üzere 45 dk diş yüzeyi ile temas etti. Örnekler işlem sonunda yıkayıp testler uygulanıncaya kadar distile suda bekletildi.



Resim 3.11: Opalescence Boost PF % 40 beyazlatma ajanı

3.7.3 Grup 3: Zoom %25 HP beyazlatma jeli uygulanan grup

Philips Zoom (Discus Dental Inc., Culver City, CA, ABD) beyazlatma jeli üretici firma talimatlarına göre uygulandı. Jel, beyazlatma işleminden 6 saat önce buzdolabından çıkarılarak oda sıcaklığına getirildi. Özel karıştırma ucu takılarak karıştırma kabına boşaltılıp 5 sn karıştırılıp, özel fırçası ile mine yüzeyine 1-2 mm kalınlığında uygulandı ve 15 dk boyunca Zoom Advanced Power UV ışığı (Discus Dental Inc., Culver City, CA, ABD) (Resim 3.12) ile aktive edildi. Daha sonra jel aspiratör ile uzaklaştırıldı ve toplamda 45 dk olmak üzere işlem 3 kez tekrarlandı. Numuneler işlem sonunda yıkayıp testler uygulanıncaya kadar distile suda bekletildi.



Resim 3.12: Zoom Advanced Power beyazlatma sistemi

3.8 Beyazlatma Prosedürü Sonrası İşlemler

Beyazlatma prosedürü öncesinde olduğu gibi sonrasında da aynı ortam ve ışık altında dişlerin renk ölçümü yapıldı. Beyazlatma öncesi ve sonrası elde edilen L^* , a^* , b^* , c^* , h^* değerleri kullanılarak, her bir örnekte meydana gelen renk değişikliği (ΔE_{ab} ve ΔE_{00}) CIE $L^*a^*b^*$ ve CIEDE 2000 sistemlerine göre hesaplandı. Ayrıca beyazlatma prosedürünü takiben Vicker's mikrosertlik ölçümleri ve yüzey pürüzlülüğü ölçümleri de aynı koşullar altında tekrarlandı.

3.9 İstatistiksel Analiz

3.9.1 Yüzey pürüzlülüğü ve mikrosertlik ölçümlerinin istatistiksel analizi

Sayısal değişkenlerin normal dağılıma uygunluğu Shaphiro Wilk testi ile test edildi. Tüm değişkenler normal dağılıma sahipti bu sebeple gruplar arası karşılaştırmada ANOVA ve post Hoc Bonferroni testleri kullanıldı. Grup içi karşılaştırmada ise normal dağılım olduğu için Paired t testi kullanıldı. Analizler IBM SPSS 22.0 paket programında (IBM Corp., Armonk, NY) yapıldı ve $p < 0.05$ anlamlı kabul edildi.

3.9.2 Renk ölçümlerinin istatistiksel analizi

Sayısal değişkenlerin normal dağılıma uygunluğu Shaphiro Wilk testi ile test edildi. Normal dağılan değişkenlerin gruplar arası karşılaştırılmasında ANOVA ve post Hoc Bonferroni testleri, grup içi karşılaştırmada Paired t testi kullanıldı. Normal dağılmayan değişkenlerin gruplar arası karşılaştırılmasında Kruskal Wallis ve Dunn çoklu karşılaştırma testleri, grup içi karşılaştırmada ise Wilcoxon testi kullanıldı. Korelasyon hesaplamasında Spearman rho testi kullanıldı. Analizler IBM SPSS 22.0 paket programında yapıldı. Korelasyon katsayısı $r > 0.60$ ise yüksek, $r = 0.3-0.6$ arasındaysa orta ve $r < 0.3$ ise düşük korelasyon olarak değerlendirilirken, $p < 0.05$ anlamlı kabul edildi.

4. BULGULAR

4.1 Mikrosertlik Bulguları

Gruplar arası karşılaştırmada; beyazlatma öncesi ve sonrası elde edilen Vicker's mikrosertlik değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadı ($p > 0.05$).

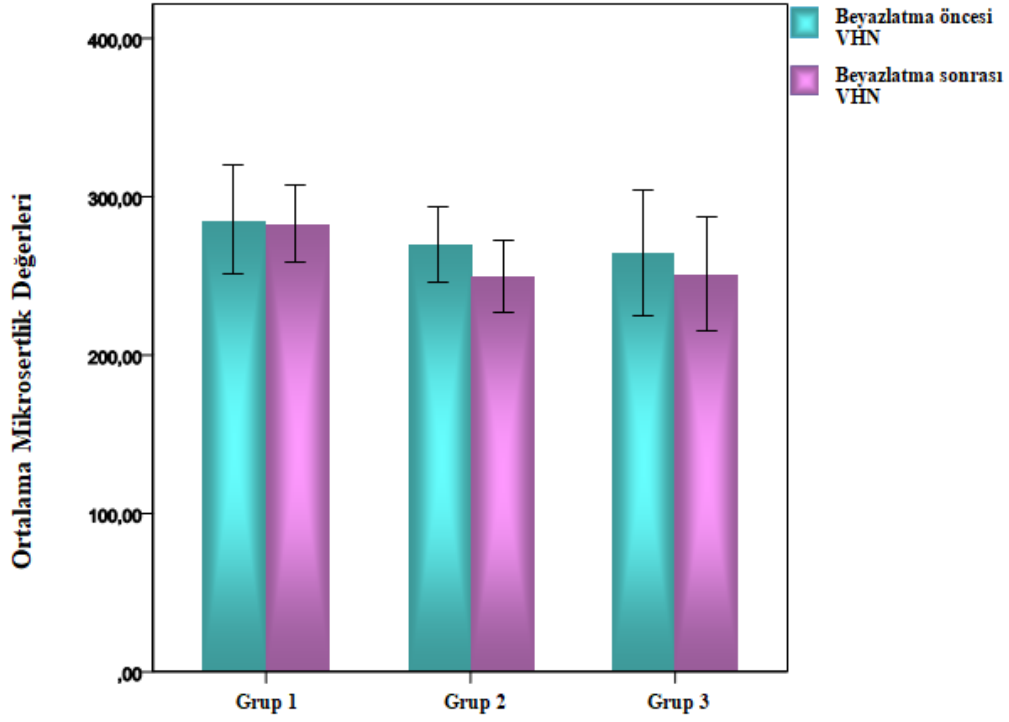
Grup içi karşılaştırmada ise beyazlatma prosedürü sonrası mikrosertlik değerlerinde tüm gruplarda anlamlı olmayan bir azalma görülmekle birlikte, en fazla azalma G2 grubunda bulundu ($p > 0.05$).

Beyazlatma öncesi ve sonrası mikrosertlik ölçümü yapılan grupların Vicker's mikrosertlik değerlerinin (VHN) ortalamaları ve standart sapma (\pm SD) değerleri Tablo 4.1 ve Şekil 4.1'de gösterilmiştir.

Tablo 4.1. Beyazlatma öncesi ve sonrası ortalama mikrosertlik değerleri (VHN \pm SD)

Gruplar	Beyazlatma öncesi VHN \pm SD	Beyazlatma Sonrası VHN \pm SD	p
G1	284.2 \pm 54.2 ^{Aa}	282.7 \pm 38.2 ^{Aa}	0.818
G2	269.7 \pm 36.8 ^{Aa}	249.2 \pm 35.8 ^{Aa}	0.123
G3	264.0 \pm 62.6 ^{Aa}	250.9 \pm 56.8 ^{Aa}	0.370

* Sütunlar ve satırlar içindeki farklı harfler istatistiksel olarak anlamlı farklılıkları gösterir. Küçük harfler satır farklarını, büyük harfler sütun farklarını temsil eder ($p < 0.05$).



Şekil 4.1. Beyazlatma prosedürü öncesi ve sonrası ortalama VHN

4.2 Yüzey Pürüzlülüğü Bulguları

Gruplar arası karşılaştırmada; beyazlatma öncesi ve sonrası elde edilen yüzey pürüzlülüğü değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadı ($p > 0.05$).

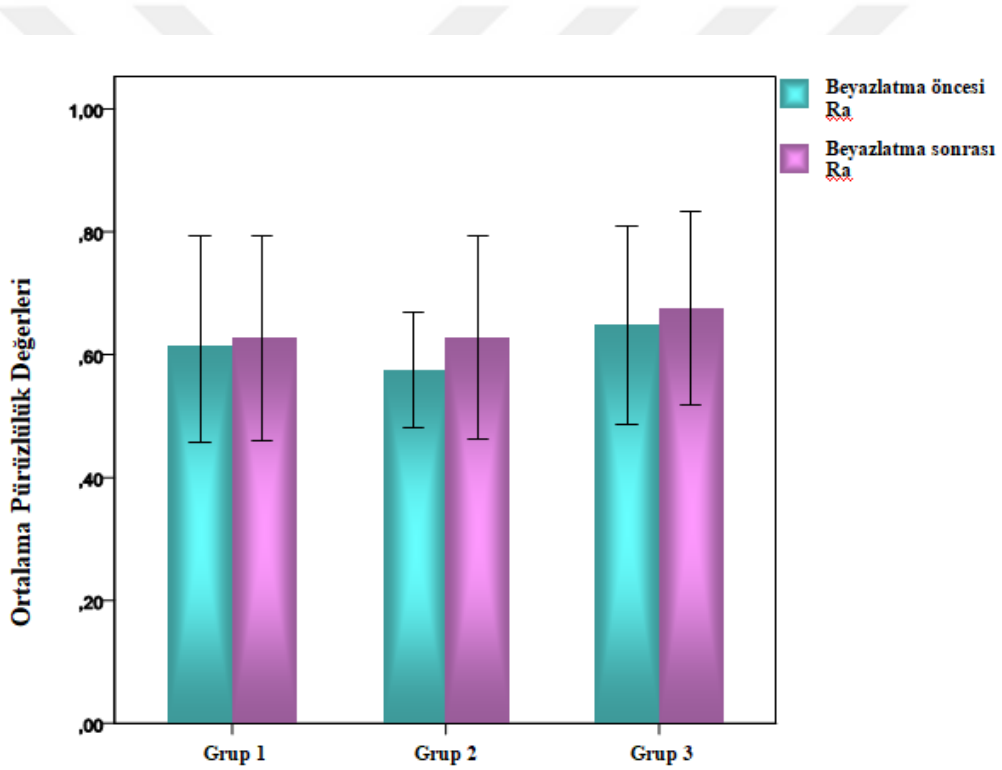
Grup içi karşılaştırmada ise beyazlatma prosedürü sonrası yüzey pürüzlülüğü değerlerinde tüm gruplarda anlamlı olmayan bir artış görülmekle birlikte, en fazla G2 grubunda bulundu ($p > 0.05$).

Beyazlatma öncesi ve sonrası profilometre ile elde edilen yüzey pürüzlülük değerlerinin ortalamaları ve standart sapma değerleri Tablo 4. 2 ve Şekil 4. 2 de gösterilmiştir.

Tablo 4.2. Beyazlatma öncesi ve sonrası ortalama yüzey pürüzlülüğü değerleri (Ra ± SD)

Gruplar	Beyazlatma Öncesi Ortalama Ra ± SD	Beyazlatma Sonrası Ortalama Ra ± SD	p
G1	0.615 ± 0.263 ^{Aa}	0.626 ± 0.263 ^{Aa}	0.759
G2	0.575 ± 0.147 ^{Aa}	0.626 ± 0.260 ^{Aa}	0.359
G3	0.648 ± 0.253 ^{Aa}	0.675 ± 0.248 ^{Aa}	0.335

* Sütunlar ve satırlar içindeki farklı harfler istatistiksel olarak anlamlı farklılıkları gösterir. Küçük harfler satır farklarını, büyük harfler sütun farklarını temsil eder (p < 0.05).



Şekil 4.2. Beyazlatma prosedürü öncesi ve sonrası ortalama yüzey pürüzlülüğü (Ra)

4.3 Renk Analizi Bulguları

Farklı beyazlatma ürünlerinin uygulandığı örneklerin renk analizi beyazlatma prosedürü öncesi ve 24 saat sonrası VITA Easyshade® Advance 4.0 Spektrofotometre cihazı ile CIEL*, a*, b* ve CIEDE 2000 formülasyonu kullanılarak yapıldı.

4.3.1 L* değerine ait bulgular

L₁*: Beyazlatma prosedürü öncesi ölçüm değeri

L₂*: Beyazlatma prosedüründen 24 saat sonrası ölçüm değeri

Gruplar arası karşılaştırmada; L₁* değerleri arasında istatistiksel açıdan anlamlı fark bulunmadı (p > 0.05). L₂* değerlerinde ise; Grup 1-Grup 2 arasında istatistiksel olarak anlamlı fark görüldü (p < 0.05).

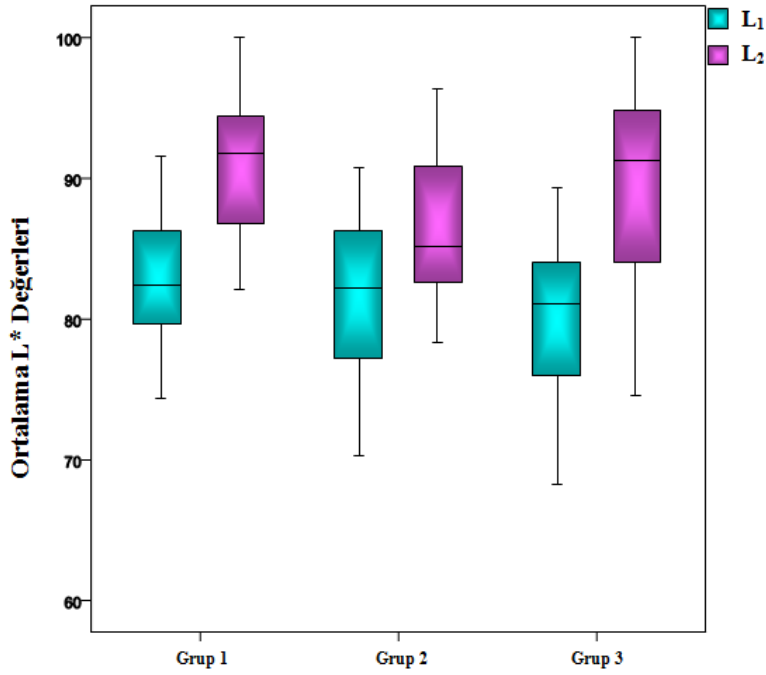
Grup içi karşılaştırmada ise tüm gruplarda L₁* ve L₂* değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmadı (p < 0.05).

Grup içi ve gruplar arası ortalama L* değerleri (± SD) Tablo 4.3 ve Şekil 4.3'de gösterilmiştir.

Tablo 4.3. Grup içi ve gruplar arası ortalama L* değerleri (± SD)

Gruplar	Grup1	Grup 2	Grup 3	p
L ₁	82.96 ± 4.60 ^{Aa}	81.71 ± 5.56 ^{Aa}	80.27 ± 5.15 ^{Aa}	0.199
L ₂	90.59 ± 5.13 ^{Ba}	86.43 ± 5.25 ^{Bb}	89.70 ± 6.78 ^{Bab}	0.037
p	0.001	0.001	0.001	

* Sütunlar ve satırlar içindeki farklı harfler istatistiksel olarak anlamlı farklılıkları gösterir. Küçük harfler satır farklarını, büyük harfler sütun farklarını temsil eder (p < 0.05).



Şekil 4.3. Grupların beyazlatma öncesi ve sonrası ortalama L* değerleri

4.3.2 a* değerine ait bulgular

a₁*: Beyazlatma prosedürü öncesi ölçüm değeri

a₂*: Beyazlatma prosedüründen 24 saat sonra ölçüm değeri

Gruplar arası karşılaştırmada tüm a₁* ve a₂* değerleri arasında istatistiksel açıdan anlamlı fark bulunmadı ($p > 0.05$).

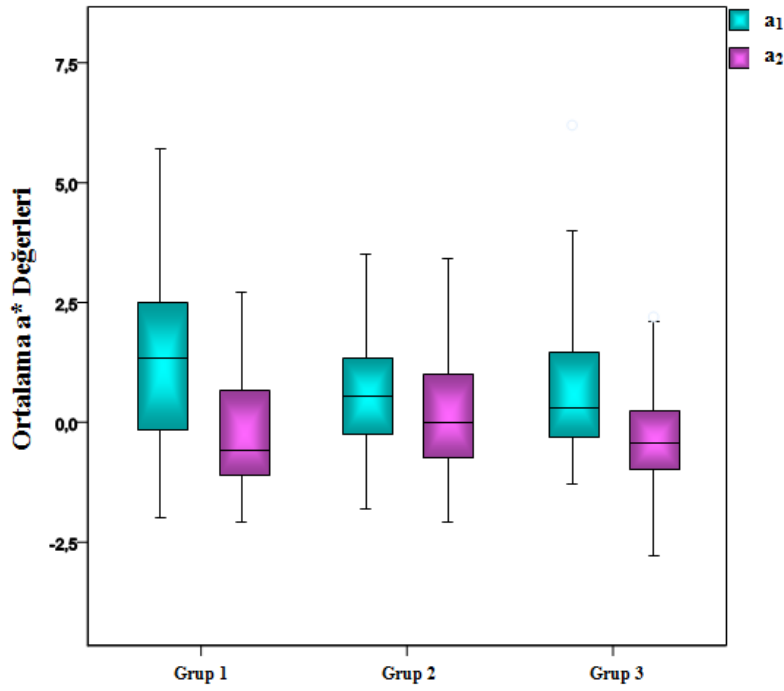
Grup içi karşılaştırmalarda ise tüm gruplarda a₁* ve a₂* değerleri arasında istatistiksel açıdan anlamlı fark bulundu ($p < 0.05$).

Grup içi ve gruplar arası ortalama a* değerleri (\pm SD) Tablo 4.4 ve Şekil 4.4'de gösterilmiştir.

Tablo 4.4. Grup içi ve gruplar arası ortalama a* değerleri (\pm SD)

Gruplar	Grup1	Grup 2	Grup 3	p
a ₁	1.32 \pm 1.76 ^{Aa}	0.56 \pm 1.26 ^{Aa}	0.83 \pm 1.73 ^{Aa}	0.257
a ₂	-0.17 \pm 1.37 ^{Ba}	0.14 \pm 1.27 ^{Ba}	-0.29 \pm 1.27 ^{Ba}	0.484
p	0.001	0.001	0.002	

* Sütunlar ve satırlar içindeki farklı harfler istatistiksel olarak anlamlı farklılıkları gösterir. Küçük harfler satır farklarını, büyük harfler sütun farklarını temsil eder ($p < 0.05$).



Şekil 4.4. Grupların beyazlatma öncesi ve sonrası ortalama a* değerleri

4.3.3 b* değerine ait bulgular

b₁*: Beyazlatma prosedürü öncesi ölçüm değeri

b₂*: Beyazlatma prosedüründen 24 saat sonrası ölçüm değeri

Gruplar arası karşılaştırmada; tüm b₁* ve b₂* değerleri arasında istatistiksel açıdan anlamlı fark bulunmadı ($p > 0.05$).

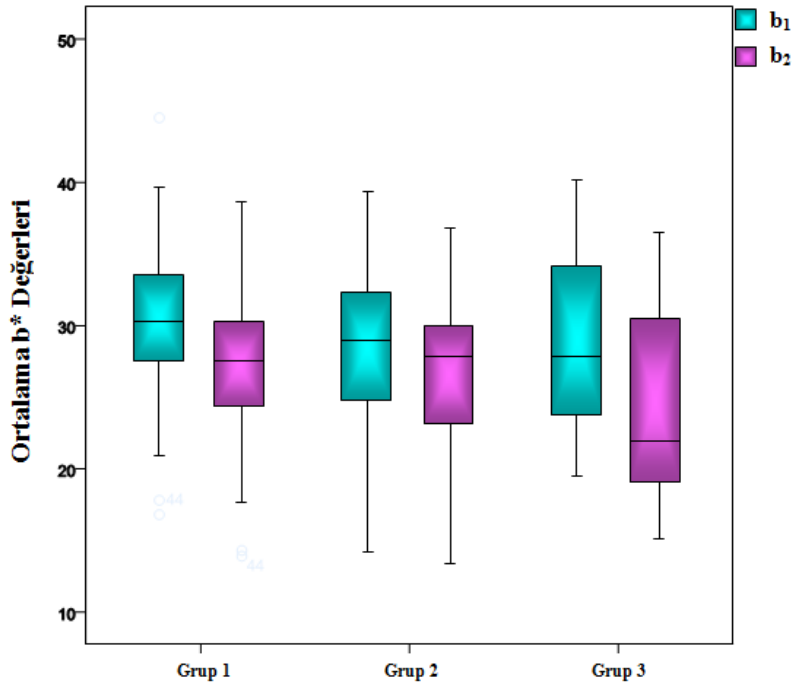
Grup içi karşılaştırmalarda ise tüm gruplarda b_1^* ve b_2^* değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark görüldü ($p < 0.05$).

Grup içi ve gruplar arası ortalama b^* değerleri (\pm SD) Tablo 4.5 ve Şekil 4.5’de gösterilmiştir.

Tablo 4.5. Grup içi ve gruplar arası ortalama b^* değerleri (\pm SD)

Gruplar	Grup 1	Grup 2	Grup 3	p
b_1	30.18 ± 6.60^{Aa}	28.69 ± 6.28^{Aa}	$29.02 \pm 6,42^{Aa}$	0.702
b_2	26.95 ± 6.10^{Ba}	26.40 ± 6.15^{Ba}	$24.25 \pm 6,61^{Ba}$	0.298
p	0.001	0.001	0.001	

* Sütunlar ve satırlar içindeki farklı harfler istatistiksel olarak anlamlı farklılıkları gösterir. Küçük harfler satır farklarını, büyük harfler sütun farklarını temsil eder ($p < 0.05$).



Şekil 4.5. Grupların beyazlatma öncesi ve sonrası ortalama b^* değerleri

4.3.4 Renk değişimi (ΔE_{ab} ve ΔE_{00}) değerlerine ait bulgular

Gruplar arası karşılaştırmada her iki formülasyonda (CIE L*a*b* ve CIEDE 2000) da en yüksek renk değişimi değerleri (ΔE_{ab} ve ΔE_{00}) Grup 3'te görülürken Grup 1 ve Grup 3 arasında istatistiksel olarak anlamlı fark yoktu ($p > 0.05$). Grup 1-Grup 2 ve Grup 2-Grup 3 arasında istatistiksel olarak anlamlı fark vardı ($p < 0.05$).

Tüm grupların CIE L*a*b* (ΔE_{ab}) ve CIEDE 2000 (ΔE_{00}) sistemlerine göre ortalama renk değişimi ve standart sapma (\pm SD) değerleri Tablo 4.6 ve Şekil 4.6'da gösterilmiştir.

Tablo 4.6. Grupların ortalama renk değişimi (ΔE_{ab} ve ΔE_{00}) değerleri (\pm SD)

Gruplar	Grup1	Grup 2	Grup 3
ΔE_{ab}	8.87 \pm 4.61 ^a	5.55 \pm 1.35 ^b	11.14 \pm 3.07 ^a
ΔE_{00}	5.52 \pm 3.01 ^a	3.49 \pm 1.04 ^b	6.90 \pm 1.75 ^a

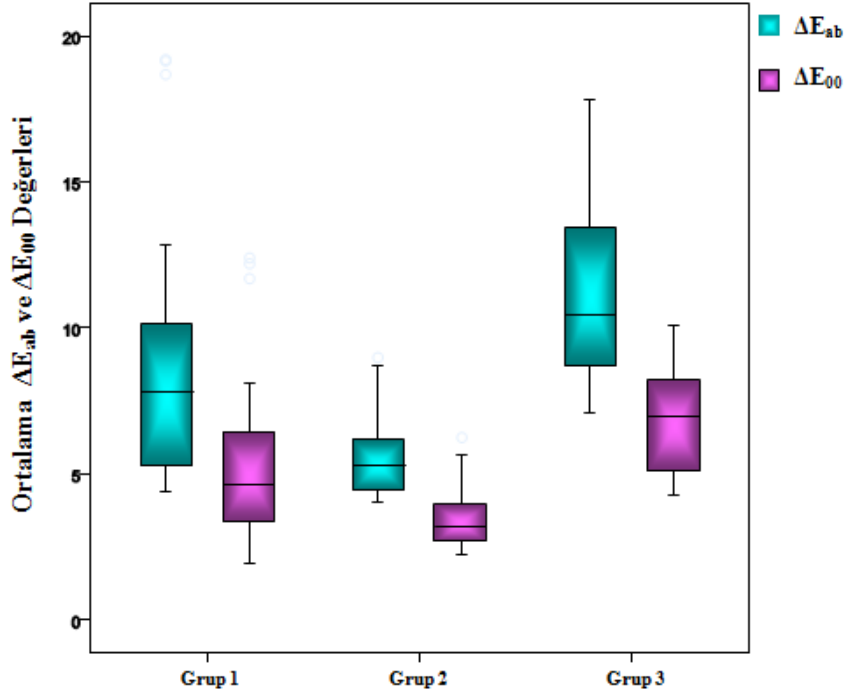
* Aynı satırda farklı küçük harflerle gösterilen veriler arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlıdır ($p < 0.05$)

Tüm grupların CIE L*a*b* ve CIEDE2000 formülleri ile hesaplanan renk değişimi (ΔE_{ab} ve ΔE_{00}) değerleri arasında yüksek düzeyde pozitif korelasyon tespit edildi ($p < 0.05$) (Tablo 4.7).

Tablo 4.7. CIE L*a*b* ve CIEDE2000 formülleri arasındaki renk değişimi korelasyon değerleri (r)

Gruplar	$\Delta E_{ab} - \Delta E_{00}$	p
Grup 1	0.97*	0.001
Grup 2	0.91*	0.001
Grup 3	0.96*	0.001

* $p < 0.05$ düzeyinde anlamlı, $r > 0.6$ düzeyinde yüksektir.



Şekil 4.6. Grupların ortalama renk değişimi (ΔE_{ab} ve ΔE_{00}) değerleri (\pm SD)

5. TARTIŞMA ve SONUÇ

Son yıllarda hastaların estetik beklentilerini karşılamak ve onlara güzel bir gülüş sunmak için uygulanan diş beyazlatma tedavisi; kolay, konservatif ve uygun maliyetli bir tedavidir. Vital diş beyazlatma yöntemlerinden olan ofis tipi beyazlatmada, yüksek konsantrasyonda (%25-40) peroksit içerikli beyazlatma ajanı hekim tarafından klinikte, ev tipi beyazlatmada ise düşük konsantrasyonda (%3-20) beyazlatma ajanı hasta tarafından evde uygulanır (8). Ev tipi beyazlatma tedavisinde düşük konsantrasyonda peroksit içerikli jellerin kullanılması ve maliyetinin az olması gibi avantajları bulunmasına rağmen tedavi süresinin klinikte uygulanan işlemde daha uzun sürmesi, hastanın plağı tolere edememesi, plağın yumuşak dokuda irritasyona neden olması, tedavi başarısının hasta motivasyonuna bağlı olması ve beyazlatma ajanının yutulması gibi dezavantajları vardır (4, 8). Ofis tipi beyazlatma tedavilerinde ise ev tipi beyazlatmaya göre daha hızlı sonuç alınması, plak kullanılmaması, beyazlatma ajanının yutulmasının ve yumuşak dokuya sızmasının hekim tarafından engellenebilir olması, hasta memnuniyetini arttırmakta ve daha çok tercih edilmesini sağlamaktadır (209). Bu sebeple çalışmamızda hazırladığımız deneysel jel ofis tipi kullanılmak üzere formüle edilmiştir.

Ofis tipi beyazlatma uygulamalarında yüksek konsantrasyonda HP içeren beyazlatma ajanlarının kullanılması, tedavinin en büyük dezavantajıdır (210). HP oksitleyici bir maddedir ve serbest radikal üretme yeteneğine sahiptir. Serbest radikallerin ise yüksek oksidan etkileri ile biyolojik dokular üzerinde zararlı etkileri olabilmektedir (11, 95). Literatürde, HP'nin vücutta meydana getirdiği lokal ve sistemik yan etkilerinden dolayı birçok çalışma mevcuttur. Diş yapısı (211, 212), pulpa dokusu (186, 213) ve ağız içi yumuşak dokularda (16) beyazlatma uygulaması sonrası değişimler görülmüştür. Yine yüksek konsantrasyondaki HP ile yapılan beyazlatma tedavisi sonrası genotoksik etkisinin de olabileceği bildirilmiştir (214). HP içerikli diş beyazlatma materyallerine ilişkin Avrupa Birliği Konseyi, 2011/ 84/ EU sayılı Direktifi yayınlayarak HP'nin en fazla %6'ya kadar uygulanmasının güvenli olduğunu bildirmiştir (19). Yüksek konsantrasyondaki HP'nin tüm bu yan etkilerinden dolayı ve mevcut bu Direktif

dahilinde, çalışmamızda düşük konsantrasyonda bir jel geliştirilmesi amaçlanmış ve HP konsantrasyonu %6 olarak belirlenmiştir.

Ofis tipi beyazlatma uygulamalarında düşük konsantrasyonda HP kullanıldığında; tedavinin etkinliğini arttırmak amacıyla ısı, ışık, katalizörler ve nanopartiküller kullanılabilir (20). Isı kullanıldığında dokuda meydana gelebilecek 5.5 °C'lik bir artışın geri dönüşümsüz pulpa hasarına neden olduğu bildirilmiştir (20, 215). Bu sebeple reaksiyonu hızlandırmak amacıyla ışık ve katalizör kullanımı daha güvenli ve doğru bir tercihtir (20). Çalışmamızda da yeni geliştirilecek jelin etkinliğini arttırmak için, yeni nesil beyazlatma ajanlarında fotokatalizör olarak kullanılan TiO₂ ilave edilmiştir (23, 24, 216, 217). TiO₂, 385 nm'den daha düşük dalga boylarında UV ışığıyla aydınlatıldığında oksidasyon reaksiyonu ile serbest radikaller oluşturabilmekte; bu sayede beyazlatma reaksiyonunun hızını ve etkinliğini arttırmaktadır (109). Ancak TiO₂'yi aktive etmek için dokuyu UV ışığı ile uzun süre ışınlama potansiyel olarak zararlıdır ve hücresel hasar, bağışıklık sisteminin baskılanması, cilt kanseri gibi olumsuz etkilere neden olabilmektedir (25, 26). AEROXIDE® TiO₂ P25; %80 anataz ve %20 rutil fazın karışımından oluşur. İçeriğindeki rutil fazdan dolayı, diş hekimliğinde kullanılan dental ışık kaynaklarıyla aynı dalga boyuna sahip (≥ 400 nm) görünür mavi ışıkla reaksiyona girdiği bildirilmiştir (117, 118, 218). Bu sebeple çalışmamızda görünür ışıkla aktive olan AEROXIDE® TiO₂ P25, 400-480 nm dalga boyuna sahip LED ışık kaynağı (D-Light Duo, GC, Tokyo, Japonya) ile birlikte kullanımı tercih edilmiştir.

Karbopol (karboksipolimetilen) ve poloksamer gibi polimerler beyazlatma jelinin kıvamını arttırıp dişe daha iyi tutunmasını sağladığı için beyazlatma ajanlarında sıklıkla kullanılan materyallerdir (219, 220). Buna karşın, literatürde kıvam arttırıcı bu maddelerin, tedavi süresi boyunca mine yüzeyinde zararlı etkilere neden olduğunu gösteren birçok çalışma mevcuttur (221-225). Ayrıca karbopol demineralizasyona neden olabilen asidik bir polimerdir ve hidroksiapatit kristalinin büyümesini engelleyebilen yüksek kalsiyum bağlama kapasitesine sahiptir (226). Poloksamerin deminenin mikrosertliğini azalttığı bildirilmiştir (223, 225). Bu sebeple çalışmamızda farklı içeriklere ve farklı konsantrasyonlara sahip Opalescence Boost PF (%40 HP, karbopol) ve Philips Zoom (%25 HP, poloksamer) beyazlatma ajanları tercih edilmiştir.

Kitosan; doğal, toksik olmayan, biyouyumlu, biyolojik olarak parçalanabilen bir polisakkarittir (227). Bunun yanı sıra film ve jel oluşturma yeteneği, biyoaktivitesi, biyoadeziv ve antibakteriyel olması gibi birçok özelliği nedeniyle biyomedikal uygulamalarda, gıdalarda, kozmetik ürünlerinde ve farmasötik ajanlarda yaygın olarak kullanılmaktadır (28, 29). Kitosanın; diş hekimliği alanında dental plak oluşumunu inhibe ettiğini (30), osteogenezi desteklediğini (32), yara iyileşmesini sağladığını (33, 34), demineralizasyonu inhibe ettiğini (31, 228, 229) ve ağız içi patojenlere karşı antimikrobiyal etki gösterdiğini (148, 149) bildiren birçok çalışma bulunmaktadır. Deneysel jelde; kitosan, biyoadeziv ve remineralize edici özelliklerinden faydalanmak amacıyla kalınlaştırıcı ve taşıyıcı ajan olarak kullanılmıştır. Çalışmada TiO₂'nin fotokatalitik aktivitesini kitosanın adsorpsiyon özelliği ile birleştirerek etkili bir beyazlatma elde edilmesi hedeflenmiştir (230). Bu amaçla çalışmamızda %0,2 konsantrasyonda kitosan ilavesi yapılmıştır (231).

HP diş dokusunda mineral değişimine sebep olurken, mine yüzeyinin pürüzlülüğünün artması ve mikrosertliğinin azalması gibi morfolojik değişikliklere de neden olabilmektedir (232-234). Çalışmamızda diş sert dokuların da meydana gelen morfolojik değişimlerin tespiti için yüzey pürüzlülük ve mikrosertlik testleri tercih edilmiştir.

Literatürde, yapılan in vitro beyazlatma çalışmalarında çekilmiş insan dişleri ya da sığır dişleri kullanılmıştır (235-238). Wiegand ve ark.'nın (239) yaptıkları çalışmada insan ve sığır dişlerinin yapısal özellikleri değerlendirilmiş; dişlerin yoğunluk, kompozisyon ve mikrosertlik değerlerinin benzer olduğu bildirilmiştir. Mikrosertlik ölçümlerinin düz yüzey üzerinde yapılması sonuçların doğru hesaplanabilmesi için önemlidir. Sığır keser dişlerinin büyük ve düz yüzeye sahip olması sebebiyle çalışmamızda yüzey pürüzlülüğü ve mikrosertlik ölçümleri sığır keser dişleri (240) üzerinde gerçekleştirilirken, gerçeğe yakın olması sebebiyle renk analizi kısmında premolar dişler kullanılmıştır (241-243).

Mikrosertlik ölçümleri yapılırken doğru sonuçlar elde edilebilmesi için uygulanacak kuvvetin doğru bir açıyla gelmesi gerekir. Literatürde yapılan birçok çalışmada olduğu gibi, örnek tabana paralel yerleştirilmeli ve çok iyi polisajlanmış düz bir yüzey elde edilmelidir (212, 223, 244). Diş yüzeyinin düzleştirilmesi sırasında mine dokusu içerisinde kalmak şartıyla 150 nm aşındırma yeterli bulunmuştur (245). Bu sebeple

çalışmamızda örnek yüzeyleri mine dokusu içerisinde kalacak şekilde düzleştirilmiş ve çok iyi polisajlama yapılmıştır.

Örneklerdeki mine parçalarının dehidratasyonunun önlenmesi amacıyla çalışmalarda distile su, yapay tükürük veya doğal tükürük kullanılmıştır. Tükürük kullanılan çalışmalarda diş yapısının beyazlatma ile azalan mikrosertliğinin yeniden artabileceği, kayıp kalsiyum ve fosfatın tükürükten iyon alışverişiyle tekrar kazanılabileceği gösterilmiştir (212, 246). Distile su ile yapılan çalışmalarda ise diş dokusunda herhangi bir iyon değişimi olmadığı bildirilmiştir (247). Bu sebeple çalışmamızda örnekler çalışma süresi boyunca oda sıcaklığında distile suda bekletilmiştir

Literatür incelendiğinde mikrosertlik ölçümleri Knoop (248) veya Vicker's (249, 250) uçları kullanılarak yapılmıştır. Vicker's mikrosertlik ölçümü; dengeli bir basınç oluşturması, kare şeklindeki ölçüm alanının kolay hesaplanması, düz olmayan yüzeylerde ve sertlikleri farklı olan materyallerde uygulanabilir olmasından dolayı çalışmalarda tercih edilmiştir (251-253). Test edilecek malzemeye uygulanan yük ve zaman, yapılan çalışmalarda farklılık göstermekte olup (254) çalışmamızda Vicker's mikrosertlik ölçümü, önceki çalışmadan referans alınarak diş yüzeyine 10 sn, 200 gr yük uygulanarak yapılmıştır.

Yüzey pürüzlülüğünü dokunmalı ve dokunmasız cihazlarla ölçmek mümkündür. İğne taramalı bir cihaz olan Profilometre ile yüzey boyunca pürüzlülük değerlerinin ölçüldüğü birçok çalışma bulunmaktadır (255, 256). Çalışmamızda tekrarlanabilir ve kolay olması nedeniyle profilometre cihazı ile yüzey pürüzlülük ölçümleri yapılmıştır.

Beyazlatma tedavisi sırasında dişlerde oluşan dehidratasyon; diş hassasiyetine ve tedavi etkinliğinin yanlış değerlendirilmesine neden olur. Beyazlatma sonrası dehidrate dişlerin zamanla rehidratasyonu renkte geri dönüş olduğunu düşündürebilir (257). Bu sebeple renk analizlerinin beyazlatma prosedüründen en az 24 saat sonra yapılması, daha güvenilir sonuçların elde edilmesine imkân sağlar (258). Çalışmamızda da beyazlatma sonrası renk ölçümleri işlemiden 24 saat sonra yapılmıştır.

Literatürde renk değişimini değerlendirmek için iki temel yöntem kullanılmaktadır. Bunlar; renk skalaları ile yapılan nitel (259) ve dijital renk ölçüm cihazları ile yapılan nicel (74, 260) değerlendirme yöntemleridir. Digital renk ölçüm cihazlarından olan

spektrofotometreler, göz ile ayırt edilemeyen renk değişikliklerinin tespiti ve tekrarlanabilir ölçümler elde edilmesine olanak sağlar (261). Pusateri ve ark.'ları (262) VITA EasyShade[®], ShadeScan[®], SpectroShade[®] ve ShadeVision[®] cihazları ile yaptıkları çalışmada en güvenli cihazın (%96) VITA Easyshade[®] spektrofotometre cihazı olduğunu bulmuşlardır. Bu nedenle çalışmamızda rengi 3 boyutlu değerlendirmesi, sayısal veriler elde edilebilmesi, kolay ve tekrar edilebilir olması nedeniyle VITA Easyshade[®] cihazı renk analizi için kullanılmıştır.

Literatürde diş renk değişiminin değerlendirildiği birçok çalışmada, CIEL*a*b* formülasyonu yaygın olarak kullanılmasına rağmen, bu sistemdeki eksikliklerin giderilmesi amacıyla geliştirilen CIEDE 2000 yeni renk sistemi olarak benimsenmiş ayrıca küçük renk farklılıklarını tespit etmede CIEL*a*b* formülasyonundan daha başarılı olduğu bildirilmiştir (77, 263). Ancak literatürde CIEDE 2000 renk formülasyonu kullanılarak yapılan sınırlı sayıda beyazlatma çalışması bulunmaktadır (53, 263). Bu sebeple çalışmamızda renk değişimi değerlendirilmesinde CIE L*a*b* ve CIEDE 2000 formülasyonları birlikte kullanılarak değerlendirilmiştir. CIE L*a*b* formülasyonuna göre toplam renk değişimi $\Delta E_{ab} = [(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2]^{1/2} = [(L_2 - L_1)^2 + (a_2 - a_1)^2 + (b_2 - b_1)^2]^{1/2}$ formülüne göre hesaplanmıştır (64). Yapılan çalışmalarda 3,3 veya daha yüksek ΔE değerleri gözle algılanabilen renk değişikliği olarak kabul edilmektedir (264, 265). Bir başka kabul gören sistem ise renk değişim değerlerinin ayrıntılı olarak sınıflandırıldığı NBS (National Bureau of Standards) sistemidir (266). Bu çalışmadaki renk değişimi verileri NBS sistemine göre değerlendirilmiştir (Tablo 5.1).

Tablo 5.1. NBS Sistemi

ΔE	NBS kriteri
0-0,5	Oldukça hafif değişiklik
0,5-1,5	Hafif değişiklik
1,5-3	Gözlenebilir değişiklik
3-6	Kayda değer bir değişiklik
6-12	Oldukça belirgin bir değişiklik
12 ve fazlası	Farklı renge dönüşen değişiklik

CIEDE 2000 formülasyonuna göre renk farkı $\Delta E_{00} = [(\Delta L/K_L S_L)^2 + (\Delta C/K_C S_C)^2 + (\Delta H/K_H S_H)^2 + RT (\Delta C/K_C S_C)(\Delta H/K_H S_H)]^{1/2}$ formülüne göre hesaplanmış (53), CIE tarafından önerilen ve kabul gören parametrik faktörler ($K_L=1$, $K_C=1$ ve $K_H=1$) kullanılmıştır (267). Literatürde yer alan Paravina ve ark.'nın (79) yaptıkları çalışma referans alınarak, algılanabilir ve kabul edilebilir renk değişimleri (%50:50) sırasıyla, 0.8 ve 1.8 olarak kabul edilmiştir.

Mikrosertlik ve yüzey pürüzlülüğü değerlendirilmesi

Literatürde, beyazlatma uygulamaları sonrası mikrosertlik ve yüzey pürüzlülüğü ölçümlerinin değerlendirildiği çalışmalarda; kullanılan ajanın konsantrasyonu (248, 268-270), pH'sı (254, 270-272), içeriğindeki bileşenlerin farklı olması (212, 225, 273-275) ve ajanın uygulama süresi (276, 277) mikrosertlik ve yüzey pürüzlülüğü değerlerini etkilemiştir. Ancak, mikrosertlik ve yüzey pürüzlülüğü ölçümlerinin değerlendirildiği bu çalışmalarda, sonuçlar birbirleriyle uyumlu değildir.

Polydorou ve ark.'nın (278) yaptıkları in vitro çalışmada %38 HP (Opalescence Xtra Boost), %30 HP (Easywhite Ready) ve %25 HP (Zoom) beyazlatma ajanlarının diş yüzey mikrosertliği üzerine olan etkileri değerlendirilmiş, beyazlatma uygulamasından sonra tüm gruplarda minenin mikrosertliğinde artış görülmesine rağmen istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır. Mondelli ve ark.'nın (248) yaptıkları in vitro çalışmada ise %35 HP (Whiteness HP Maxx), %25 HP (Lase Peroxide Sensy II) ve %15 HP (Lase Peroxide Light) beyazlatma ajanları, diş mine yüzeyine uygulanmış; yüzey mikrosertliğine olan etkisi karşılaştırılmıştır. Çalışma sonuçlarında, mikrosertlik değerlerinde anlamlı azalma olduğu, en fazla azalmanın da en yüksek konsantrasyona sahip olan %35 HP grubunda olduğu tespit edilmiştir. Klaric ve ark.'nın (268) yaptıkları çalışmada, HP konsantrasyonlarının, mine mikrosertliği üzerindeki etkisi değerlendirilmiş; yüksek HP konsantrasyonlarında (%25 HP (Zoom), %38 HP (Opalescence Xtra Boost), %30 KP (Viva Style 30)) mikrosertlik değerlerinin azaldığı tespit edilirken gruplar arasında anlamlı farklılık bulunmamıştır. Bu çalışmaların aksine, Kwon ve ark.'nın (279) yaptıkları çalışmada Zoom %25 HP, %10 KP, %9.5 HP beyazlatma jellerinin yüzey mikrosertliği üzerine olan etkileri değerlendirilmiş, beyazlatma öncesi ve sonrası ölçülen mikrosertlik değerlerinde anlamlı farklılık bulunmamıştır. Borges ve ark.'nın (280) yaptığı çalışmada da %20 HP, %25 HP, %30

HP ve %35 HP konsantrasyonlarındaki beyazlatma ajanlarının minenin mikrosertliği üzerindeki etkileri değerlendirilmiş, uygulama öncesi ve sonrası mikrosertlik değerlerinde anlamlı fark bulunmamıştır. Çalışmamızda tüm beyazlatma uygulamaları sonrası mikrosertlik değerlerinde azalma tespit edilmiş ancak istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır. En fazla azalma ise en yüksek konsantrasyona sahip Opalescence Boost PF %40 HP grubunda bulunmuştur.

Lugo Varillas ve ark.'nın (269) yapmış olduğu çalışmada %40 HP (Opalescence Boost PF), %35 HP (Whiteness HP AutoMixx) ve %35 HP (Whiteness HP Blue) ile yapılan beyazlatma uygulaması sonrası yüzey pürüzlülüğü değerlendirilmiş, tüm gruplar da pürüzlülük değerlerinde anlamlı artış görülmüştür. Bunun aksine %38 HP içeren beyazlatma ajanının kullanıldığı başka bir çalışmada, uygulama sonrası yüzey pürüzlülüğü değerlerinde anlamlı fark bulunmamıştır (281). Çalışmamızda hem yüksek konsantrasyondaki Opalescence Boost %40 HP, hem de düşük konsantrasyondaki deneysel beyazlatma jeli uygulaması sonrası yüzey pürüzlülüğü değerlerinde anlamlı olmayan bir artış bulunmuştur. Kwon ve ark.'nın (279) %25 HP (Zoom) beyazlatma ajanı ile yaptıkları in vitro çalışmada, beyazlatma uygulaması sonrası yüzey pürüzlülüğünde artış görülürken, istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır. Yine El Halim ve ark.'nın (282) yaptıkları in vivo çalışmada; %25 HP (Zoom) beyazlatma ajanının yüzey pürüzlülüğüne olan etkisi değerlendirilmiş olup uygulama sonrası minenin yüzey pürüzlülüğü artmış ancak anlamlı fark tespit edilmemiştir. Çalışmamızda da Zoom %25 HP uygulaması sonrası yüzey pürüzlülüğü değerleri artmış ancak başlangıç ölçümlerine göre anlamlı bir farklılık görülmemiştir.

Magalhães ve ark.'nın (254) yaptığı çalışmada, farklı pH'ya (4.30 ve 6.62) sahip %35 HP'lik iki farklı beyazlatma ajanı (Whiteness HP, Opalescence Xtra) kullanılmış, yüzey mikrosertliği üzerine olan etkisi değerlendirilmiştir. Her iki grupta da beyazlatma sonrası mikrosertlik değerlerinde anlamlı azalma görülmüş ve en fazla azalmanın asidik pH'a (4.30) sahip beyazlatma ajanında olduğu bildirilmiştir. Sa ve ark.'nın (271) yaptığı in vitro çalışmada 7.52 pH'ya sahip %38 HP (Opalescence Boost) ve 4.03 pH'ya sahip %35 HP'lik (Beyond) iki farklı beyazlatma ajanı kullanılmış, minenin mikrosertliği değerlendirilmiştir. Çalışma sonucunda nötral pH'ya sahip grupta mikrosertlik değerlerinde değişim görülmezken, asidik pH'ya sahip grupta mikrosertlik değerlerinde

azalma görülmüştür. Çalışmamızda, nötral pH'ya sahip olan tüm çalışma grupları için mikrosertlik değerlerinde uygulama öncesi ve sonrası anlamlı fark bulunmamıştır.

Azrak ve ark.'nın (270) yüksek konsantrasyon ve asidik pH'ya sahip beyazlatma jeli kullanarak yaptıkları çalışmada uygulama sonrası yüzey pürüzlülüğü değerlerinde anlamlı artış bulunmuştur. Lugo-Varillas ve ark.'nın (269) yaptıkları çalışmada ise farklı pH'ya sahip yüksek konsantrasyonlardaki %40 HP (Opalescence Boost PF), %35 HP (Whiteness HP AutoMixx), %35 HP (Whiteness HP Blue) beyazlatma ajanlarının yüzey pürüzlülüğü üzerine olan etkisi incelenmiş, yüksek ya da düşük pH değerlerine sahip jeller arasında anlamlı farklılık bulunmamıştır. Cadenaro ve ark.'nın (272) yaptığı çalışmada ofis tipi beyazlatma ajanlarının diş yüzey pürüzlülüğüne olan etkisi değerlendirilmiş ve nötr pH'ya sahip beyazlatma ajanının minenin yüzey pürüzlülüğünü değiştirmedığı bildirilmiştir.

Çalışmamız da, nötral pH'ya sahip olan tüm çalışma grupları için uygulama öncesi ve sonrası yüzey pürüzlülüğü değerlerinde anlamlı fark bulunmamıştır. Elde ettiğimiz bulgular literatürde yer alan çalışmaların bulgularıyla desteklenmektedir.

Suliman ve ark.'nın (276) yaptığı çalışmada, 30 dakika boyunca %35 HP (Quick White) uygulaması sonrası, yüzey mikrosertlik ölçümleri değerlendirilmiş ve anlamlı fark bulunmamıştır. Bistey ve ark.'nın (277) yaptıkları çalışmada ise mine yüzeyinde meydana gelen yapısal değişikliklerin beyazlatma ajanının konsantrasyonuna ve uygulama süresine bağlı olduğu gösterilmiş, 60 dakikadan daha uzun süre uygulanan yüksek konsantrasyondaki (%30 HP) beyazlatma ajanının minede anlamlı değişikliklere sebep olduğu bildirilmiştir. Çalışmamızda tüm beyazlatma jelleri 45 dk olarak uygulanmış, mikrosertlik ve yüzey pürüzlülüğü değerlerinde anlamlı farklılık bulunmamıştır. Deneysel beyazlatma jelinin, yüksek konsantrasyondaki beyazlatma jelleri ile benzer mikrosertlik ve pürüzlülük değerleri göstermesinin sebebi, taze jel uygulamasının diğer gruplara göre daha fazla sayıda tekrarlanmasından kaynaklandığı düşünülmektedir (283).

Alencar ve ark.'nın (284) yaptığı çalışmada %35'lik HP (White and Brite Advanced) ile beyazlatılan dişlere %5 potasyum nitrat ve %2 sodyum florür uygulanarak mikrosertlik ve yüzey pürüzlülüğü değerlendirilmiştir. Beyazlatma uygulaması sonrası florür ve potasyum nitrat uygulanmasının mikrosertlik ve yüzey pürüzlülüğü değerlerine etki

etmediği tespit edilmiş, bu sonucun florun remineralizasyon etkisinden kaynaklandığı bildirilmiştir. Başka bir çalışmada da %35'lik HP (Whiteness HP) uygulamasından sonra kullanılan florür/ potasyum nitrat içerikli diş macununun, florüre bağlı olarak, mikrosertlik değerlerini arttırdığı, yüzey pürüzlülüğü değerlerini ise azalttığı bildirilmiştir (275). Vieira ve ark.'nın (285) yaptığı çalışmada florür içeren ofis tipi beyazlatma ajanının (Opalescence Boost PF %40 HP) dişlerin mikrosertlik ve yüzey pürüzlülüğü değerleri üzerindeki etkisi değerlendirilmiş, beyazlatma uygulaması sonrası mikrosertlik değerlerinin azaldığı, yüzey pürüzlülüğü değerlerinde ise anlamlı bir değişim olmadığı bildirilmiştir. Torres ve ark.'nın (286) yaptığı çalışmada %35'lik HP beyazlatma jeline florür ilave edilerek minenin mikrosertliği üzerine olan etkisi değerlendirilmiş ve flor ilave edilmeyen beyazlatma jeline göre mikrosertlikte daha az kayıp olduğu bildirilmiştir. Bu bilgiler doğrultusunda çalışmamızda kullanılan, yüksek konsantrasyondaki Opalescence Boost PF %40 HP beyazlatma ajanının, daha düşük konsantrasyondaki ajanlarla benzer mikrosertlik ve yüzey pürüzlülüğü değerleri göstermesi, içeriğindeki sodyum florürle açıklanabilir.

Basting ve ark.'nın (212) yaptığı in vitro çalışmada, karbopolün diş minesinin mikrosertliğinde azalmaya sebep olduğu bildirilmiştir. Bunun aksine Silva ve ark.'nın (274) yaptığı çalışmada, beyazlatma uygulaması sonrası karbopol içeren beyazlatma ajanının kullanıldığı grupla, karbopol içermeyen beyazlatma ajanının kullanıldığı grup arasında mikrosertlik değerleri açısından farklılık tespit edilmemiştir. Rodrigues ve ark.'nın (273) yapmış olduğu in vitro çalışmada karbopol ve poloksamer içeren farklı jeller kullanılmış, yüzey mikrosertliği değerlerinde farklılık bulunmamıştır. Bunun aksine Soldani ve ark.'nın (225) yaptıkları çalışmada beyazlatma ajanları ve kıvam arttırıcı (karbopol ve poloksamer) bileşiklerin minenin mikrosertliği üzerine olan etkisi değerlendirilmiş; uygulama sonrası karbopol ve poloksamer uygulanan gruplarda minenin mikrosertliğini azalttığı bulunmuştur. Literatürdeki çelişkili sonuçlar dâhilinde, çalışmamızda poloksamer içeren Zoom %25 HP ve karbopol içeren Opalescence Boost PF %40 grubunun mikrosertlik ölçümlerinde anlamlı farklılık bulunmamıştır.

Arnaud ve ark.'nın (31) yaptığı çalışmada kitosan uygulanan ve uygulanmayan dişlerin demineralizasyon çözeltilisinde bekletilmesi sonrası, mikrosertlik ölçümlerindeki değişim değerlendirilmiştir. Çalışma sonucuna göre, kitosan uygulanmayan grubun daha yüksek yüzey mikrosertliği gösterdiği bildirilmiştir. Aynı zamanda kitosanın mineden mineral

kaybını inhibe ettiği ve az da olsa remineralizasyonda etkili olduğu bildirilmiştir. Visveswaraiah ve ark.'nın (228) yaptığı in vitro çalışmada, dişler; karyojenik aside, asidik içeceklerle ve %6 HP ile beyazlatmaya tabi tutulduktan sonra, gruptaki örneklerin yarısına 5 gün boyunca kitosan laktat solusyonu uygulanmıştır. Uygulama sonrası minenin mikrosertlik ölçümleri incelendiğinde kitosan laktat solusyonu uygulanan örneklerin diğer örneklerden daha yüksek mikrosertliğe sahip olduğu ve kitosanın demineralizasyonu önlemek için etkili bir materyal olduğu bildirilmiştir. Deneysel beyazlatma jelinin mikrosertlik ve yüzey pürüzlülüğü ölçümleri değerlendirildiğinde başlangıç değerlerine göre minimal değişim tespit edilmiştir. Bu sonuç bize, deneysel jelin içeriğindeki demineralizasyonu inhibe eden kitosan kaynaklı olabileceğini de düşündürmüştür.

Özetle, çalışmamızda tüm gruplar arasında mikrosertlik ve yüzey pürüzlülüğü değerleri açısından anlamlı bir fark bulunmamakla birlikte diş yüzeyinde olumsuz etkiye neden olmadıkları görülmüştür. Bu sonuçların elde edilmesinde; tüm gruplarda optimum çalışma süresinin uygulanması (45 dk), beyazlatma ajanlarının nötral pH'ya sahip olması, Opalacense Boost PF jelinin içeriğinde Sodyum Florür bulunması ve deneysel jelin konsantrasyonunun düşük olmasıyla birlikte kitosan içermesi gibi etkenlere bağlı olduğunu düşünmekteyiz.

Renk değerlendirmesi

L* değeri, materyalin açıklık ya da koyuluğunu gösteren parametredir. Açık renkli cisimler yüksek L* değerlerine sahipken, koyu renkli cisimler düşük L* değerlerine sahiptir. L* değeri; siyah renk için 0, beyaz renk için ise 100 kabul edilir ve arttıkça materyalin rengi açılır, parlaklığı artar (69). Çalışmamızda beyazlatma uygulaması sonrası her üç grupta da L* değeri anlamlı olarak yükselmiş en fazla artış Grup 3'te en az artış ise Grup 2'de görülmüştür.

a* değeri kırmızı-yeşil eksenindeki renk değerini ifade eder. a* değerinin pozitif yöne doğru ilerlemesi nesnenin kırmızılık, negatif yöne doğru kayması da yeşillik derecesinin arttığını gösterir (287, 288). Literatürdeki beyazlatma çalışmalarında a* değerindeki değişikliğin beyazlatmayı çok az oranda etkilediği bildirilmiştir (289, 290). Çalışmamızda a* değerleri beyazlatma uygulamasından sonra tüm gruplarda anlamlı derecede azalmış yani yeşile doğru yaklaşmıştır.

b* değeri mavi-sarı eksenindeki renk değerini ifade eder. b* değerinin pozitif yöne doğru ilerlemesi sarılık, negatif yöne doğru kayması da mavilik derecesinin arttığını gösterir (287). CIE L*a*b* sisteminde beyazlatmanın başarısını gösteren en büyük parametrelerden biri de b* değerinin düşmesi yani maviliğin artarak sarılığın azalmasıdır (290). Çalışmamızda b* değerleri beyazlatma uygulamasından sonra tüm gruplarda anlamlı düzeyde azalmış yani maviye doğru yaklaşmıştır. b* değerlerinde en fazla azalma Grup 3'te en az ise Grup 2'de görülmüştür.

Çalışmamızda renk değişimleri CIE L*a*b* ve CIEDE 2000 formülasyonlarına göre değerlendirilmiş olup iki sistem arasında yüksek düzeyde pozitif korelasyon tespit edilmiştir. Her iki formülasyona göre tüm çalışma gruplarında klinik olarak algılanabilir, etkin bir beyazlatma sağlanmıştır. CIE L*a*b* sistemine göre en yüksek ΔE_{ab} değeri 11.14 ile Grup 3'te (Zoom %25 HP) görülürken en düşük ΔE_{ab} değeri 5.55 ile Grup 2'de (Opalescence Boost PF %40 HP) tespit edilmiştir. CIEDE 2000 sistemine göre de en yüksek ΔE_{00} değeri 6.90 ile Grup 3'te, en düşük ΔE_{00} değeri 3.49 ile Grup 2'de tespit edilmiştir.

Literatürde Zoom %25 HP ve Opalescence Boost PF %40 HP beyazlatma ajanlarının etkinliklerini değerlendiren birçok çalışma mevcut olup, Zoom %25 HP beyazlatma sisteminin daha etkin beyazlatma sağladığı tespit edilmiştir (291-293). Çalışmamızın sonuçları da literatürle uyumlu olup Zoom %25 HP beyazlatma sisteminin etkinliğinin fenton reaksiyonuna dayandığı düşünülmektedir. Zoom jelinin içinde fotokatalizör olarak bulunan ferröz glukonat, HP ile tepkimeye girerek fenton reaksiyonunu oluşturur (294). Bu reaksiyonda Fe^{+2} , HP ile reaksiyona girer, Fe^{+3} ve OH^- radikalleri oluşur. Kullanılan Zoom Advanced Power (350-600 nm) UV ışığı ile de Fe^{+3} , Fe^{+2} 'ye dönüşür ve yine OH^- radikali oluşur (295). Böylece pigmentte büyük molekülerin parçalanmasında etkin rol oynayan OH^- radikalleri iki katına çıkmış olur (296). Sonuçta daha fazla serbest radikal oluşturularak etkin beyazlatma sağlanmış olur.

Dias ve ark.'nın (297) yaptıkları in vivo çalışmada %35 HP ve N-TiO₂/ %6 HP beyazlatma ajanları hastalara uygulanmış; N-TiO₂/ %6 HP beyazlatma ajanının çok daha düşük diş hassasiyeti gösterdiği ve yüksek konsantrasyondaki %35 HP'den daha fazla etkinlik gösterdiği bildirilmiştir. Martin ve ark.'nın (298) yaptıkları split-mouth in vivo çalışmada hastaların üst sağ çenedeki dişlere %35 HP, üst sol çenedeki dişlere ise

N-TiO₂/ %6 HP kullanılmıştır. %35 HP grubunun ΔE'si 7.98, N-TiO₂/ %6 HP grubunun ΔE'si ise 5.57 olarak hesaplanmıştır. Bu sebeple her iki tedavinin de etkin beyazlatma gösterdiği, N-TiO₂/ %6 HP'nin diş beyazlatma tedavisi için etkili olduğu ve daha az yan etki ile iyi klinik sonuçlara ulaşabildiği bildirilmiştir. Sakai ve ark.'nın (299) yaptıkları çalışmada TiO₂ ve %3.5 HP'den oluşan beyazlatma ajanı 405 nm diyet lazerle aktive edilerek, beyazlatma etkinliği değerlendirilmiş ve etkin beyazlama sağlanmıştır. Cuppini ve ark.'nın (218) yaptığı çalışmada AEROXIDE® TiO₂ P25 kullanılmış; %35 HP 45 dk, %35 HP + TiO₂ ve %6 HP + TiO₂ beyazlatma ajanları 15 dk LED ışık kaynağı (440-480 nm) ile aktive edilerek karşılaştırılmıştır. %35 HP + TiO₂ grubu daha kısa süre uygulanmasına rağmen, %35 HP grubuyla benzer beyazlatma etkinliği göstermiştir. Aynı zamanda beyazlatma jellerine TiO₂ ilavesinin reaksiyonu hızlandırıp süreyi kısalttığı bildirilmiştir. Bu veriler çalışmamızın sonuçlarını desteklemektedir. Ancak çalışmada; %6 HP + TiO₂ grubu en düşük renk değişim değeri göstererek, %35 HP - 45 dk grubuyla anlamlı farklılık göstermiştir. Çalışma dâhilinde bu grupta kullanılan ajanın sahip olduğu düşük konsantrasyonun ve kısa temas süresinin bu sonuca sebep olduğu bildirilmiştir. Bu durum sonuçlarımızla uyumlu değil gibi görünse de, bu farkın jelin yenilenme sayısının fazla olması ve içeriğindeki kitosandan kaynaklandığını düşünmekteyiz.

Düşük konsantrasyonda HP içeren deneysel jelin, yüksek konsantrasyondaki Opalescence Boost PF beyazlatma ajanından daha yüksek etkinlik göstermesi şu şekilde açıklanabilir;

TiO₂'nin minede yüksek oranda bulunan kalsiyum elementine karşı yüksek afinitesi bulunmaktadır (300). Deneysel beyazlatma jelinde bulunan TiO₂'nin uygun ışık kaynağı ile aktive edilmesi (117, 118) sonucu reaksiyon hızlanmış, taze jel uygulama sayısının fazla olması (277, 301) ile serbest radikal üretimi artmış, kitosanın HP stabilizasyonu (302, 303) ile etkin beyazlatma sağlanmış olabilir. Dahası kitosanın mukoadesiv yapısı ve hidrofilikliği artırıcı özellikleri, maddelerin temas açısını azaltmasına ve maddenin ıslanabilirliğinin artmasına sebebiyet verir (304, 305). Bu durum HP'nin dişe nüfuzunu arttırmış olabilir.

Literatürde, diş hekimliği ve tıp gibi birçok alanda kullanılan kitosan ve TiO₂ nanopartiküllerinin, beyazlatma uygulaması için birlikte kullanımı ile ilgili herhangi bir çalışmaya rastlanmamış olup yaptığımız tez bu konudaki ilk çalışmadır.

Mevcut çalışmanın sınırlamaları dâhilinde, kitosan ve TiO₂ nanopartiküllerinin diş beyazlatma üzerinde ilave etkiye sahip olduğu tespit edilmiştir. Bu nanopartiküller, klinisyenlere beyazlatma tedavileri için, daha düşük HP konsantrasyonları kullanabilme ve istenmeyen yan etkilerden kaçınma gibi pozitif sonuçlar sağlayabilir.

Çalışmada kitosanın kıvam arttırma, taşıyıcı olma, biyoadeziv, antioksidan ve antimikrobiyal etkileri kullanılmak üzere beyazlatma ajanları içeriğindeki sentetik polimerlere alternatif sunulmuştur. Çalışma sonuçlarına göre, hava ile temasa geçtiğinde kendiliğinden bozulan HP'ye doğal bir polimer olan kitosanın ilave edilmesi ile diş ortama salınımı engellenmiş, aynı zamanda jelin diş yüzeyine adezyonunu arttırdığı düşünülmüştür. Bu sayede beyazlatma etkinliği adına düşük HP konsantrasyonuyla yüksek verimlilik sağlanmıştır. TiO₂ sayesinde ise diş minesinin yapısını oluşturan hidroksiapatit kristalleri ile jel arasındaki reaksiyonun hızlanması sağlanmış, bu sayede beyazlatma süresi kısaltılmış, etkinliği ve jelin dişe penetrasyonu arttırılmıştır.

Bu çalışmanın sınırlamaları; deneysel jelin in vitro şartlarda değerlendirilmiş olmasıdır. TiO₂/ kitosan ve HP kombinasyonları için belirtilen etkinliği doğrulamak için daha fazla in vitro ve in vivo çalışmalara ihtiyaç vardır.

Bu çalışmada yeni geliştirilen düşük konsantrasyonlu beyazlatma jeli (TiO₂/ Kitosan/ %6 HP), yüksek konsantrasyonlu “Opalescence Boost PF %40” ve güçlendirilmiş beyazlatma sistemi olarak tanımlanan %25 HP jeli içeren “Zoom Advanced Power” ofis tipi beyazlatma sistemleriyle karşılaştırılmış; diş yüzey pürüzlülüğüne, mikrosertliğine ve renk değişimine olan etkileri değerlendirilmiştir. Çalışmanın sınırlamaları dâhilinde elde edilen sonuçlar aşağıda sıralanmıştır.

- Beyazlatma prosedürü öncesi ve sonrası yüzey pürüzlülüğü değerleri karşılaştırıldığında tüm gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamış ancak tüm grupların beyazlatma prosedürü sonrası pürüzlülük değerleri artmıştır. En fazla artış Opalescence Boost PF (%40 HP) grubunda

görülürken, en az artış deneysel jel (TiO₂/ Kitosan/ %6 HP) grubunda tespit edilmiştir.

- Beyazlatma prosedürü öncesi ve sonrası mikrosertlik değerleri karşılaştırıldığında tüm gruplarda istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamış ancak tüm grupların beyazlatma prosedürü sonrası mikrosertlik değerleri azalmıştır. En fazla azalma Opalescence Boost PF (%40 HP) grubunda görülürken, en az azalma ise deneysel jel (TiO₂/ Kitosan/ %6 HP) grubunda tespit edilmiştir.
- Tüm grupların CIE L*a*b* ve CIEDE 2000 formülleri ile hesaplanan renk değişimleri (ΔE) arasında yüksek düzeyde pozitif korelasyon tespit edilmiştir.
- Zoom %25 HP ile deneysel jel (TiO₂/ Kitosan/ %6 HP) benzer beyazlatma etkinliği gösterirken Opalescence Boost %40 PF grubundaki renk değişim değerleri istatistiksel olarak farklıydı. Renk değişim değerleri (ΔE_{ab} ve ΔE_{00}) en fazla Zoom %25 HP, en az ise Opalescence Boost %40 PF grubunda görülmüştür.
- Yüzey pürüzlülüğü, mikrosertliği ve beyazlatma etkinliği kar-zarar ilişkisi dâhilinde değerlendirildiğinde en iyi sonuçlar deneysel jel (TiO₂/ Kitosan/ %6 HP) grubundan elde edilmiştir.

6. KAYNAKLAR

1. Beun S, Glorieux T, Devaux J, Vreven J, Leloup G. Characterization of nanofilled compared to universal and microfilled composites. *Dent Mater.* 2007;23(1):51-59.
2. Stein PS, Sullivan J, Haubenreich JE, Osborne PB. Composite resin in medicine and dentistry. *J Long Term Eff Med Implants.* 2005;15(6).
3. Arens D. The role of bleaching in esthetics. *Dent Clin North Am.* 1989;33(2):319-336.
4. Haywood VB, Heymann HO. Nightguard vital bleaching: how safe is it? *Quintessence Int.* 1991;22(7).
5. Dadoun M, Bartlett D. Safety issues when using carbamide peroxide to bleach vital teeth--a review of the literature. *Eur J Prosthodont Restor Dent.* 2003;11(1):9-13.
6. 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.
7. Sulieman M. An overview of bleaching techniques: 2. Night Guard Vital Bleaching and non-vital bleaching. *Dental update.* 2005;32(1):39-46.
8. Haywood VB. History, safety, and effectiveness of current bleaching techniques and applications of the nightguard vital bleaching technique. *Quintessence int.* 1992;23(7):471-488.
9. Haywood VB. Nightguard vital bleaching. *Quintessence Int.* 1989;20:173-176.
10. Sulieman M, Addy M, Macdonald E, Rees J. The bleaching depth of a 35% hydrogen peroxide based in-office product: a study in vitro. *J Dent.* 2005;33(1):33-40.
11. Dahl J, Pallesen U. Tooth bleaching—a critical review of the biological aspects. *Crit Rev Oral Biol Med.* 2003;14(4):292-304.
12. Oktay E. Farklı vital beyazlatma sistemlerinin diş rengi üzerine etkilerinin klinik olarak karşılaştırılması. Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü: Doktora Tezi, 2006, Ankara; 2006.
13. Rotstein I, Lehr Z, Gedalia I. Effect of bleaching agents on inorganic components of human dentin and cementum. *J Endod.* 1992;18(6):290-293.

14. Yıldırım A. İntakt ve Adrenalektomili Sıçanların Eritrosit ve Mide Dokularında Oksidan ve Antioksidan Parametrelerin Araştırılması. Atatürk Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Biyokimya Anabilim Dalı, Uzmanlık Tezi, Erzurum. 2003.
15. Cohen SC, Chase C. Human pulpal response to bleaching procedures on vital teeth. *J Endod.* 1979;5(5):134-138.
16. AM Sulieman M. An overview of tooth-bleaching techniques: chemistry, safety and efficacy. *Periodontology* 2000. 2008;48(1):148-169.
17. GARBER DA. Dentist-monitored bleaching: a discussion of combination and laser bleaching. *J Am Dent Assoc.* 1997;128:26S-30S.
18. Lee C. Effect of bleaching on microhardness, morphology, and color of enamel. *Gen Dent.* 1995;43:158-160.
19. Directive C. 84/EU. Official Journal of the European Union (OJEU). 2011;2011:36-38.
20. Buchalla W, Attin T. External bleaching therapy with activation by heat, light or laser—a systematic review. *Dent Mater.* 2007;23(5):586-596.
21. Fujishima A, Honda K. Electrochemical photolysis of water at a semiconductor electrode. *nature.* 1972;238(5358):37.
22. Hashimoto K, Irie H, Fujishima A. TiO₂ photocatalysis: a historical overview and future prospects. *Jpn J Appl Phys.* 2005;44(12R):8269.
23. Nonami T. Bleaching of TiO₂ photocatalyst: Part 1. Color alteration and microstructural changes by bleaching. *Jpn J Conserv Dent.* 2001;44:37-43.
24. Suemori T, Kato J, Nakazawa T, Akashi G, Igarashi A, Hirai Y, Kumagai Y, Kurata H. Effects of light irradiation on bleaching by a 3.5% hydrogen peroxide solution containing titanium dioxide. *Laser Phys Lett.* 2008;5(5):379.
25. Gallagher RP, Lee TK. Adverse effects of ultraviolet radiation: a brief review. *Prog Biophys Mol Biol.* 2006;92(1):119-131.
26. Brenneisen P, Sies H, Scharffetter-Kochanek K. Ultraviolet-B irradiation and matrix metalloproteinases: from induction via signaling to initial events. *Ann N Y Acad Sci.* 2002;973(1):31-43.
27. Rinaudo M. Chitin and chitosan: properties and applications. *Prog Polym Sci.* 2006;31(7):603-632.
28. Hamman JH. Chitosan based polyelectrolyte complexes as potential carrier materials in drug delivery systems. *Mar Drugs.* 2010;8(4):1305-1322.

29. Feng Y, Xia W. Preparation, characterization and antibacterial activity of water-soluble O-fumaryl-chitosan. *Carbohydr Polym.* 2011;83(3):1169-1173.
30. Sano H, Shibasaki K-I, Matsukubo T, Takaesu Y. Effect of chitosan rinsing on reduction of dental plaque formation. *Bull Tokyo Dent Coll.* 2003;44(1):9-16.
31. Arnaud TMS, de Barros Neto B, Diniz FB. Chitosan effect on dental enamel de-mineralization: an in vitro evaluation. *J Dent.* 2010;38(11):848-852.
32. Murugan R, Ramakrishna S. Bioresorbable composite bone paste using polysaccharide based nano hydroxyapatite. *Biomaterials.* 2004;25(17):3829-3835.
33. Tanodekaew S, Prasitsilp M, Swasdison S, Thavornnyutikarn B, Pothsree T, Pateepasen R. Preparation of acrylic grafted chitin for wound dressing application. *Biomaterials.* 2004;25(7-8):1453-1460.
34. Maia R, Franco L, Stamford T, Fukushima K, Porto A, Campos-Takaki G. Chitin produced by *Cunninghamella elegans* (IFM 46109) and applied to wound healing. *Asian Chitin Journal.* 2006;2:11-20.
35. Ma Q, al-rimawi HS. dental discoloration: an overview. *J Esthet Dent.* 1999;11(6):291-310.
36. Freedman GA. *Contemporary esthetic dentistry*: Elsevier Health Sciences; 2011.
37. Torabinejad M, Walton RE. *Principles and practice of endodontics*: Saunders Philadelphia; 2002.
38. Önal B. Restoratif Dişhekimliğinde Maddeler ve Uygulamaları. Ege Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Yayınları, İzmir. 2004.
39. Andreasen F, Sewerin I, Mandel U, Andreasen J. Radiographic assessment of simulated root resorption cavities. *Dent Traumatol.* 1987;3(1):21-27.
40. Faunce F. Management of discolored teeth. *Dent Clin North Am.* 1983;27(4):657.
41. Davis MC, Walton RE, Rivera EM. Sealer distribution in coronal dentin. *J Endod.* 2002;28(6):464-466.
42. Rotstein I, Li Y. Tooth discoloration and bleaching. *Endodontics 5th ed* Hamilton, Ontario, Canada: BC Decker Inc. 2002:845-860.
43. Watts A, Addy M. Tooth discoloration and staining: tooth discoloration and staining: a review of the literature. *Br Dent J.* 2001;190(6):309.
44. Swift Jr EJ. A method for bleaching discolored vital teeth. *Quintessence Int.* 1988;19:607-612.

45. Moffitt JM, Cooley RO, Olsen NH, Hefferren JJ. Prediction of tetracycline-induced tooth discoloration. *J Am Dent Assoc.* 1974;88(3):547-552.
46. Van der Bijl P, Pitigoi-Aron G. Tetracyclines and calcified tissues. *Ann Dent.* 1995;54(1-2):69.
47. Jordan RE, Boksman L. Conservative vital bleaching treatment of discolored dentition. *Compend Contin Educ Dent.* 1984;5(10):803-805, 807.
48. Feinman RA, Goldstein RE, Garber DA. *Bleaching teeth: Quint Pub; 1987.*
49. Murrin J, Barkmeier WW. Chemical treatment of endemic dental fluorosis. *Quintessence Int.* 1982;13(3):363-369.
50. Murchison D, Charlton D, Moore B. Carbamide peroxide bleaching: Effects on enamel surface hardness and bonding. *Oper Dent.* 1992;17(5):181-185.
51. Witkop Jr C. Amelogenesis imperfecta, dentinogenesis imperfecta and dentin dysplasia revisited: problems in classification. *J Oral Pathol Med.* 1988;17(9-10):547-553.
52. Gülhan A, Pedodonti İ. Basımevi ve Film Merkezi. İstanbul; 1994.
53. Freedman GA. *Contemporary Esthetic Dentistry-E-Book: Elsevier Health Sciences; 2011.*
54. Ingle JI. *Ingle's endodontics 6: PMPH-USA; 2008.*
55. Çalışkan M. "Endodonti'de Tanı ve Tedaviler". Nobel Tıp Kitabevleri, İzmir. 2006(s 284):285.
56. Fayle SA, Pollard MA. Congenital erythropoietic porphyria--Oral manifestations and dental treatment in childhood: A case report. *Quintessence Int.* 1994;25(8).
57. Çalışkan MK. *Endodontide tanı ve tedaviler: Nobel Tıp Kitabevleri; 2006.*
58. Alaçam T. *Endodonti ANKARA, Şafak Matbaacılık San. Tic Ltd Şti. 2000.*
59. Sulieman M. An overview of bleaching techniques: 3. In-surgery or power bleaching. *Dental update.* 2005;32(2):101-108.
60. Scannapieco FA, Levine MJ. Saliva and dental pellicles. *Contemporary periodontics.* 1990:117-125.
61. Brewer JD, Wee A, Seghi R. Advances in color matching. *Dent Clin North Am.* 2004;48(2):v, 341-358.
62. Keyf F, Uzun G, Altunsoy S. Diş hekimliğinde renk seçimi. *Hacettepe Diş Hek Fak Derg.* 2009;33(4):52-58.

63. Culpepper WD. A comparative study of shade-matching procedures. *J Prosthet Dent.* 1970;24(2):166-173.
64. Paravina RD. *Esthetic color training in dentistry*: Mosby; 2004.
65. Chung K-h. Effects of finishing and polishing procedures on the surface texture of resin composites. *Dent Mater.* 1994;10(5):325-330.
66. Chu SJ, Devigus A, Mieleszko AJ. *Fundamentals of color: shade matching and communication in esthetic dentistry*: Quint Pub; 2004.
67. Yuan JC-C, Brewer JD, Monaco Jr EA, Davis EL. Defining a natural tooth color space based on a 3-dimensional shade system. *The J Prosthet Dent.* 2007;98(2):110-119.
68. Önal B, Recen D, Türkün LŞ. Restoratif Diş Hekimliğinde Renk Seçimi. *Türkiye Klinikleri J Restor Dent.-Special Topics.* 2015;1(3):21-27.
69. Joiner A. Tooth colour: a review of the literature. *J Dent.* 2004;32:3-12.
70. Guler AU, Kurt S, Kulunk T. Effects of various finishing procedures on the staining of provisional restorative materials. *The J Prosthet Dent.* 2005;93(5):453-458.
71. Seghi RR, Johnston WM, O'brien W. Spectrophotometric analysis of color differences between porcelain systems. *J Prosthet Dent.* 1986;56(1):35-40.
72. Karamouzos A, Papadopoulos M, Kolokithas G, Athanasiou A. Precision of in vivo spectrophotometric colour evaluation of natural teeth. *J Oral Rehabil.* 2007;34(8):613-621.
73. Seghi R, Denry I. Effects of external bleaching on indentation and abrasion characteristics of human enamel in vitro. *J Dent Res.* 1992;71(6):1340-1344.
74. Braun A, Jepsen S, Krause F. Spectrophotometric and visual evaluation of vital tooth bleaching employing different carbamide peroxide concentrations. *Dent Mater.* 2007;23(2):165-169.
75. Paul S, Peter A, Pietrobon N, Hämmerle C. Visual and spectrophotometric shade analysis of human teeth. *J Dent Res.* 2002;81(8):578-582.
76. del Mar PÉREZ M, Saleh A, Yebra A, Pulgar R. Study of the variation between CIELAB ΔE^* and CIEDE2000 color-differences of resin composites. *Dent Mater J.* 2007;26(1):21-28.
77. Ghinea R, Pérez MM, Herrera LJ, Rivas MJ, Yebra A, Paravina RD. Color difference thresholds in dental ceramics. *J Dent.* 2010;38:e57-e64.

78. Browning WD, Contreras-Bulnes R, Brackett MG, Brackett WW. Color differences: polymerized composite and corresponding Vitapan Classical shade tab. *J Dent.* 2009;37:e34-e39.
79. Paravina RD, Ghinea R, Herrera LJ, Bona AD, Igiel C, Linninger M, Sakai M, Takahashi H, Tashkandi E, Mar Perez Md. Color difference thresholds in dentistry. *J Esthet Restor Dent.* 2015;27:S1-S9.
80. Van der Burgt T, Ten Bosch J, Borsboom P, Kortsmit W. A comparison of new and conventional methods for quantification of tooth color. *The J Prosthet Dent.* 1990;63(2):155-162.
81. Pensler A. Shade selection: problems and solutions. *Compend Contin Educ Dent.* (Jamesburg, NJ: 1995). 1998;19(4):387-390, 392-384, 396; quiz 398.
82. McPhee E. Light and color in dentistry. Part I--Nature and perception. *J Mich Dent Assoc.* 1978;60(11):565.
83. Keyf F, Uzun G, Altunsoy S. Choice of Color in Dentistry. *Hacettepe Dis Hekimligi Fakultesi Dergisi.* 2009;33:52-58.
84. Khurana R, Tredwin C, Weisbloom M, Moles D. A clinical evaluation of the individual repeatability of three commercially available colour measuring devices. *Br Dent J.* 2007;203(12):675.
85. Schilke R, Lisson JA, Bauß O, Geurtsen W. Comparison of the number and diameter of dentinal tubules in human and bovine dentine by scanning electron microscopic investigation. *Arch Oral Biol.* 2000;45(5):355-361.
86. Ishikawa-Nagai S, Ishibashi K, Tsuruta O, Weber H-P. Reproducibility of tooth color gradation using a computer color-matching technique applied to ceramic restorations. *The J Prosthet Dent.* 2005;93(2):129-137.
87. Eroğlu E, Küçükeşmen HC, Uluhan B. SD Ü. Diş Hekimligi Fakültesi Protetik Diş Tedavisi Kliniğine Müracaat Eden Hastaların Diş Rengi Dağılımının Saptanması. *SDÜ Tıp Fakültesi Dergisi.* 2007;14(2).
88. Avery TE, Berlin GL. *Fundamentals of remote sensing and airphoto interpretation:* Macmillan New York; 1992.
89. Doğan Da, Yüzügüllü B. Renk seçiminde güncel teknolojik gelişmeler. *Atatürk Üniversitesi Diş Hekimligi Fakültesi Dergisi.* 2011(4):65-72.

90. Hassel AJ, Grossmann A-C, Schmitter M, Balke Z, Buzello AM. Interexaminer reliability in clinical measurement of L* C* h* values of anterior teeth using a spectrophotometer. *Int J Prosthodont.* 2007;20(1).
91. Okubo SR, Kanawati A, Richards MW, Childress S. Evaluation of visual and instrument shade matching. *The J Prosthet Dent.* 1998;80(6):642-648.
92. Tung FF, Goldstein GR, Jang S, Hittelman E. The repeatability of an intraoral dental colorimeter. *The J Prosthet Dent.* 2002;88(6):585-590.
93. Trakyalı G. Diş rengi belirlenmesinde kullanılan yöntemler. 2013.
94. Lath D, Wildgoose D, Guan Y, Lilley T, Smith R, Brook A. A digital image analysis system for the assessment of tooth whiteness compared to visual shade matching. *J Clin Dent.* 2007;18(1):17-20.
95. Wee AG, Monaghan P, Johnston WM. Variation in color between intended matched shade and fabricated shade of dental porcelain. *The J Prosthet Dent.* 2002;87(6):657-666.
96. Joiner A. The bleaching of teeth: a review of the literature. *J Dent.* 2006;34(7):412-419.
97. Albers H. Lightening natural teeth. *ADEPT report.* 1991;2(1):1-24.
98. TE. A. Dişlerin Ağartılması (Bleaching). Ankara: Şafak Matbaacılık San. Tic. Ltd. Şti; 2000.
99. Koruk Agddc, Kirzioğlu Z. Çocuklar Ve Gençlerde Diş Beyazlatma İşlemlerine Yaklaşım–Derleme. *Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi.* 2010;2010(3):44-53.
100. Gimeno I, Riutord P, Tauler P, Tur JA, Pons A. The whitening effect of enzymatic bleaching on tetracycline. *J Dent.* 2008;36(10):795-800.
101. Goldstein RE, Garber DA. *Complete dental bleaching: Quintessence Publishing (IL); 1995.*
102. McEvoy S. Chemical agents for removing intrinsic stains form vital teeth. II. Current techniques and their clinical application. *Quintessence Int.* 1989;20:379-384.
103. Greenwall L. *Bleaching techniques in restorative dentistry: An illustrated guide.* London: Martin Dunitz; 2005.
104. Matis BA, Mousa HN, Cochran MA, Eckert GJ. Clinical evaluation of bleaching agents of different concentrations. *Quintessence Int.* 2000;31(5).

- 105.Greenwall L. Bleaching techniques in restorative dentistry: An illustrated guide: CRC Press; 2001.
- 106.Alqahtani MQ. Tooth-bleaching procedures and their controversial effects: A literature review. Saudi Dent J. 2014;26(2):33-46.
- 107.Barksdale J. Titanium: its occurrence, chemistry, and technology. 1949.
- 108.Di Paola A, Garcia-López E, Ikeda S, Marci G, Ohtani B, Palmisano L. Photocatalytic degradation of organic compounds in aqueous systems by transition metal doped polycrystalline TiO₂. Catalysis Today. 2002;75(1-4):87-93.
- 109.Fujishima A, Rao TN, Tryk DA. Titanium dioxide photocatalysis. J. Photochem. Photobiol. C 2000;1(1):1-21.
- 110.Klosek S, Raftery D. Visible light driven V-doped TiO₂ photocatalyst and its photooxidation of ethanol. J Phys Chem B. 2001;105(14):2815-2819.
- 111.Diwald O, Thompson TL, Zubkov T, Goralski EG, Walck SD, Yates JT. Photochemical activity of nitrogen-doped rutile TiO₂ in visible light. J Phys Chem B. 2004;108(19):6004-6008.
- 112.Smyth J. Mineral Structure and Property Data TiO₂ Group. University of Colorado; 1997.
- 113.Grimes CA, Mor GK. TiO₂ nanotube arrays: synthesis, properties, and applications: Springer Science & Business Media; 2009.
- 114.Mathews T, Antony RP. Titania nano-architectures for energy. Thin Film Structures in Energy Applications: Springer; 2015. p. 129-165.
- 115.Bilgin K. Boron doped titanium dioxide nanotube arrays: production, characterization and photocatalytic properties 2016.
- 116.Li M, Sheu D. Influences of Preparation Conditions on Bactericidal Efficacy of TiO₂ Containing Coating: MS Thesis. Tatung University, Zhongshan, Taipei, Taiwan; 2004.
- 117.Hurum DC, Agrios AG, Gray KA, Rajh T, Thurnauer MC. Explaining the enhanced photocatalytic activity of Degussa P25 mixed-phase TiO₂ using EPR. J Phys Chem B. 2003;107(19):4545-4549.
- 118.Yu J, Yu H, Cheng B, Zhou M, Zhao X. Enhanced photocatalytic activity of TiO₂ powder (P25) by hydrothermal treatment. J Mol Catal A Chem. 2006;253(1-2):112-118.

- 119.Malafaya PB, Silva GA, Reis RL. Natural–origin polymers as carriers and scaffolds for biomolecules and cell delivery in tissue engineering applications. *Adv Drug Deliv Rev.* 2007;59(4-5):207-233.
- 120.Merzendorfer H. The cellular basis of chitin synthesis in fungi and insects: common principles and differences. *Eur J Cell Biol.* 2011;90(9):759-769.
- 121.Younes I, Rinaudo M. Chitin and chitosan preparation from marine sources. Structure, properties and applications. *Marine drugs.* 2015;13(3):1133-1174.
- 122.Ahsan SM, Thomas M, Reddy KK, Sooraparaju SG, Asthana A, Bhatnagar I. Chitosan as biomaterial in drug delivery and tissue engineering. *Int J Biol Macromol.* 2018;110:97-109.
- 123.Martínez-Ruvalcaba A, Chornet E, Rodrigue D. Viscoelastic properties of dispersed chitosan/xanthan hydrogels. *Carbohydr Polym.* 2007;67(4):586-595.
- 124.Bostan K, Aldemir T, Aydın A. Kitosan ve antimikrobiyal aktivitesi. *Türk Mikrobiyoloji Cemiyeti Dergisi.* 2007;37(2):118-127.
- 125.Burkhanova N, Yugai S, Pulatova KP, Nikonovich G, Milusheva RY, Voropaeva N, Rashidova SS. Structural investigations of chitin and its deacetylation products. *Chem Nat Compd.* 2000;36(4):352-355.
- 126.Kristl J, Šmid-Korbar J, Štruc E, Schara M, Rupprecht H. Hydrocolloids and gels of chitosan as drug carriers. *Int J Pharm.* 1993;99(1):13-19.
- 127.Azevedo V, Chaves S, Bezerra D, Lia Fook M, Costa A. Quitina e Quitosana: aplicações como biomateriais. *Revista eletrônica de Materiais e processos.* 2007;2(3):27-34.
- 128.De Carvalho M, Stamford TCM, Pereira E, Dos Santos P, Sampaio F. Chitosan as an oral antimicrobial agent. *Formatex.* 2011;2012(1):13.
- 129.Tarsi R, Muzzarelli R, Guzman C, Pruzzo C. Inhibition of *Streptococcus mutans* adsorption to hydroxyapatite by low-molecular-weight chitosans. *J Dent Res.* 1997;76(2):665-672.
- 130.Pasquantonio G, Greco C, Prenna M, Ripa C, Vitali L, Petrelli D, Di Luca M, Ripa S. Antibacterial activity and anti-biofilm effect of chitosan against strains of *Streptococcus mutans* isolated in dental plaque. *Int J Immunopathol Pharmacol.* 2008;21(4):993-997.
- 131.Marsh P, Bradshaw D. Microbiological effects of new agents in dentifrices for plaque control. *Int Dent J.* 1993;43(4 Suppl 1):399-406.

132. Cwikla SJ, Bélanger M, Giguère S, Progulske-Fox A, Vertucci FJ. Dentinal tubule disinfection using three calcium hydroxide formulations. *J Endod.* 2005;31(1):50-52.
133. Zafar MS, Ahmed N. Nanomechanical characterization of exfoliated and retained deciduous incisors. *Technol Health Care.* 2014;22(6):785-793.
134. Zafar MS, Ahmed N. The effects of acid etching time on surface mechanical properties of dental hard tissues. *Dent Mater J.* 2015:2014-2083.
135. Ruan Q, Zhang Y, Yang X, Nutt S, Moradian-Oldak J. An amelogenin–chitosan matrix promotes assembly of an enamel-like layer with a dense interface. *Acta biomaterialia.* 2013;9(7):7289-7297.
136. Ozalp S, Tulunoglu O. SEM–EDX analysis of brushing abrasion of chitosan and propolis based toothpastes on sound and artificial carious primary enamel surfaces. *Int J Paediatr Dent.* 2014;24(5):349-357.
137. Park YJ, Lee YM, Park SN, Sheen SY, Chung CP, Lee SJ. Platelet derived growth factor releasing chitosan sponge for periodontal bone regeneration. *Biomaterials.* 2000;21(2):153-159.
138. Klokkevold PR. Current status of dental implants: a periodontal perspective. 2000.
139. Lee YM, Park YJ, Lee SJ, Ku Y, Han SB, Klokkevold PR, Choi SM, Chung CP. Tissue engineered bone formation using chitosan/tricalcium phosphate sponges. *J Periodontol.* 2000;71(3):410-417.
140. Hurt A, Getti G, Coleman N. Bioactivity and biocompatibility of a chitosan–tobermorite composite membrane for guided tissue regeneration. *Int J Biol Macromol.* 2014;64:11-16.
141. Muzzarelli C, Muzzarelli RA. Natural and artificial chitosan–inorganic composites. *J Inorg Biochem.* 2002;92(2):89-94.
142. St. Denis TG, Dai T, Huang YY, Hamblin MR. Wound-Healing Properties of Chitosan and Its Use in Wound Dressing Biopharmaceuticals. *Chitosan-Based Systems for Biopharmaceuticals: Delivery, Targeting and Polymer Therapeutics.* 2012:429-450.
143. Tavararia FK, Costa EM, Pina-Vaz I, Carvalho MF, Pintado MM. Chitosan as a dental biomaterial: state of the art. *Revista Brasileira de Engenharia Biomédica.* 2013;29(1):110-120.

- 144.Park JS, Choi SH, Moon IS, Cho KS, Chai JK, Kim CK. Eight-week histological analysis on the effect of chitosan on surgically created one-wall intrabony defects in beagle dogs. *J Clin Periodontol*. 2003;30(5):443-453.
- 145.Fathi P, Sikorski M, Christodoulides K, Langan K, Choi YS, Titcomb M, Ghodasara A, Wonodi O, Thaker H, Vural M. Zeolite-loaded alginate-chitosan hydrogel beads as a topical hemostat. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater*. 2018;106(5):1662-1671.
- 146.Pozza M, Millner RW. Celox (chitosan) for haemostasis in massive traumatic bleeding: experience in Afghanistan. *Eur J Emerg Med*. 2011;18(1):31-33.
- 147.Tavaria FK, Costa EM, Pina-Vaz I, Carvalho MF, Pintado MM. A quitosana como biomaterial odontológico: estado da arte. *Revista Brasileira de Engenharia Biomédica*. 2013;29(1):110-120.
- 148.Fujiwara M, Hayashi Y, Ohara N. Inhibitory effect of water-soluble chitosan on growth of *Streptococcus mutans*. *New Microbiol*. 2004;27(1):83-86.
- 149.Choi B-K, Kim K-Y, Yoo Y-J, Oh S-J, Choi J-H, Kim C-Y. In vitro antimicrobial activity of a chitooligosaccharide mixture against *Actinobacillus actinomycetemcomitans* and *Streptococcus mutans*. *Int J Antimicrob Agents*. 2001;18(6):553-557.
- 150.Ikinci G, Şenel S, Akıncıbay H, Kaş S, Erciş S, Wilson C, Hıncal A. Effect of chitosan on a periodontal pathogen *Porphyromonas gingivalis*. *Int J Pharm*. 2002;235(1-2):121-127.
- 151.Shigemasa Y, Minami S. Applications of chitin and chitosan for biomaterials. *Biotechnol Genet Eng Rev*. 1996;13(1):383-420.
- 152.Singla A, Chawla M. Chitosan: Some pharmaceutical and biological aspects-an update. *J Pharm Pharmacol*. 2001;53(8):1047-1067.
- 153.de Paz LEC, Resin A, Howard KA, Sutherland DS, Wejse PL. Antimicrobial effect of chitosan nanoparticles on *Streptococcus mutans* biofilms. *Appl Environ Microbiol*. 2011;77(11):3892-3895.
- 154.Tarsi R, Corbin B, Pruzzo C, Muzzarelli R. Effect of low-molecular-weight chitosans on the adhesive properties of oral streptococci. *Oral Microbiol Immunol*. 1998;13(4):217-224.
- 155.Sorensen JA, Martinoff JT. Intracoronary reinforcement and coronal coverage: a study of endodontically treated teeth. *J Prosthet Dent*. 1984;51(6):780-784.

- 156.Sorensen JA, Martinoff JT. Intracoronal reinforcement and coronal coverage: a study of endodontically treated teeth. *The J Prosthet Dent.* 1984;51(6):780-784.
- 157.Sulieman M. An overview of bleaching techniques :2.nightguard vital bleaching and non-vital Bleaching. *Dental update.* 2005;32(2):39-46.
- 158.Ş Ç. Vital ve devital dişlerin beyazlatma yöntemleri Ankara: Ankara Dho Yayinlari; 1997.
- 159.Keçeci D. Devital dişlerin intrakoronal ağartmasında kullanılan iki farklı materyalin klinik etkinliğinin karşılaştırılması. *SDÜ Tıp Fakültesi Dergisi.*13(3):4-8.
- 160.Rotstein I, Mor C, Friedman S. Prognosis of intracoronal bleaching with sodium perborate preparations in vitro: 1-year study. *J Endod.* 1993;19(1):10-12.
- 161.Settembrini L, Gultz J, Kaim J, Scherer W. A technique for bleaching nonvital teeth: inside/outside bleaching. *J Am Dent Assoc.* 1997;128(9):1283-1284.
- 162.Williams HA, Rueggeberg FA, Meister LW. Bleaching the natural dentition to match the color of existing restorations. *Quintessence Int.* 1992;23(10).
- 163.Kısacık FÖ, Keçeci AD, Adanır N. Vital ağartma tedavilerinde başarının ve renk stabilitesinin ölçülmesi. *SDU Journal of Health Science Institute/SDÜ Sağlık Bilimleri Enstitüsü Dergisi.* 2012;3(2).
- 164.Koruk A, Kirzioğlu Z. Çocuklar Ve Gençlerde Diş Beyazlatma İşlemlerine Yaklaşım 8211; Derleme. *Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi.* 2010;2010(3).
- 165.Sheets C, Paquette J, Wright R. Tooth-whitening modalities for pulpless and discolored teeth. *Pathways of the Pulp, 8th Edition, Mosby, London.* 2002;755.
- 166.Önal B. Restoratif Dişhekimliğinde Maddeler Bilgisi. İzmir, Ege Üniversitesi Dişhekimliği Fakültesi Yayınları. 2004.
- 167.Strassler HE. Clinical case report: treatment of mild-to-moderate fluorosis with a minimally invasive treatment plan. *Compend Contin Educ Dent. (Jamesburg, NJ: 1995).* 2010;31(1):54-58.
- 168.Croll TP. Enamel microabrasion for removal of superficial dysmineralization and decalcification defects. *J Am Dent Assoc.* 1990;120(4):411-415.
- 169.Matis BA. Tray whitening: What the evidence shows. *Compend Contin Educ Dent. (Jamesburg, NJ: 1995).* 2003;24(4A):354-362.
- 170.Myers ML, Browning WD, Downey MC, Hackman ST. Clinical evaluation of a 3% hydrogen peroxide tooth-whitening gel. *J Esthet Restor Dent.* 2003;15(1):50-56.

171. Heymann H, Swift E, Ritter A. Additional Conservative Esthetic Procedures. Sturdevant's Art and Science of Oper Dent. St Louis. Elsevier; 2013.
172. Ozduman Z, Celik C. Tooth discolorations and bleaching treatments. Yeditepe Dental Journal. 2017;13(1):37-44.
173. Lima DANL, Aguiar FHB, Liporoni PCS, Munin E, Ambrosano GMB, Lovadino JR. In vitro assessment of the effectiveness of whitening dentifrices for the removal of extrinsic tooth stains. Braz Oral Res. 2008;22(2):106-111.
174. Donly KJ, Segura A, Henson T, Barker ML, Gerlach RW. Randomized controlled trial of professional at-home tooth whitening in teenagers. General dentistry. 2007;55(7):669-674.
175. Yazici A, Khanbodaghi A, Kugel G. Effects of an in-office bleaching system (ZOOM) on pulp chamber temperature. J Contemp Dent Pract. 2007;8:19-26.
176. McEvoy S. Chemical agents for removing intrinsic stains from vital teeth. I. Technique development. Quintessence Int. (Berlin, Germany: 1985). 1989;20(5):323-328.
177. Therapeutics CoD. Guidelines for the acceptance of peroxide-containing oral hygiene products. J Am Dent Assoc. 1994;125(8):1140-1142.
178. Bevenius J, Lindskog S, Hultenby K. The micromorphology in vivo of the buccocervical region of premolar teeth in young adults: a replica study by scanning electron microscopy. Acta Odontol Scand. 1994;52(6):323-334.
179. Cooper JS, Bokmeyer TJ, Bowles WH. Penetration of the pulp chamber by carbamide peroxide bleaching agents. J Endod. 1992;18(7):315-317.
180. Haywood VB. Current status of nightguard vital bleaching. Compendium. 2000;21(28):S10-S17.
181. 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):1245-1251.
182. Titley K, Torneck C, Smith D, Chernecky R, Adibfar A. Scanning electron microscopy observations on the penetration and structure of resin tags in bleached and unbleached bovine enamel. J Endod. 1991;17(2):72-75.
183. Abouassi T, Wolkewitz M, Hahn P. Effect of carbamide peroxide and hydrogen peroxide on enamel surface: an in vitro study. Clin Oral Investig. 2011;15(5):673-680.

184. Al-Salehi S, Wood D, Hatton P. The effect of 24 h non-stop hydrogen peroxide concentration on bovine enamel and dentine mineral content and microhardness. *J Dent.* 2007;35(11):845-850.
185. Rotstein I. In vitro determination and quantification of 30% hydrogen peroxide penetration through dentin and cementum during bleaching. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1991;72(5):602-606.
186. 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.* 2010;109(4):e59-e64.
187. Zach L, Cohen G. Pulp response to externally applied heat. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1965;19(4):515-530.
188. Sun G. The role of lasers in cosmetic dentistry. *Dent Clin North Am.* 2000;44(4):831-850.
189. Joiner A. The bleaching of teeth: a review of the literature. *J Dent.* 2006;34(7):412-419.
190. Weinmann W, Thalacker C, Guggenberger R. Siloranes in dental composites. *Dent Mater.* 2005;21(1):68-74.
191. Caughman WF, Rueggeberg F. Shedding new light on composite polymerization. *Oper Dent.* 2002;27(6):636-638.
192. Bektaş ÖÖ, Siso ŞH, Eren D. Işık kaynakları, polimerizasyon ve klinik uygulamalar. 2006.
193. Mills RW, Uhl A, Blackwell GB, Jandt KD. High power light emitting diode (LED) arrays versus halogen light polymerization of oral biomaterials: Barcol hardness, compressive strength and radiometric properties. *Biomaterials.* 2002;23(14):2955-2963.
194. Flury S, Lussi A, Hickel R, Ilie N. Light curing through glass ceramics with a second- and a third-generation LED curing unit: effect of curing mode on the degree of conversion of dual-curing resin cements. *Clin Oral Investig.* 2013;17(9):2127-2137.
195. Affairs Acos. Laser-assisted bleaching: an update. *J Am Dent Assoc.* 1998;129(10):1484-1487.

- 196.Gontijo IT, Navarro RS, Ciamponi AL, Miyakawa W, Zezell DM. Color and surface temperature variation during bleaching in human devitalized primary teeth: an in vitro study. *J Dent Child*. 2008;75(3):229-234.
- 197.Goharkhay K, Schoop U, Wernisch J, Hartl S, De Moor R, Moritz A. Frequency doubled neodymium: yttrium–aluminum–garnet and diode laser-activated power bleaching—pH, environmental scanning electron microscopy, and colorimetric in vitro evaluations. *Lasers Med Sci*. 2009;24(3):339-346.
- 198.Poskus LT, Placido E, Cardoso PEC. Influence of placement techniques on Vickers and Knoop hardness of class II composite resin restorations. *Dent Mater*. 2004;20(8):726-732.
- 199.Okada K, Tosaki S, Hirota K, Hume W. Surface hardness change of restorative filling materials stored in saliva. *Dent Mater*. 2001;17(1):34-39.
- 200.Yildirim Ds, Dali Eab, Uyan Hm. Farkli Beyazlatma Maddelerinin Dentin Mikrosertliği Üzerine Etkisi.
- 201.Savaşkan T. Malzeme bilgisi ve muayenesi: Derya Kitabevi; 1999.
- 202.Anusavice K, Shen C, Rawls H. Phillip's Science of Dental Materials. 11 [sup] th ed. St Louis: Elsevier. 2003:210-240.
- 203.İlter E, Çamliyurt C, Balkiz ÖD. Uludağ göknari (*Abies bornmülleriana* Mattf.) odununun yüzey pürüzlülük değerlerinin belirlenmesi üzerine araştırmalar: İç Anadolu Ormancılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü; 2002.
- 204.Funck JW, Forrer JB, Butler DA, Brunner CC, Maristany AG, editors. Measuring surface roughness on wood: a comparison of laser-scatter and stylus-tracing approaches. *Industrial applications of optical inspection, metrology, and sensing*; 1993: International Society for Optics and Photonics.
- 205.Bourauel C, Fries T, Drescher D, Plietsch R. Surface roughness of orthodontic wires via atomic force microscope, laser specular reflectance, and profilometry. *Eur J Orthod*. 1998;20(1):79-92.
- 206.Whitehead S, Shearer A, Watts D, Wilson N. Comparison of methods for measuring surface roughness of ceramic. *J Oral Rehabil*. 1995;22(6):421-427.
- 207.Joniot S, Salomon J, Dejou J, Grégoire G. Use of two surface analyzers to evaluate the surface roughness of four esthetic restorative materials after polishing. *Oper Dent*. 2006;31(1):39-46.

208. Joniot S, Gregoire G, Auther A, Roques Y. Three-dimensional optical profilometry analysis of surface states obtained after finishing sequences for three composite resins. *Oper Dent*. 2000;25(4):311-315.
209. Yadav S. Bleaching Effectiveness and Tooth Sensitivity of Inoffice Hydrogen Peroxide Containing Titanium Dioxide Based Bleaching Agent: A Systematic Review.
210. Al Shethri S, Matis B, Cochran M, Zekonis R, Stropes M. A clinical evaluation of two in-office bleaching products. *Oper Dent*. 2003;28(5):488-495.
211. Kawamoto K, Tsujimoto Y. Effects of the hydroxyl radical and hydrogen peroxide on tooth bleaching. *J Endod*. 2004;30(1):45-50.
212. Basting RT, Rodrigues Jr Al, Serra MC. The effects of seven carbamide peroxide bleaching agents on enamel microhardness over time. *J Am Dent Assoc*. 2003;134(10):1335-1342.
213. Ribeiro APD, Sacono NT, Lessa FCR, Nogueira I, Coldebella CR, Hebling J, de Souza Costa CA. Cytotoxic effect of a 35% hydrogen peroxide bleaching gel on odontoblast-like MDPC-23 cells. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2009;108(3):458-464.
214. Goldberg M, Grootveld M, Lynch E. Undesirable and adverse effects of tooth-whitening products: a review. *Clin Oral Investig*. 2010;14(1):1-10.
215. Sulieman M, Addy M, Rees J. Surface and intra-pulpal temperature rises during tooth bleaching: an in vitro study. *Br Dent J*. 2005;199(1):37.
216. Ishibashi T, Higashiizumi E, Sotoaka R, Ishihara F, Kakuda M, Ogasawara M, Ishibashi K. Tooth bleaching compositions and methods of bleaching discolored tooth. Google Patents; 2005.
217. Ishibashi T, Ishibashi K, Taoda H, Nonami T. Method for bleaching discolored tooth by titanium dioxide photocatalyst. Google Patents; 2001.
218. Cuppini M, Leitune Vcb, De Souza M, Alves Ak, Samuel Smw, Collares FM. In vitro evaluation of visible light-activated titanium dioxide photocatalysis for in-office dental bleaching. *Dent Mater J*. 2019:2017-2199.
219. Kim J-H, Ahn J-H, Kim J-H, Lee I-H, Seong-Eun B. Oral composition for tooth whitening product, and kit comprising same. Google Patents; 2019.
220. Chang SY. Peroxid combinations having viscosity. Google Patents; 2019.

221. Basting R, Rodrigues A, Serra M. The effect of 10% carbamide peroxide, carbopol and/or glycerin on enamel and dentin microhardness. *Operative Dentistry-University Of Washington*. 2005;30(5):608.
222. McCracken MS, Haywood VB. Demineralization effects of 10 percent carbamide peroxide. *J Dent*. 1996;24(6):395-398.
223. Rodrigues JA, Marchi GM, Ambrosano GM, Heymann HO, Pimenta LA. Microhardness evaluation of in situ vital bleaching on human dental enamel using a novel study design. *Dent Mater*. 2005;21(11):1059-1067.
224. Smidt A. Effect of bleaching agents on microhardness and surface morphology of tooth enamel. *An J Dent*. 1998;11:83-85.
225. Soldani P, Amaral CM, Rodrigues JA. Microhardness evaluation of in situ vital bleaching and thickening agents on human dental enamel. *Int J Periodontics Restorative Dent*. 2010;30(2).
226. Van der Reijden W, Buijs M, Damen J, Veerman E, Ten Cate J, Amerongen N. Influence of polymers for use in saliva substitutes on de- and remineralization of enamel in vitro. *Caries research*. 1997;31(3):216-223.
227. Qasim S, Zafar M, Najeeb S, Khurshid Z, Shah A, Husain S, Rehman I. Electrospinning of chitosan-based solutions for tissue engineering and regenerative medicine. *Int J Mol Sci*. 2018;19(2):407.
228. Visveswaraiah PM, Prasad D, Johnson S. Chitosan A novel way to intervene in enamel demineralization-An in vitro study. *Int J Curr Microbiol App Sci*. 2014;3(11):617-662.
229. Schlüter N, Klimek J, Ganss C. Effect of a chitosan additive to a Sn²⁺-containing toothpaste on its anti-erosive/anti-abrasive efficacy—a controlled randomised in situ trial. *Clin Oral Investig*. 2014;18(1):107-115.
230. Podust T, Kulik T, Palyanytsya B, Gun'Ko V, Tóth A, Mikhalovska L, Menyhárđ A, László K. Chitosan-nanosilica hybrid materials: preparation and properties. *Appl Surf Sci*. 2014;320:563-569.
231. Li H, Du Y, Xu Y, Zhan H, Kennedy JF. Interactions of cationized chitosan with components in a chemical pulp suspension. *Carbohydr Polym*. 2004;58(2):205-214.

232. Akal N, Over H, Olmez A, Bodur H. Effects of carbamide peroxide containing bleaching agents on the morphology and subsurface hardness of enamel. *J Clin Pediatr Dent.* 2001;25(4):293-296.
233. Titley K, Torneck CD, Smith D. The effect of concentrated hydrogen peroxide solutions on the surface morphology of human tooth enamel. *J Endod.* 1988;14(2):69-74.
234. Oltu Ü, Gürgan S. Effects of three concentrations of carbamide peroxide on the structure of enamel. *J Oral Rehabil.* 2000;27(4):332-340.
235. Travassos A, Torres CRG, Borges AB, Barcellos D. In vitro assessment of chemical activation efficiency during in-office dental bleaching. *Oper Dent.* 2010;35(3):287-294.
236. Kwon SR, Wertz P, Dawson D, Cobb D, Denehy G. The relationship of hydrogen peroxide exposure protocol to bleaching efficacy. *Oper Dent.* 2013;38(2):177-185.
237. Choi HS, Son HK, Kim K. Longevity of tooth whitening by hydrogen peroxide using cold plasma. *Indian Journal of Science and Technology.* 2015;8(18):76855.
238. Al-Harbi A, Ardu S, Bortolotto T, Krejci I. Effect of extended application time on the efficacy of an in-office hydrogen peroxide bleaching agent: an in vitro study. *Eur J Esthet Dent.* 2013;8(2):226-236.
239. Wiegand A, Vollmer D, Foitzik M, Attin R, Attin T. Efficacy of different whitening modalities on bovine enamel and dentin. *Clin Oral Investig.* 2005;9(2):91-97.
240. Adibfar A, Steele A, Torneck C, Titley K, Ruse D. Leaching of hydrogen peroxide from bleached bovine enamel. *J Endod.* 1992;18(10):488-491.
241. Maia E, Baratieri LN, de Andrada MAC, Monteiro Jr S, Vieira LCC. The influence of two home-applied bleaching agents on enamel microhardness: an in situ study. *J Dent.* 2008;36(1):2-7.
242. Oliveira Rd, Paes Leme AF, Giannini M. Effect of a carbamide peroxide bleaching gel containing calcium or fluoride on human enamel surface microhardness. *Braz Dent J.* 2005;16(2):103-106.
243. Pinto CF, Oliveira Rd, Cavalli V, Giannini M. Peroxide bleaching agent effects on enamel surface microhardness, roughness and morphology. *Braz Oral Res.* 2004;18(4):306-311.

- 244.Lopes GC, Bonisconi L, Baratieri LN, Vieira LCC, Monteiro Jr S. Effect of bleaching agents on the hardness and morphology of enamel. *J Esthet Restor Dent.* 2002;14(1):24-30.
- 245.Ten Cate J, Duijsters P. Alternating demineralization and remineralization of artificial enamel lesions. *Caries Research.* 1982;16(3):201-210.
- 246.Rodrigues JA, Oliveira GPF, Amaral CM. Effect of thickener agents on dental enamel microhardness submitted to at-home bleaching. *Braz Oral Res.* 2007;21(2):170-175.
- 247.Bevilacqua FM, Zezell DM, Magnani R, Da Ana PA, de Paula Eduardo C. Fluoride uptake and acid resistance of enamel irradiated with Er: YAG laser. *Lasers in medical science.* 2008;23(2):141-147.
- 248.Mondelli RFL, Gabriel TRCG, Rizzante FAP, Magalhães AC, Bombonatti JFS, Ishikiriyama SK. Do different bleaching protocols affect the enamel microhardness? *Eu J Dent.* 2015;9(01):025-030.
- 249.de Abreu DR, SASAKI RT, AMARAL FLB, Florio FM, Basting RT. Effect of Home-Use and In-Office Bleaching Agents Containing Hydrogen Peroxide Associated with Amorphous Calcium Phosphate on Enamel Microhardness and Surface Roughness. *J Esthet Restor Dent.* 2011;23(3):158-168.
- 250.Borges AB, Yui K, D'Avila T, Takahashi C, Torres C, Borges ALS. Influence of remineralizing gels on bleached enamel microhardness in different time intervals. *Oper Dent.* 2010;35(2):180-186.
- 251.Meyers MA, Chawla KK. *Mechanical behavior of materials*: Cambridge university press; 2008.
- 252.ASTM I. Standard test method for Knoop and Vickers hardness of materials. ASTM E384-10. 2010.
- 253.Gutiérrez-Salazar MdP, Reyes-Gasga J. Microhardness and chemical composition of human tooth. *Materials Research.* 2003;6(3):367-373.
- 254.Magalhães JG, Marimoto ÂR, Torres CR, Pagani C, Teixeira SC, Barcellos DC. Microhardness change of enamel due to bleaching with in-office bleaching gels of different acidity. *Acta Odontol Scand.* 2012;70(2):122-126.
- 255.Yikilgan İ, Kamak H, Akgul S, Ozcan S, Bala O. Effects of three different bleaching agents on microhardness and roughness of composite sample surfaces finished with different polishing techniques. *J Clin Exp Dent.* 2017;9(3):e460.

- 256.Rodrigues CS, Mozzaquatro LR, Dala BN, Jacques LB, Mallmann A. Effect of bleaching on color stability and roughness of composite resins aged in staining beverage. *General dentistry*. 2017;65(5):e5-e10.
- 257.Barghi N. Making a clinical decision for vital tooth bleaching: at-home or in-office? *Compend Contin Educ Dent*. (Jamesburg, NJ: 1995). 1998;19(8):831-838; quiz 840.
- 258.Haywood VB. Achieving, maintaining, and recovering successful tooth bleaching. *J Esthet Restor Dent*. 1996;8(6):31-38.
- 259.Luk K, Tam L, Hubert M. Effect of light energy on peroxide tooth bleaching. *J Am Dent Assoc*. 2004;135(2):194-201.
- 260.Kwon Y, Huo M, Kim K, Kim S, Kim Y. Effects of hydrogen peroxide on the light reflectance and morphology of bovine enamel. *J Oral Rehabil*. 2002;29(5):473-477.
- 261.Chen H, Huang J, Dong X, Qian J, He J, Qu X, Lu E. A systematic review of visual and instrumental measurements for tooth shade matching. *Quintessence Int*. 2012;43(8):649-659.
- 262.Kim-Pusateri S, Brewer JD, Davis EL, Wee AG. Reliability and accuracy of four dental shade-matching devices. *The J Prosthet Dent*. 2009;101(3):193-199.
- 263.Gregor L, Krejci I, Di Bella E, Feilzer AJ, Ardu S. Silorane, ormocer, methacrylate and compomer long-term staining susceptibility using ΔE and ΔE_{00} colour-difference formulas. *Odontology*. 2016;104(3):305-309.
- 264.Buchalla W, Attin T, Hilgers R-D, Hellwig E. The effect of water storage and light exposure on the color and translucency of a hybrid and a microfilled composite. *The J Prosthet Dent*. 2002;87(3):264-270.
- 265.Lee Y, El MZ, Noaman K, Powers J. Effect of mouthwash and accelerated aging on the color stability of esthetic restorative materials. *Am J Dent*. 2000;13(3):159-161.
- 266.Toko T. Clinical results of the bleaching method for discolored vital teeth by using Nite White Excel. *Jpn J Conserv Dent*. 1998;41:985-1008.
- 267.Carter E, Ohno Y, Pointer M, Robertson A, Seve R, Schanda J, Witt K. CIE 15: Technical report: Colorimetry. International Commission on Illumination, Tech. Rep; 2004.

- 268.Klaric E, Rakic M, Sever I, Milat O, Par M, Tarle Z. Enamel and dentin microhardness and chemical composition after experimental light-activated bleaching. *Oper Dent.* 2015;40(4):E132-E141.
- 269.Lugo-Varillas JG, Tinedo-López PL, Medina AC, Vidigal EÁ. Influence of pH Value of Bleaching Gels on Surface Roughness of Bovine Enamel. *Odovtos- J Dent Sci.* 2020:311-321.
- 270.Azrak B, Callaway A, Kurth P, Willershausen B. Influence of bleaching agents on surface roughness of sound or eroded dental enamel specimens. *J Esthet Restor Dent.* 2010;22(6):391-399.
- 271.Sa Y, Sun L, Wang Z, Ma X, Liang S, Xing W, Jiang T, Wang Y. Effects of two in-office bleaching agents with different pH on the structure of human enamel: an in situ and in vitro study. *Oper Dent.* 2013;38(1):100-110.
- 272.Cadenaro M, Breschi L, Nucci C, Antonioli F, Visintini E, Prati C, Matis BA, Di Lenarda R. Effect of two in-office whitening agents on the enamel surface in vivo: a morphological and noncontact profilometric study. *Oper Dent.* 2008;33(2):127-134.
- 273.Rodrigues JA, Oliveira GPF, Amaral CM. Efeito de agentes espessantes na microdureza do esmalte submetido ao clareamento dental caseiro. *Braz Oral Res.* 2007;21(2):170-175.
- 274.Silva BG, Gouveia THN, da Silva MdAP, Ambrosano GMB, Aguiar FHB, Lima DANL. Evaluation of home bleaching gel modified by different thickeners on the physical properties of enamel: An in situ study. *Eur J Dent.* 2018;12(04):523-527.
- 275.Vieira-Junior W, Lima D, Tabchoury C, Ambrosano G, Aguiar F, Lovadino J. Effect of toothpaste application prior to dental bleaching on whitening effectiveness and enamel properties. *Oper Dent.* 2016;41(1):E29-E38.
- 276.Sulieman M, Addy M, Macdonald E, Rees J. A safety study in vitro for the effects of an in-office bleaching system on the integrity of enamel and dentine. *J Dent.* 2004;32(7):581-590.
- 277.Bistey T, Nagy IP, Simo A, Hegedús C. In vitro FT-IR study of the effects of hydrogen peroxide on superficial tooth enamel. *J Dent.* 2007;35(4):325-330.
- 278.Polydorou O, Hellwig E, Hahn P. The efficacy of three different in-office bleaching systems and their effect on enamel microhardness. *Oper Dent.* 2008;33(5):579-586.

- 279.Kwon SR, Kurti SR, Oyoyo U, Li Y. Effect of various tooth whitening modalities on microhardness, surface roughness and surface morphology of the enamel. *Odontology*. 2015;103(3):274-279.
- 280.Borges A, Zanatta R, Barros A, Silva L, Pucci C, Torres C. Effect of hydrogen peroxide concentration on enamel color and microhardness. *Oper Dent*. 2015;40(1):96-101.
- 281.Faraoni-Romano Jj, Da Silveira AG, Turssi CP, Serra MC. Bleaching agents with varying concentrations of carbamide and/or hydrogen peroxides: effect on dental microhardness and roughness. *J Esthet Restor Dent*. 2008;20(6):395-402.
- 282.El Halim S. Effect of three bleaching agent on surface roughness of enamel (in-vivo study). *Dentistry*. 2012;2(4):1-5.
- 283.de Oliveira RP, Baia JCP, Ribeiro MES, e Souza MHdS. Influence of time intervals between bleaching procedures on enamel microhardness and surface roughness. *Open Dent J*. 2018;12:555.
- 284.de Melo Alencar C, Pedrinha VF, Araújo JLN, Esteves RA, da Silveira ADS, Silva CM. Effect of 10% strontium chloride and 5% potassium nitrate with fluoride on bleached bovine enamel. *Open Dent J*. 2017;11:476.
- 285.Vieira I, Vieira-Junior WF, Pauli MC, Theobaldo JD, Aguiar FHB, Lima DANL, Leonardi GR. Effect of in-office bleaching gels with calcium or fluoride on color, roughness, and enamel microhardness. *J Clin Exp Dent*. 2020;12(2):e116
- 286.Torres CR, Zanatta RF, Silva TJ, Borges AB.. Effect of calcium and fluoride addition to hydrogen peroxide bleaching gel on tooth diffusion, color, and microhardness. *Oper Dent*. 2019;44(4):424-432.
- 287.Hasegawa A, Ikeda I, Kawaguchi S. Color and translucency of in vivo natural central incisors. *The J Prosthet Dent*. 2000;83(4):418-423.
- 288.Monaghan P, Trowbridge T, Lautenschlager E. Composite resin color change after vital tooth bleaching. *The J Prosthet Dent*. 1992;67(6):778-781.
- 289.Luo W, Westland S, Brunton P, Ellwood R, Pretty IA, Mohan N. Comparison of the ability of different colour indices to assess changes in tooth whiteness. *J Dent*. 2007;35(2):109-116.
- 290.Meireles S, Heckmann S, Santos I, Della Bona A, Demarco F. A double blind randomized clinical trial of at-home tooth bleaching using two carbamide peroxide concentrations: 6-month follow-up. *J Dent*. 2008;36(11):878-884.

291. Lee SS, Kwon SR, Ward M, Jenkins W, Souza S, Li Y. A 3 months clinical evaluation comparing two professional bleaching systems of 25% and 40% hydrogen peroxide and extended treatment outcome using a power versus a manual toothbrush. *J Esthet Restor Dent*. 2019;31(2):124-131.
292. Lilaj B, Dauti R, Schmid-Schwap M, Franz A, Kanz F, Moritz A, Schedle A, Cvikl B. Comparison of bleaching products with up to 6% and with more than 6% hydrogen peroxide: whitening efficacy using BI and WID and side effects—an in vitro study. *Front Physiol*. 2019;10:919.
293. Park S, Kwon SR, Qian F, Wertz PW. The effect of delivery system and light activation on tooth whitening efficacy and hydrogen peroxide penetration. *J Esthet Restor Dent*. 2016;28(5):313-320.
294. Ontiveros JC, Paravina RD. Color change of vital teeth exposed to bleaching performed with and without supplementary light. *J Dent*. 2009;37(11):840-847.
295. Goldstein S, Meyerstein D. Comments on the mechanism of the “Fenton-like” reaction. *Acc Chem Res*. 1999;32(7):547-550.
296. Fenton R. Fenton reaction-controversy concerning the chemistry. *Ecol. Chem Eng*. 2009;16(3):347-358.
297. Dias HB, Carrera ET, Bortolatto JF, De Andrade MF, de Souza Rastelli AN. LED and low level laser therapy association in tooth bleaching using a novel low concentration $\text{H}_2\text{O}_2/\text{N}$ -doped TiO_2 bleaching agent. *Laser Phys*. 2015;26(1):015602.
298. Martin J, Vildosola P, Bersezio C, Herrera A, Bortolatto J, Saad J, Oliveira Jr O, Fernandez E. Effectiveness of 6% hydrogen peroxide concentration for tooth bleaching—A double-blind, randomized clinical trial. *J Dent*. 2015;43(8):965-972.
299. Sakai K, Kato J, Nakazawa T, Hirai Y. Bleaching effect of a 405-nm diode laser irradiation used with titanium dioxide and 3.5% hydrogen peroxide. *Laser Physics*. 2007;17(9):1166-1170.
300. Mohamed R, Baeissa E. Preparation and characterisation of Pd-TiO₂-hydroxyapatite nanoparticles for the photocatalytic degradation of cyanide under visible light. *Appl Catal A Gen*. 2013;464:218-224.
301. Reis A, Tay L, Herrera D, Kossatz S, Loguercio A. Clinical effects of prolonged application time of an in-office bleaching gel. *Oper Dent*. 2011;36(6):590-596.

- 302.Liu H-T, Li W-M, Xu G, Li X-Y, Bai X-F, Wei P, Yu C, Du Y-G. Chitosan oligosaccharides attenuate hydrogen peroxide-induced stress injury in human umbilical vein endothelial cells. *Pharmacol Res.* 2009;59(3):167-175.
- 303.Li Z, Dou H, Fu Y, Qin M. Improving the hydrogen peroxide bleaching efficiency of aspen chemithermomechanical pulp by using chitosan. *Carbohydr Polym.* 2015;132:430-436.
- 304.Hwang J, Kim H, Yoon S, Pyun Y. Bactericidal activity of chitosan on E. coli. *Advan Chitin Sci.* 1998;3:340-344.
- 305.Andrews GP, Lavery TP, Jones DS. Mucoadhesive polymeric platforms for controlled drug delivery. *Eur J Pharm Biopharm.* 2009;71(3):505-518.



7. EKLER

EK-1. Etik Kurul Onay Belgesi

GAZİANTEP ÜNİVERSİTESİ KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU KARAR FORMU

ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI	TiO ₂ /Kitosan içeren beyazlatma jelinin dış yüzey pürüzlülüğü, mikrosertliği ve renk değişimi üzerine etkisinin değerlendirilmesi
VARSA ARAŞTIRMANIN PROTOKOL KODU	112

ETİK KURUL BİLGİLERİ	ETİK KURULUN ADI	Gaziantep Üniversitesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu
	AÇIK ADRESİ:	Gaziantep Üniversitesi Hayvan Deneyleri Araştırma Merkezi Binası (GAÜNDAM) Klinik Araştırmalar Etik Kurulu 27310 Şehitkamil/Gaziantep
	TELEFON	0342 360 12 00-Dahili 4800
	FAKS	-
	E-POSTA	etikkurul@gantep.edu.tr

BAŞVURU BİLGİLERİ	KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACI UNVANI/ADI/SOYADI	Dr. Öğretim Üyesi Derya SÜRMELOĞLU			
	KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACININ UZMANLIK ALANI	Restoratif Diş Tedavisi Anabilim Dalı			
	KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACININ BULUNDUĞU MERKEZ	Gaziantep Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi			
	VARSA İDARI SORUMLU UNVANI/ADI/SOYADI				
	DESTEKLEYİCİ				
	PROJE YÜRÜTÜCÜSÜ UNVANI/ADI/SOYADI (TÜBİTAK vb. gibi kaynaklardan destek alanlar için)				
	DESTEKLEYİCİNİN YASAL TEMSİLCİSİ				
	ARAŞTIRMANIN FAZİ VE TÜRÜ	FAZ 1	<input type="checkbox"/>		
		FAZ 2	<input type="checkbox"/>		
		FAZ 3	<input type="checkbox"/>		
FAZ 4		<input type="checkbox"/>			
Gözlemsel ilaç çalışması		<input type="checkbox"/>			
Tıbbi cihaz klinik araştırması		<input type="checkbox"/>			
İn vitro tıbbi tanı cihazları ile yapılan performans değerlendirme çalışmaları		<input type="checkbox"/>			
İlaç dışı klinik araştırma	<input checked="" type="checkbox"/>				
DİĞER İSE BELİRTİNİZ :					
ARAŞTIRMAYA KATILAN MERKEZLER	TEK MERKEZ <input checked="" type="checkbox"/>	ÇOK MERKEZLİ <input type="checkbox"/>	ULUSAL <input checked="" type="checkbox"/>	ULUSLARARASI <input type="checkbox"/>	

DEĞERLENDİRİLEN BELGELER	Belge Adı	Tarihi	Versiyon Numarası	Dili			
		ARAŞTIRMA PROTOKOLÜ			Türkçe <input type="checkbox"/>	İngilizce <input type="checkbox"/>	Diğer <input type="checkbox"/>
	BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU			Türkçe <input type="checkbox"/>	İngilizce <input type="checkbox"/>	Diğer <input type="checkbox"/>	
	OLGU RAPOR FORMU			Türkçe <input type="checkbox"/>	İngilizce <input type="checkbox"/>	Diğer <input type="checkbox"/>	
	ARAŞTIRMA BROŞÜRÜ			Türkçe <input type="checkbox"/>	İngilizce <input type="checkbox"/>	Diğer <input type="checkbox"/>	
DEĞERLENDİRİLEN DİĞER BELGELER	Belge Adı	Açıklama					
	SIGORTA	<input type="checkbox"/>					
	ARAŞTIRMA BÜTÇESİ	<input type="checkbox"/>					
	BIYOLOJİK MATERYEL TRANSFER FORMU	<input type="checkbox"/>					
	İLAN	<input type="checkbox"/>					
	YILLIK BİLDİRİM	<input type="checkbox"/>					
	SONUÇ RAPORU	<input type="checkbox"/>					
GÜVENLİLİK BİLDİRİMLERİ	<input type="checkbox"/>						
DİĞER:	<input checked="" type="checkbox"/>	2019/46 karar numarası ile onay almış çalışmanın; isim değişikliği					

Etik Kurul Başkanı
Unvanı/Adı/Soyadı: Prof. Dr. Aysun BARANSEL İSİR

Not: Etik kurul baskan. imzasının ver almadığı her sayfaya imza atmalıdır.

GAZİANTEP ÜNİVERSİTESİ KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU KARAR FORMU

ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI	TiO ₂ /Kitosan içeren beyazlatma jelinin dış yüzey pürüzlülüğü,mikrosertliği ve renk değişimi üzerine etkisinin değerlendirilmesi	
VARSA ARAŞTIRMANIN PROTOKOL KODU	112	
KARAR BİLGİLERİ	Karar No:2020/112	Tarih: 16.03.2020
	<p>Sorumlu Araştırması Dr.Öğretim Üyesi Derya SÜRMELOĞLU olan 2019/46 karar numarası ile onay almış "Farklı konsantrasyon ve içeriklerde geliştirilecek olan beyazlatma ajanlarının etkinliğinin ve dış sert dokusu üzerindeki meydana getirdiği değişikliklerin in vitro şartlarda incelenmesi" başlıklı çalışma için 11.03.2020 tarihinde Sorumlu Araştırmacı tarafından verilen dilekçe incelenmiş olup, çalışma başlığının "TiO₂/Kitosan içeren beyazlatma jelinin dış yüzey pürüzlülüğü,mikrosertliği ve renk değişimi üzerine etkisinin değerlendirilmesi" olarak değiştirilmesine etik kurul üye tam sayısının salt çoğunluğu ile karar verilmiştir.</p> <p>İlaç ve Biyolojik Ürünlerin Klinik Araştırmaları Hakkında Yönetmelik kapsamında yer alan araştırmalar/çalışmalar için Türkiye İlaç ve Tıbbi Cihaz Kurumu'ndan izin alınması gerekmektedir.</p>	

KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU

ETİK KURULUN ÇALIŞMA ESASI	İlaç ve Biyolojik Ürünlerin Klinik Araştırmaları Hakkında Yönetmelik İyi Klinik Uygulamaları Kılavuzu
BAŞKANIN UNVANI / ADI / SOYADI:	Prof. Dr.Aysun BARANSEL ISIR

Unvanı/Adı/Soyadı	Uzmanlık Alanı	Kurumu	Cinsiyet		Araştırma ile ilişki		Katılım *		İmza
			E	K	E	H	E	H	
Prof. Dr.Aysun BARANSEL ISIR	ADLI TIP	Gaziantep Üniversitesi Tıp Fakültesi	E	K	E	H	E	H	
Prof.Dr. Yasemin ZER	MİKROBİYOLOJİ	Gaziantep Üniversitesi Tıp Fakültesi	E	K	E	H	E	H	
Prof.Dr.Özlem ALTINDAĞ	FİZİK TEDAVİ ve REHABİLİTASYON	Gaziantep Üniversitesi Tıp Fakültesi	E	K	E	H	E	H	
Prof.Dr.Birgül ÖZÇİRPİCİ	HALK SAĞLIĞI	Gaziantep Üniversitesi Tıp Fakültesi	E	K	E	H	E	H	
Prof.Dr.Muradiye NACAĞ	TIBBİ FARMAKOLOJİ	Gaziantep Üniversitesi Tıp Fakültesi	E	K	E	H	E	H	
Prof. Dr. İlker SEÇKİNER	ÜROLOJİ	Gaziantep Üniversitesi Tıp Fakültesi	E	K	E	H	E	H	
Prof. Dr. Mehmet KESKİN	ÇOCUK ENDOKRİNOLOJİ VE METABOLİZMA HASTALIKLARI	Gaziantep Üniversitesi Tıp Fakültesi	E	K	E	H	E	H	
Prof. Dr. Sinan AKBAYRAM	ÇOCUK HEMATOLOJİ ve ONKOLOJİ	Gaziantep Üniversitesi Tıp Fakültesi	E	K	E	H	E	H	
Prof. Dr. Ramazan BAL	FİZYOLOJİ	Gaziantep Üniversitesi Tıp Fakültesi	E	K	E	H	E	H	
Doç. Dr. Umut ELBOĞA	NÜKLEER TIP	Gaziantep Üniversitesi Tıp Fakültesi	E	K	E	H	E	H	
Dr.Öğr.Üyesi Serkan GÜRGÜL	BİYOFİZİK	Gaziantep Üniversitesi Tıp Fakültesi	E	K	E	H	E	H	
Dr.Öğr.Üyesi Eda Didem YALÇIN	AĞIZ DIŞ ve ÇENE RADYOLOJİSİ	Gaziantep Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi	E	K	E	H	E	H	
Uzm. Dr. Gönül KARATAŞ DURUSOY	GÖZ HASTALIKLARI	Gaziantep Dr. Ersin Arslan Eğ. Arş. Hast.	E	K	E	H	E	H	
Emine Aybügen YILDIRIM	AVUKAT (Hukukçu)	Gaziantep Barosu	E	K	E	H	E	H	
Hasan KİCİKOĞLU	OKUL ÖNCESİ ÖĞRETMENİ	Gaziantep Anaokulu	E	K	E	H	E	H	

*:Toplantıda Bulunma

Etik Kurul Başkanı
Unvanı/Adı/Soyadı: Prof. Dr. Aysun BARANSEL ISIR

8. ÖZGEÇMİŞ

Halime KOLSUZ ÖZÇETİN 1987 yılında Kahramanmaraş'ın Göksun ilçesinde doğdu. İlköğretimini Fatih İlköğretim Okulu'nda ve ortaöğretimini Kilis Nedim Ökmen Anadolu Öğretmen Lisesi'nde tamamladı. 2010 yılında Çukurova Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi'nden mezun oldu. 2010-2017 yılları arasında Şehitkamil Ağız ve Diş Sağlığı Merkezi'nde Diş Hekimi olarak görev yaptı. 2017 yılından itibaren Gaziantep Üniversitesi Dişhekimliği Fakültesi Restoratif Diş Tedavisi Anabilim Dalı'nda Araştırma Görevlisi olarak görev yapmaktadır.

