



**EV TİPİ BEYAZLATMA AJANI İLE FARKLI OTC BEYAZLATMA
BANTLARININ SIĞIR MİNESİNİN YÜZEY PÜRÜZLÜLÜĞÜ VE RENK
DEĞİŞİMİ ÜZERİNE ETKİLERİNİN İN-VİTRO OLARAK
DEĞERLENDİRİLMESİ**

Evrım KAYA

**UZMANLIK TEZİ
RESTORATİF DİŞ TEDAVİSİ ANABİLİM DALI**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ**

ARALIK 2023

Evrım KAYA tarafından hazırlanan ‘EV TİPİ BEYAZLATMA AJANI İLE FARKLI OTC BEYAZLATMA BANTLARININ SIĞIR MİNESİNİN YÜZEY PÜRÜZLÜLÜĞÜ VE RENK DEĞİŞİMİ ÜZERİNE ETKİLERİNİN İN-VİTRO OLARAK DEĞERLENDİRİLMESİ’ adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından OY BİRLİĞİ ile Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Restoratif Diş Tedavisi Anabilim Dalı’nda UZMANLIK TEZİ olarak kabul edilmiştir

Danışman: Prof. Dr. Suat ÖZCAN

Restoratif Diş Tedavisi Anabilim Dalı, Gazi Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Uzmanlık Tezi olduğunu onaylıyorum.

Başkan: Prof. Dr. Mine Betül ÜÇTAŞLI

Restoratif Diş Tedavisi Anabilim Dalı, Gazi Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Uzmanlık Tezi olduğunu onaylıyorum.

Üye: Doç. Dr. İsmail Hakkı BALTACIOĞLU

Restoratif Diş Tedavisi Anabilim Dalı, Ankara Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Uzmanlık Tezi olduğunu onaylıyorum.

Tez Savunma Tarihi: 22/12/2023

Jüri üyeleri tarafından Uzmanlık Tezi olarak uygun görülmüş olan bu tez Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dekanlığı Yönetim Kurulu kararı ile onaylanmıştır.

Prof. Dr. Kahraman GÜNGÖR

Diş Hekimliği Fakültesi Dekanı

ETİK BEYAN

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

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

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

Evrin KAYA

22.12.2023

EV TİPİ BEYAZLATMA AJANI İLE FARKLI OTC BEYAZLATMA BANTLARININ
SIĞIR MİNESİNİN YÜZEY PÜRÜZLÜLÜĞÜ VE RENK DEĞİŞİMİ ÜZERİNE
ETKİLERİNİN İN-VİTRO OLARAK DEĞERLENDİRİLMESİ

(Uzmanlık Tezi)

Evrım KAYA

GAZİ ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ

Aralık 2023

ÖZET

Hidrojen peroksit içeren ve peroksit içermeyen tezgah üstü (OTC) beyazlatma bantları ile ev tipi beyazlatma jelinin siğır dişlerinde beyazlatma etkinliğinin ve dişlerin yüzey pürüzlülüğüne etkisinin değerlendirilmesidir. Çalışmada 60 adet çekilmiş siğır dişi kullanıldı. Örneklerin başlangıç renk ölçümleri spektrofotometre ile yüzey pürüzlülük ölçümleri ise profilometre cihazı ile yapıldı. Siğır dişlerine 2 hafta boyunca kahve ile renklendirme işlemi yapıldı. Renklendirme sonrası tüm örneklerin renk ve yüzey pürüzlülük ölçümleri tekrarlandı. Örnekler her grupta 10 adet olacak şekilde ve her grubun toplam ortalama başlangıç yüzey pürüzlülükleri aynı olacak şekilde ($n=10$); **GrupA**: Negatif kontrol, **GrupB**: Hidrojen peroksit içermeyen kömür tozu ve ftalimidoperoksikaproik asit (PAP) içerikli beyazlatma bandı (Magical White), **GrupC**: Hidrojen peroksit içeren beyazlatma bandı (Crest3D White Whitestrips Professional Effect), **GrupD**: Hidrojen peroksit içeren beyazlatma bandı (Crest3D White 1 Hour Express Whitestrips), **GrupE**: Hidrojen peroksit içeren beyazlatma kiti (jel +bant) (Crest3D Whitestrips Dental Whitening Kit), **GrupF**: %16 Karbomit peroksit içeren ev tipi beyazlatma jeli (Opalescence PF Melon %16 KP) şeklinde 6 eşit gruba ayrıldı ve beyazlatma işlemleri 2 hafta boyunca üreticinin talimatları doğrultusunda uygulandı. Son olarak beyazlatma işlemi bitimini takiben örneklerin yüzey pürüzlülüğü ve renk ölçümleri tekrarlandı. Başlangıç ve uygulama sonrası renk ölçümü değerleri kullanılarak ΔE değerleri hesaplandı. Çalışmada en yüksek beyazlatma etkinliği %16 Karbomit peroksit içeren ev tipi beyazlatma jeli Opalescence ($\Delta E >8,1$) ile elde edildi. Birbirinden farklı HP içeren Crest3D beyazlatma bantların tamamı klinik olarak kabul edilebilir oranda beyazlatma etkinliği gösterdi ($2,7 < \Delta E < 5,4$); ancak aralarında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamadı ($p > 0,05$). Peroksit içermeyen kömür tozu içerikli Magical White ($\Delta E=1,5$) beyazlatma bandı, negatif kontrole göre hafif renk değişimi sağlasa da beyazlatma etkinliğine sahip olmadığı görüldü. Opalescence beyazlatma jeli, diğer gruplara kıyasla daha fazla yüzey pürüzlülüğünde artışa neden olmuş olsa da test edilen tüm beyazlatma gruplarının beyazlatma sonrası elde edilen yüzey pürüzlülük değerleri klinik olarak anlamlı bulunmadı ($RA < 0,2 \mu m$).

Bilim Kodu :
Anahtar Kelimeler : Beyazlatma bantları, Ev tipi beyazlatma jeli, Ftalimidoperoksikaproik asit (PAP), Kömür, Tezgah üstü (OTC)
Sayfa Adedi : 91
Danışman : Prof. Dr. Suat ÖZCAN

EFFECTS OF HOME BLEACHING AGENT AND DIFFERENT OTC WHITENING STRIPS ON BOVINE ENAMEL SURFACE ROUGHNESS AND COLOR CHANGES:
AN IN-VITRO STUDY

(Speciality Thesis)

Evrin KAYA

GAZİ UNIVERSITY
FACULTY OF DENTISTRY

December 2023

ABSTRACT

To evaluate the whitening effect of over-the-counter (OTC) whitening strips (hydrogen peroxide/peroxide-free) and home-bleaching gel on bovine teeth and their effect on the surface roughness of the bovine teeth. 60 extracted bovine teeth were used in the study. Initial color measurements of the samples were performed with a spectrophotometer and surface roughness measurements were performed with a profilometer device. Bovine teeth were colored with coffee for 2 weeks. After coloring procedure, color and surface roughness measurements of all samples were repeated. The samples were 10 in each group and the total average initial surface roughness of each group was the same (n = 10); GroupA: Negative control, GroupB: Whitening strips containing hydrogen peroxide-free charcoal powder and phthalimidoperoxycaproic acid (PAP) (Magical White), GroupC: Whitening strips containing hydrogen peroxide (Crest3D White Whitestrips Professional Effect), GroupD: Whitening strips containing hydrogen peroxide (Crest3D White 1 Hour Express Whitestrips), GroupE: Whitening kit (gel + strip) containing hydrogen peroxide (Crest3D Whitestrips Dental Whitening Kit), GroupF: Home bleaching gel containing 16% Carbamide Peroxide (Opalescence PF Melon 16% KP). The samples were separated and bleaching procedures were applied for 2 weeks following the manufacturer's instructions. Finally the surface roughness and color measurements of the samples were repeated. ΔE values were calculated using initial and post-application color measurement values. In the study, the highest whitening effectiveness was achieved with the home bleaching gel containing 16% Carbamide Peroxide, Opalescence ($\Delta E > 8.1$). All Crest3D whitening strips containing different concentrations of hydrogen peroxide (HP) showed clinically acceptable whitening efficacy ($2.7 < \Delta E < 5.4$); however, no statistically significant difference was found between them ($p > 0.05$). Although the Magical White ($\Delta E = 1.5$) whitening strips containing peroxide-free charcoal powder provided a slight color change compared to the negative control, it was found to have no whitening effectiveness. Although Opalescence bleaching gel caused a greater increase in surface roughness compared to other groups, the surface roughness values achieved after whitening were not found to be clinically significant ($RA < 0.2 \mu m$).

Science Code :
Key Words : Charcoal, Home bleaching gel, Over-the-counter (OTC), Phthalimidoperoxycaproic acid (PAP), Whitening strips
Page Number : 91
Supervisor : Prof. Dr. Suat ÖZCAN

TEŞEKKÜR

Uzmanlık eğitimim süresince bilgi ve akademik tecrübesiyle bana yol gösteren, fikirleriyle yolumu açan, yardımlarını ve desteğini esirgemeyen, bu tez çalışmasında her alanda büyük desteği olan değerli hocam Restoratif Diş Tedavisi Anabilim Dalı Öğretim Üyesi, Sayın Prof. Dr. Suat ÖZCAN' a,

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

Beni her konuda destekleyen canım sevgilim Dt. Vedat YÜKSEL' e,

Uzmanlık eğitimim boyunca yardımlarını esirgemeyen değerli arkadaşlarım Dt. Seden TÜZEL, Dt. Merve NEZİR, Dt. Güldane Kurt KAYAN' a ve tüm asistan arkadaşlarıma,

Bugünlere gelmem de en büyük desteği olan ve hayatım boyunca hep minnettar kalacağım canım babam Nevzat KAYA' ya ve tüm aileme bütün sevgilerimle,

Sonsuz teşekkürler.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	iv
ABSTRACT.....	v
TEŞEKKÜR.....	vi
İÇİNDEKİLER	vii
ÇİZELGELERİN LİSTESİ.....	x
ŞEKİLLERİN LİSTESİ	xi
RESİMLERİN LİSTESİ	xii
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	xiii
1. GİRİŞ VE AMAÇ	1
2. GENEL BİLGİLER	5
2.1. Diş Beyazlatmanın Tarihçesi	5
2.2. Diş Hekimliğinde Renk	6
2.3. Diş Renginin Değerlendirilmesi	10
2.3.1. Görsel yöntem	10
2.3.2. Aletli renk seçimi.....	11
2.4. Diş Renklenmeleri	15
2.4.1. Diş renklenmelerinin etiyolojileri.....	15
2.4.2. İç kaynaklı renklenmeler	16
2.5. Beyazlatma Ajanlarının İçeriği	18
2.5.1. Aktif ürünler	18
2.5.2. Yardımcı ürünler	19
2.5.3. Katkı maddeleri	20
2.6. Beyazlatma Ajanlarının Mekanizması	20
2.6.1. Diffüzyon teorisi.....	20

	Sayfa
2.6.2. Kromofor teorisi	21
2.6.3. Yüzey değişimi teorisi	21
2.7. Beyazlatma Endikasyonları/Kontrendikasyonları	22
2.7.1. Endikasyonlar	22
2.7.2. Kontrendikasyonlar	22
2.8. Vital Beyazlatma Yöntemleri.....	23
2.8.1. Diş hekimi gözetiminde klinikte uygulanan beyazlatma (ofis tipi beyazlatma).....	23
2.8.2. Diş hekimi gözetiminde ev tipi beyazlatma	24
2.8.3. Diş hekimi gözetiminde olmayan reçetesiz satılan tezgâh üstü ürünler (over the counter-OTC)	25
2.9. Beyazlatma Tedavisinin Potansiyel Riskleri.....	30
2.9.1. Hassasiyet	30
2.9.2. Yumuşak doku üzerine etkileri	31
2.9.3. Sert doku üzerine etkisi	32
2.9.4. Restorasyon üzerine etkisi	33
2.9.5. Mikrosızıntı ve bağlanma dayanımı üzerindeki etkileri	34
2.9.6. Toksik ve sistemik etkileri	34
2.10. Yüzey Pürüzlülük Değerlendirilmesi.....	35
2.10.1. Mekanik profilometre	36
2.10.2. Optik profilometre	36
2.10.3. Taramalı elektron mikroskobu (SEM)	37
2.10.4. Atomik kuvvet mikroskobu.....	38
3. GEREÇ VE YÖNTEM	39
3.1. Örneklerin Hazırlanması.....	39
3.2. Başlangıç Yüzey Ölçümlerin Yapılması ve Grupların Oluşturulması	41
3.2.1. Profilometre	41

	Sayfa
3.2.2. Spektrofotometre	41
3.3. Grupların Renklendirilmesi	42
3.4. Çalışmada Kullanılan Beyazlatıcı Materyaller	43
3.5. Beyazlatıcı Materyallerin Gruplara Uygulanması	43
3.5.1. Grup A	44
3.5.2. Grup B	45
3.5.3. Grup C	45
3.5.4. Grup D	46
3.5.5. Grup E	47
3.5.6. Grup F.....	48
4. BULGULAR	49
4.1. Yüzey Pürüzlülük Ölçüm Değerleri.....	50
4.2. İstatistiksel İncelemeler	54
5. TARTIŞMA.....	55
6. SONUÇ VE ÖNERİLER	77
KAYNAKLAR.....	79
ÖZGEÇMİŞ	91

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 2.1. Dış renk değişikliğinin dışsal nedenleri.....	16
Çizelge 2.2. İçsel renk değişikliğinin Pre-erüptif renklenmelerin nedenleri	17
Çizelge 2.3. İçsel renk değişikliğinin Post-erüptif nedenleri.....	17
Çizelge 3.1. Çalışma gruplarında uygulanan beyazlatma ürünleri ve içerik bilgileri....	43
Çizelge 4.1. Vita Easy Shade V spektrofotometre ile ölçülen renklerin ΔE değerleri ..	49
Çizelge 4.2. Grupların yüzey pürüzlülük (Ra) değerleri	50
Çizelge 4.3. Grupların yüzey pürüzlülüğü değişimleri açısından değerlendirilmesi.....	53

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 2.1. Munsell' in renk sistemi	7
Şekil 2.2. Rengin üç boyutu	8
Şekil 2.3. CIElab renk uzayı	9
Şekil 2.4. Karbamid peroksitin, hidrojen peroksit ve üreye parçalanmasını gösterir. HP daha sonra suya ve kromojenleri aktif olarak parçalayan serbest oksijen türlerine dönüşecektir	19
Şekil 3.1. Çalışma protokolü	39
Şekil 3.2. Çalışmada yer alan gruplar	44
Şekil 4.1. Vita Easy Shade V spektrofotometre ile ölçülen renklerin ΔE değerlerinin grafiksel görünümü	49
Şekil 4.2. Grupların yüzey pürüzlülük (Ra) değerlerinin grafiksel görünümü	51
Şekil 4.3. Grupların yüzey pürüzlülüğü değişimleri açısından değerlendirilmesinin grafiksel görünümü	53

RESİMLERİN LİSTESİ

Resim	Sayfa
Resim 3.1. Sığır dişi ve örnek oluşturma.....	40
Resim 3.2. Bukkal yüzeyin hazırlanması	40
Resim 3.3. Yüzey pürüzlülük cihazı ve yüzey pürüzlülüğün ölçülmesi.....	41
Resim 3.4. Renk ölçüm cihazı	42
Resim 3.5. Renklendirme için kullanılan kahve çözeltisi.....	42
Resim 3.6. Magical White Charcoal whitening Strips (Kömür içerikli bant)	45
Resim 3.7. Crest3D White Whitestrips Professional Effect	45
Resim 3.8. Crest 3D White 1 Hour Express Whitestrips.....	46
Resim 3.9. Crest 3D Whitestrips Dental Whitening Kit (Artic Mint).....	47
Resim 3.10. Opalescence PF Melon %16 KP	48

SİMGELER VE KISALTMALAR

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

Simgeler

%	Yüzde
~	Yaklaşık
<	Küçük
>	Büyük
°C	Santigrat Derece
O ₂	Oksijen
µm	Mikrometre

Kısaltmalar

Açıklamalar

ACP	Amorf Kalsiyum Fosfat
AFM	Atomik Kuvvet Mikroskobu
CH ₄ N ₂ O	Üre
CH ₆ N ₂ O ₃ (KP)	Karbamid Peroksit
CIE	Commission Internationale de l'Eclairage
CO ₂	Karbondioksit
dk	Dakika
DNA	Deoksiribo Nükleik Asit
FDA	ABD Gıda ve İlaç Dairesi
FOS	Serbest Oksijen Türleri
gr	Gram
H	Hidrojen
H ₂ O	Su
H ₂ O ₂ (HP)	Hidrojen Peroksit
HCF	İnsan Dişeti Fibroblastları
HCl	Hidroklorik Asit
HO ₂	Perhidroksil

Kısaltmalar**Açıklamalar**

kg	Kilogram
n	Örneklem Sayısı
NH₃	Amonyak
nm	Nanometre
OH	Hidroksil Radikali
OH-	Serbest radikaller
OTC	Over-the-Counter (Tezgah Üstü)
PAP	Ftalimidoperoksikaproik Asit
pH	Asidite katsayısı
Ra	Yüzeyin ortalama pürüzlülüğü
Rpm	Yüzeydeki en derin noktaların ortalaması
Rz	Yüzeydeki en yüksek sivri uçların ortalaması
SCCP	Avrupa Tüketici Ürünleri Bilimsel Komitesi
SD	Standart Sapma
SEM	Taramalı Elektron Mikroskobu
SPSS	Statistical package for the social sciences

1. GİRİŞ VE AMAÇ

Son yıllarda toplumun daha beyaz dişler ve estetik gülümsemelere olan isteğinin artması beyazlatma işlemine olan ilgiyi de günden güne arttırmaktadır (Kwon and Wertz 2015). Günümüzde koyu dişlerin görünümünü iyileştirmek adına kronlar, direkt kompozit vernerler gibi invaziv yöntemler mevcut olsa da beyazlatma tedavisi non-invaziv, konservatif ve ucuz olması nedeniyle en çok kabul edilen yöntemdir (Joshi 2016).

Beyazlatma, dişin görsel renginin beyazlığını arttırmaya yönelik her türlü yöntem olarak tanımlanmaktadır. Diş beyazlatma genellikle klinikte daha yüksek konsantrasyona sahip jellerle daha kısa sürede uygulanan ofis tipi veya evde daha düşük konsantrasyonda jeller ile daha uzun sürede uygulanan ev tipi beyazlatma şeklinde diş hekimi gözetiminde yapılan profesyonel yöntemlerdir. Ayrıca bu iki yöntem beraber de kullanılabilir. Bu yöntemlerde farklı konsantrasyonlarda hidrojen peroksit (HP) ve karbamit peroksit (KP) jeller kullanılır (de Freitas, de Carvalho et al. 2021).

Diş hekimi gözetimi olmadan bireylerin, reçetesiz olarak satılan tezgah üstü (Over The Counter -OTC) ürünleri satın alıp kendi kendine uyguladığı profesyonel olmayan beyazlatma yöntemleri de mevcuttur. Piyasada Tezgah Üstü (OTC) sektörü, beyazlatma özellikleriyle bilinen diş macunları, ağız gargaraları, beyazlatma plakları, beyazlatma bantları gibi çok çeşitli ürünleri kapsamaktadır (Demarco, Meireles et al. 2009). Bu sektörün en büyük başarısı kozmetik ürün olarak görülmesi ve denetlenmeye tabi tutulmamasıyla ilgilidir. Ancak piyasada serbest bulunmasına rağmen reçetesiz satılan OTC ürünleri risksiz değildir ve bu ürünlerinin aşırı veya yanlış kullanımlarına ilişkin dişlerde hassasiyet, diş etinde tahriş, mine yüzeyinde bir takım olumsuzluk oluşturma gibi riskleri bulunmaktadır (Naidu, Bennani et al. 2020).

Ev tipi beyazlatmada plak bazlı karbamit peroksit 'Altın Standart' yöntemi olarak görülmesine rağmen uzun süre uygulanma süreci hastaların uyumunu zorlaştırmaktadır. Bu nedenle OTC ürünler içerisinde ki yüksek konsantrasyonda hidrojen peroksit içerikli beyazlatma bantları ile evde uygulanması OTC sektöründe dikkat çekici bir yenilik olmuştur (de Freitas, de Carvalho et al. 2021, Cua, Crespo et al. 2022). Reçetesiz satılan bu beyazlatma bantların popüler olmasında ki en temel nedenler; HP' in daha kısa sürede daha kolay

uygulanması, düşük maaliyetle bulunabilir olması, peroksitin diş etine daha az temas etmesi ve iyi estetik sonuçların elde edilmesi şeklinde sayılabilir (Cua, Crespo et al. 2022).

2012 yılında Avrupa konseyi yeni bir yasa çıkarmış ve HP içeren beyazlatma ajanlarını hedef almıştır. Direktife göre yüksek konsantrasyonlarda HP'in diş hekimi dışında kimseye satılmayacağı belirtilmiştir. Ayrıca beyazlatma bantlarının içeriğinde ki HP konsantrasyonu çok yüksek olduğu için bazı ülkelerde ticari olarak satışı sınırlandırılmıştır (de Freitas, de Carvalho et al. 2021). Bu durum peroksit içermeyen beyazlatma ajanlarının gelişimini teşvik etmiştir ve sodyum hipoklorit, sitrik asit, ftalimidoperoksikaproik asit (PAP), kömür gibi birçok farklı aşındırıcı bileşen içeren yeni bir OTC pazarının açılmasını sağlamıştır. Ancak piyasada ki peroksit içermeyen bu OTC ürünlerinin beyazlatma etkinliği ve mine yüzeyinde olumsuz etkisi üzerine belirsizlikler bulunmaktadır (Cua, Crespo et al. 2022).

Son yıllarda sosyal medyada doğal, detoks, vegan gibi söylemler organik doğal ürünlerinin çıkışını hızlandırmıştır. Bu bağlamda kömür içerikli OTC ürünlerinin popülerliği arttırmıştır. Piyasada kömür tozu, kömür içerikli diş macunları, kömür içerikli gargaralar bulunmaktadır. Ancak kömür içerikli ürünler üzerine sınırlı çalışma bulunmakla beraber hala beyazlatma yetenekleri sıklıkla sorgulanmaktadır (Greenwall-Cohen, Francois et al. 2019, Thakur, Ganeshpurkar et al. 2020). Peroksit içermeyen ürünler içerisine çok yeni bir ürün olan kömür içerikli beyazlatma bandı da girmiştir.

Peroksit içermeyen farklı aşındırıcı içeren beyazlatma bantları ile HP içeren beyazlatma bantlarını kıyaslayan birkaç tane sınırlı in vivo çalışma bulunmaktadır (Cua, Crespo et al. 2022, Gurich, Anastasia et al. 2023). Ancak peroksit içermeyen kömür içerikli beyazlatma bandının kıyaslandığı herhangi bir çalışmaya rastlayamadık.

HP içerikli beyazlatma bantları ile HP/KP içeren beyazlatma jellerinin mine üzerine etkilerini kıyaslayan çalışmalar mevcut olsa da uygulanma seans sürelerine ve kullanım şekillerine (bant/jel+bant) göre farklılık gösteren beyazlatma bantlarının kendi aralarında kıyaslandığı herhangi bir çalışmaya rastlayamadık.

Bu nedenle çalışmamızda peroksit ve kömür içeriğine göre değişen ayrıca kullanım şekilleri (bant / jel+bant) ve seans sürelerine göre farklılık gösteren beyazlatma bantları (OTC) ile ev

tipi beyazlatma ajanı olan KP jelin mine üzerindeki renk değişimi ve yüzey pürüzlülüğü üzerine etkilerini in vitro olarak kıyaslanması amaçlanmıştır.

Çalışmanın baz aldığı ana hipotezler;

1. HP beyazlatma bantları ile ev tipi beyazlatma ajanı arasında renk değişimi ve yüzey pürüzlülüğü üzerine etkileri açısından fark yoktur.
2. Seans uygulanma sürelerinde (30 dk/1 saat) ve kullanım şekillerinde (bant / jel+bant) farklılık gösteren HP içerikli beyazlatma bantlarının renk değişimi ve yüzey pürüzlülüğü üzerine etkileri açısından aralarında fark yoktur.
3. İçerdiği kimyasal ajanlarda değişkenlik gösteren peroksit içeren ve peroksit içermeyen (kömür) beyazlatma bantlarının renk değişimi ve yüzey pürüzlülüğü üzerine etkileri açısından aralarında fark yoktur.



2. GENEL BİLGİLER

2.1. Diş Beyazlatmanın Tarihçesi

Tarihsel olarak dişleri beyazlatma uygulaması çok eski olup Babil, Mısır ve Roma dönemine kadar uzanmaktadır. 19.yy’ da “Organik Kimya Devrimi” nin gelişimiyle beraber dişleri beyazlatmak için araştırmalar yapılmıştır (Joshi 2016, Pauli, Kanemaru et al. 2022). Dişleri beyazlatmak için ilk olarak Truman tarafından klorid-asetik asit çözeltisi kullanılmıştır Geçmişten günümüze kadar hala beyazlatma tedavisinde aktif olarak kullanılan hidrojen peroksitin (HP), Harlan tarafından hidrojen dioksit olarak adlandırıldığı ve kullanıldığı rapor edilmiştir (TÜZEL and CAN 2022). Ayrıca pirozon içerikli bir gargaranın diş çürüklerini azaltmak için kullanıldığında ise dişlerin beyazladığı görülmüştür (Fearon 2007).

20.yy’da dişleri beyazlatmak için ideal beyazlatma ajanı arayışı devam etmiştir. Ayrı ayrı ya da kombine halde çeşitli deneysel kimyasal çözeltiler; süperoksol, sodyum perborat-süperoksol, sodyum perborat-su, sodyum perborat-%30 hidrojen peroksit, hidrojen peroksit-HCl-eter gibi çözeltiler kullanıldığı rapor edilmiştir (TÜZEL and CAN 2022). Diş beyazlatmada daha iyi sonuçlar elde etmek amacıyla beyazlatma ajanlarıyla birlikte elektrik akımı, ısı kaynağı ve yüksek yoğunluklu lamba uygulamalarının kullanıldığı da literatürde rapor edilmiştir(Pauli, Kanemaru et al. 2022).

Karbamid peroksitin (KP) ilk kullanım şeklinin periodontal hastalığı (ANUG) tedavi etmek için olduğu bilinmektedir. 1962’de Ortodontist Dr. Klusmier, periodontitisi tedavi etmek amacıyla hastasına %10 karbamid peroksit içeren bir antiseptik solüsyonunu plakla reçete ettikten sonra dişlerin renginin açıldığını tesadüfen fark etmiştir. Ancak solüsyonun diş beyazlatma işlemi için kullanımı bu keşiften 20 yıl sonra olmuştur (Fearon 2007). Ardından %10 KP’ in yavaş salınması için KP-su-gliserin-karbopol yer alan kimyasal bir solüsyon geliştirilmiştir (Haywood and Heymann 1991). 1992 yılında Haywood ve Hayman “Gece Koruyuculu Beyazlatma Yöntemi” tekniğini açıklamıştır. Daha sonra “White and Brite” (Omni International, Albertson, NY, ABD) yeni bir ev tipi beyazlatma ürünü olarak tanıtılmış ve ardından piyasada birçok beyazlatma ürünü ortaya çıkmıştır (Haywood 1992). Bu durum yüksek konsantrasyonlu hidrojen peroksitin klinikte uygulanması yerine daha düşük konsantrasyonlarda karbamid peroksit kullanılarak evde beyazlatmaya doğru büyük bir geçişe neden olmuştur. Bu yöntemin avantajı daha az yan etki ile genel hasta

popülasyonunun büyük bir bölümüne daha düşük maliyetle doğrudan erişebilme imkanı sunabilmesidir (Perdigão, Perdigão et al. 2016).

20.yy' ın sonlarına doğru beyaz dişlere olan talep arttıkça “Tezgâh Üstü- Over The Counter (OTC)” olarak adlandırılan ürünler de ABD pazarında tanıtılmaya başlanmıştır. Düşük konsantrasyonlarda HP ve KP içeren beyazlatma ürünlerinin kolaylıkla tüketiciye ulaşması toplumun büyük bir kısmına beyazlatma için çekici bir alternatif sunmuştur (Joshi 2016). İlk OTC ürünleri üç aşamalı bir sistemi içermektedir: bir asit ile ön uygulama, daha düşük oranda bir peroksit ürünü ve bir diş macunu (Perdigão, Perdigão et al. 2016). Bireylerin diş renklenme etiyojisi hakkında bilgi sahibi olmamasına bağlı olarak bu ürünlerin bilinçsiz kullanımı, mine veya dentin mikrosertliği ve pürüzlülüğünde yüksek aşındırıcılıklarından dolayı olumsuz etkilerin ortaya çıkmasına neden olabilir. Bu ürünlerin diş hekimi kontrolü olmadan, gelişigüzel kullanımları nedeniyle periodontal ve yumuşak dokularda tahriş meydana gelebilir. Bazı OTC ürünlerinin ise diş beyazlatma işlemleri sonrası beyazlatma etkinliğini desteklemek amacı ile kullanılabilmesi belirtilse de pek çok OTC beyazlatma ürününün bu amaçla kullanımı hakkındaki bilgiler de çelişkilidir (de Freitas, de Carvalho et al. 2021).

21.yy' ın başlarında tanıtılan hidrojen peroksit içeren şeffaf bir bandın diş yüzeyine yerleştirmesini içeren bant teknolojisi (Crest White Stripes, Proctor and Gamble) evde beyazlatma uygulaması için yenilikçi bir teknoloji olmuştur (Perdigão, Perdigão et al. 2016). Günümüzde çoğu ülkede beyazlatma bantları ticari olarak temin edilebilirken, bazı ülkelerde kullanımları sınırlıdır ve peroksit konsantrasyonu yüksek olduğu için ticari olarak satışları sınırlandırılmıştır (de Freitas, de Carvalho et al. 2021).

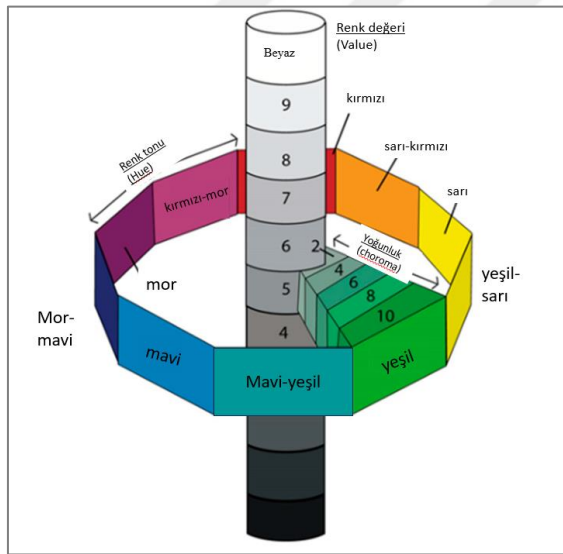
2.2. Diş Hekimliğinde Renk

Renk fenomeni, ışık enerjisinin bir nesneyle fiziksel etkileşimine ve bireysel bir gözlemcinin öznel deneyimine bağlı ortaya çıkan psikofiziksel bir tepkidir. Renk algısında 3 temel unsur yer almaktadır; ışık kaynağı, aydınlatılan nesne ve yorumlayan gözlemci (Joiner 2004). Işık, nesneye ulaştığında nesnenin fiziki özelliklerine bağlı olarak yansıma, saçılma, soğurma ve iletme yoluyla değişikliğe uğrar. Nesnenin rengi, yüzeyden yansıyan ve absorbe edilen ışığın miktarına bağlıdır. Işık göze ulaştığında retinadaki fotoreseptörler tarafından absorbe edilir.

Daha sonra beynin optik merkezine gönderilir ve burada yorumlanabilen bir sinyale dönüştürülür(Joiner and Luo 2017).

Işık farklı dalga boyları içerdiğinden dolayı farklı koşullar altında incelenen aynı nesne farklı bir renk sergileyebilir bu durum metamerizm fenomeni olarak adlandırılır. Diş rengini değerlendirirken, metamerizmin etkilerini azaltmak için kullanılan ışık kaynağının standartlaştırılması en iyisidir. Diş hekimliği kliniğinde doğal, floresan ve akkor lamba olmak üzere 3 farklı ışık kaynağı bulunmaktadır. Eşit renk dağılımı sağlayarak metamerizmin etkilerini azaltmaya yardımcı olan özel geliştirilmiş renk düzeltmeli ışıklar da piyasada mevcuttur (Watts and Addy 2001).

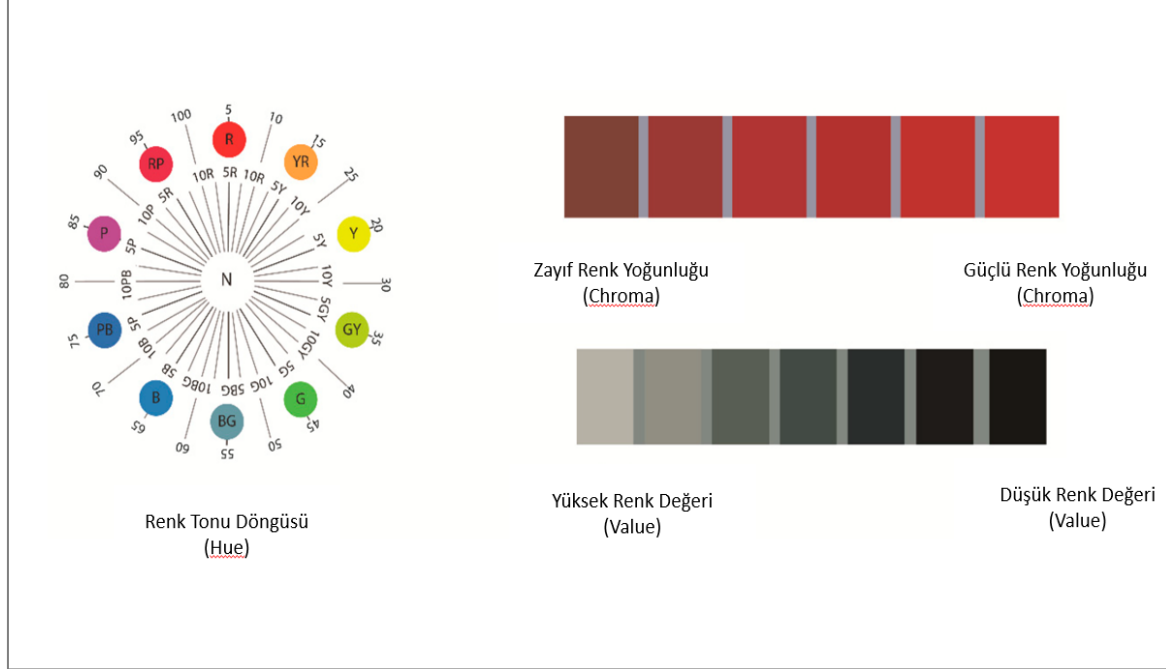
1611 yılında Sigried Forsius tarafından rengin üç boyutlu olduğu tanımlanmıştır ve günümüzde bununla ilgili birçok yaklaşım bulunmaktadır., 1976'da CIE L*a*b* renk sistemi 1905 yılında Munsell renk sistemi tanıtılmıştır ve pratik kullanımları açısından en çok tercih edilen sistemlerdir.



Şekil 2.1. Munsell' in renk sistemi (Sikri 2010)

Munsell renk sistemi, rengin üç boyutunu tanımlamıştır: Hue, value, chroma. Hue: Renk tonu yani kırmızı-mavi-yeşil gibi bir renk ailesini diğer renk ailesinden ayırır. Value: Renk değeri yani cismin parlaklığını ifade eder ve açıklık-koyuluk derecesidir. Chroma: Rengin yoğunluğu yani gücünü ifade eder ve güçlü bir rengin zayıf bir renkten ayrılmasını sağlar. Renk değeri ile rengin yoğunluğu arasında ters bir orantı bulunmaktadır. Yoğunluk artarsa

parlaklık azalır. Doğal dişlerde renk yoğunluğu 2 ile 10 arasında değişmektedir (Watts and Addy 2001).



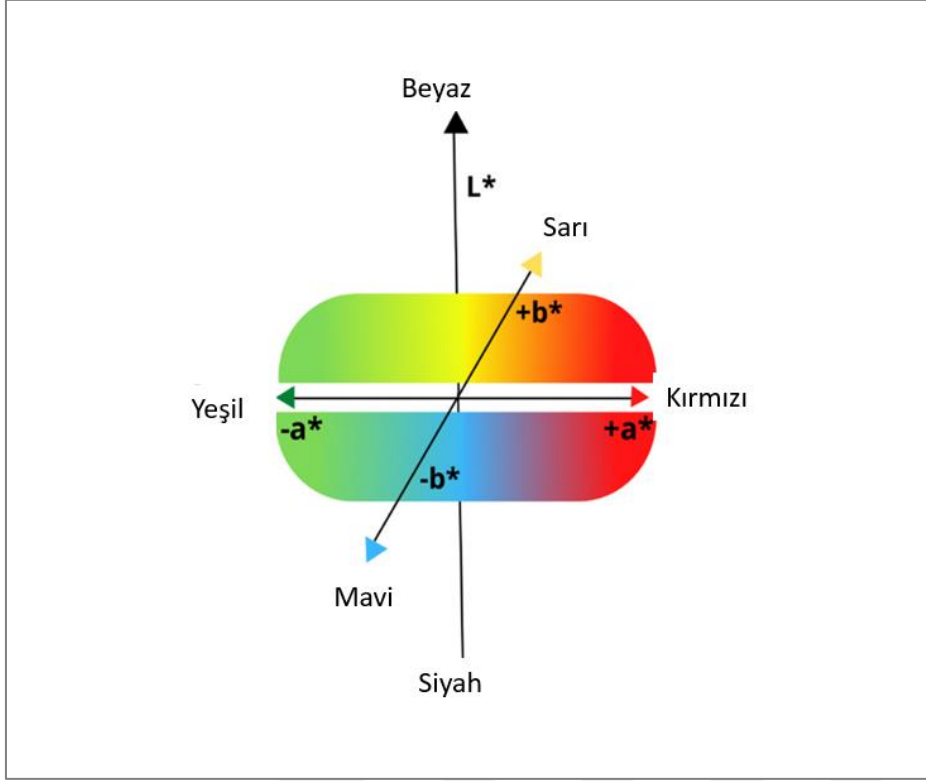
Şekil 2.2. Rengin üç boyutu (Jouhar, Ahmed et al. 2022)

Commission Internationale de l'Eclairage (CIE) standart bir ışık kaynağı tanımlayıp standart bir gözlemci geliştirdi ve insan görme sisteminin belirli bir renge nasıl tepki verdiğini gösteren tristimulus değerlerini (XYZ) hesapladı. CIElab renk uzayına göre tüm renkler kırmızı-yeşil-mavi renk ailelerinin farklı miktarlarda karışımı ile elde edilir. Renk uzay sisteminde renkler L, a ve b olmak üzere 3 eksenle tanımlanmaktadır. L değeri sıfırdaysa siyah rengini ve L değeri arttıkça açıklığı-parlaklığı artar yüz değerinde ise saf beyazlığı temsil eder. Bir rengin a değeri sayısal olarak arttıkça kırmızılığa, azaldıkça yeşile doğru kayar; b değeri ise arttıkça sarılaşmaya, azaldıkça maviliğe doğru kayar. Rengin L değeri value yani parlaklığı, a ve b değerleri ise renk derecelerini belirleyen kromatik özelliği yani gücünü yansıtır (Joiner 2006).

$$L = 116(Y/Y_n)^{1/3} - 16$$

$$a = 500[f(X/X_n) - f(Y/Y_n)]$$

$$b = 200[f(Y/Y_n) - f(Z/Z_n)]$$



Şekil 2.3. CIElab renk uzayı (Joiner 2004)

L parlaklık olarak bilinir ve 0 (siyah) ile 100 (beyaz) arasında değişir. Diğer iki koordinat a ve b sırasıyla kırmızı-yeşil ve sarı-mavi bileşenleri temsil eder. Hue (hab) ve chroma (Cab), dikdörtgen a, b eksenlerinin kutupsal koordinatlara dönüştürülmesiyle tanımlanır (Joiner and Luo 2017).

$$h_{ab} = \tan^{-1}(b/a)$$

$$C_{ab} = [a^2 + b^2]^{1/2}$$

(2.1)

Çoğu durumda renkler arasındaki farkların ölçülmesi, rengin mutlak değerinin ölçülmesinden daha yararlı olabilir. ΔE_{ab} renk farkı, CIE Lab renk uzayındaki iki uyarının koordinatları arasındaki öklid mesafesiyle tanımlanır. CIE Lab renk farkı, tahmin edilen renk farklılıklarının renk uzayı boyunca algısal olarak mükemmel şekilde tekdüze olmamasına rağmen dış hekimliğinde yaygın olarak kullanılmaktadır (Joiner and Luo 2017). CIE Lab sisteminde ΔE_{ab} aşağıdaki formülle hesaplanır:

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

(2.2)

ΔE formülünde yer alan L_1 , a_1 ve b_1 ilk ölçüm değerleri iken L_2 , a_2 ve b_2 ise ikinci ölçüm değerleridir.

Literatüre göre, algılanabilirlik eşiği (PT) $\Delta E^*_{ab}=1,2$, gözlemcilerin %50 'sinin algılayabildiği renk farkıdır, gözlemcilerin diğer %50'si ise karşılaştırılan nesnelere arasında hiçbir renk farkı fark etmez. Kabul edilebilirlik eşiği (AT), $\Delta E^*_{ab}=2,7$ 'nin üzerindeki bir farktır; burada gözlemcilerin %50 'si, karşılaştırılan nesnelere kabul edilemez bir eşleşme olduğunu düşünür.

2.3. Diş Renginin Değerlendirilmesi

Diş hekimliğinde renk değerlendirilmesi için iki ana yöntem kullanılır. Bunlar; genellikle diş şeklindeki renk kalıplarını kullanan geleneksel görsel yöntem ve renk ölçüm cihazlarının kullanıldığı aletli renk ölçüm yöntemleridir.

2.3.1. Görsel yöntem

Renk skalaları

Diş renginin görsel yöntem ile tespitinde standart renk skalaları kullanılır ve hala günümüzde diş hekimliğinde en çok tercih edilen yöntemlerden biridir. Ancak renk skalaları ile görsel renk tespitinin subjektif bir süreçle ilişkili olması nedeniyle güvenilir olmayan bu yöntemin çok fazla dezavantajı bulunmaktadır (Watts and Addy 2001). Ortamın aydınlatılma koşulları, ışığın-cismin konumu, kişinin tecrübesi, yaşı, cinsiyeti, genel sağlığı, duygu durumu ve göz yorgunluğu gibi genel değişkenlikler görsel renk analizinde tutarsızlıklara yol açabilir. Ayrıca renk skalalarındaki renkler doğal diş renklerinin hepsini kapsayacak kadar geniş bir renk aralığına sahip değildir ve elde edilen sonuçları CIE sistemine aktarmak mümkün değildir. Renk skalaların çok fazla dezavantajı olmasına rağmen günümüzde ucuz olmaları ve kullanımlarının pratik olması nedeni ile sıklıkla tercih edilmektedir (Joiner 2004).

20.yy'ın ortalarında geliştirilen Vitapan Classical Skalası (Vita Zahnfabrik, Bad Sackingen, Almanya) farklı renk tonlarına (hue) sahip A,B,C,D olmak üzere dört ana grup ve renk yoğunluğuna (chroma) göre toplamda 16 renk seçeneği ile açıktan koyuya doğru sıralı yer almaktadır. Renk aralığının dar olması nedeniyle yetersiz olmasına rağmen kullanım

kolaylığı ile yıllarca altın standart olarak kabul görmüştür ve en çok tercih edilen renk skalasıdır (Brewer, Wee et al. 2004).

20.yy sonlarına doğru ‐Toothguide 3D-Master‐ (Vita Zahnfabrik, Bad Sackingen, Almanya) skalası 26 renk seçeneği ile piyasaya sürülmüştür. Renk belirlenmesindeki kodlamada önce açıklık (value) değerlerini gösteren sayısal değerler (1,2,3,4,5), bu sayısal değerlerin yanında renk tonunu gösteren harfler (M, R, L) ve harflerin yanında rengin yoğunluğunu (kroma) gösteren sayısal değerler yer almaktadır. Toothguide 3D-Master renk skalası, doğal dişlerle daha uyumlu olacak şekilde geniş bir renk aralığına sahip olmasına rağmen kullanımın tecrübe ve bilgi gerektirmesi nedeni ile daha az tercih edilen bir sistemdir (Paravina 2009).

2.3.2. Aletli renk seçimi

Diş renginin belirlenmesinde kullanılan aletli teknikler çok maliyetli olmasına ve diş hekimleri için kolaylıkla erişilebilir olmamasına rağmen hızla büyümekte ve diş hekimliğinde kabul görmektedir. Aletli renk belirleme teknikleri, spektrofotometreleri, kolorimetreleri, spektrometreleri ve dijital kameraları içerir (Tabatabaian, Beyabanaki et al. 2021).

Spektrofotometreler

Spektrofotometreler, nesnelerin spektral yansımasını veya geçirgenlik eğrisini değerlendirerek rengi ölçebilir. Spektrofotometrede, dalga boyu 400 ila 700 nm arasında olan bir ışık çıkışı oluşturmak için beyaz ışık kaynağı olarak bir tungsten filamanlı ampul veya LED lamba kullanılır. Işık, bir prizma tarafından 10 ila 20 nm arasındaki dalga boyu aralıklarından oluşan bir spektrumda nesneye ulaşır. Nesneye ulaşan bu ışık yansıyabilir, geçebilir veya saçılabilir. Nesneden yayılan, saçılan veya nesneden geçen ışık miktarı, görünür spektrumdaki her dalga boyu aralığı için değerlendirilir (Tabatabaian, Beyabanaki et al. 2021).

Genel olarak bir spektrofotometre, bir optik kaynak, bir ışık dağıtma aracı, ölçüm için bir optik sistem, bir dedektör ve elde edilen ışığı analiz edilebilecek bir sinyale dönüştüren bir araç içerir. Renk ölçümleri genellikle karşılık gelen bir renk tonuna dönüştürülür. Cihaz ölçüm sonucunu, Vitapan Classical ve Toothguide 3D-Master skalalarına göre verir.

Spektrofotometrenin renk ölçüm temelinde cisimden yansıyan ışığın, beyaz bir yüzeyden yansıyan ışığa oranlanması yer almaktadır (Turgut and Bağış 2012).

Diğer renk alma cihazlarıyla karşılaştırıldığında spektrofotometreler, nesne metamerizmine duyarlı olmadan daha uzun çalışma ömrüyle daha yüksek doğruluk gösterir (Posavec, Prpić et al. 2016). Günümüzde diş hekimliğinde spektrofotometreler, en uygun diş rengi ölçümlerini temsil eder ve genel renk uyumu için kullanılan en hassas ve en uygun aletli yöntem arasındadır (Paul, Peter et al. 2004).

VITA Easyshade spektrofotometre, CIELab/CIELCh değerlerini ölçer ve VITA 3D-Master ve VITA Classic renk skalalarına göre diş rengini belirler. Cihazın geliştirilmiş beşinci nesli piyasaya sürülmüştür. VITA Easyshade Compact ve Advance 4.0 gelişmiş formlardır, en yeni nesil ise VITA Easyshade V olarak adlandırılmıştır. Daha önceki modellerde ölçümlerde gözlenen bazı olumsuzlukları ortadan kaldırmak için bu modelde özel olarak geliştirilmiş 5 mm çapında geniş çaplı fiber optik içeren paslanmaz çelik problar kullanılmıştır (Tabatabaian, Beyabanaki et al. 2021).

Kolorimetreler

Kolorimetre, filtrelenmiş fotodedektörler kullanarak görünür spektrumu okuyabilen optik bir cihazdır (Vichi, Louca et al. 2011). Kolorimetreler sadece üçlü tristimulus değerlerini kaydeder ve görünür spektrumun kırmızı, yeşil ve mavi bölgelerindeki ışığı filtreler. Kolorimetreler spektral yansımayı kaydedemezler ve spektrofotometrelere kıyasla filtrelerin aşırı kullanımını nedeniyle doğrulukları azalabilir (Ballard, Metz et al. 2017) . Bir kolorimetre emilen ışığın tam bir ölçümünü sunarken; bir spektrofotometre, farklı dalga boylarında emilen ışığın miktarını ölçer (Tabatabaian, Beyabanaki et al. 2021).

Kolorimetrelerin bazı dezavantajları vardır. Kolorimetreler düz yüzeyleri ölçmek için tasarlanmıştır, dişler genellikle düz değildir ve yüzey anormallikleri olabilir. Ayrıca dişler yarı saydam olduğundan dolayı yanlış renk değerleri vererek ölçülen diş örneğinin kenarında ışık kaybına neden olabilirler (Joiner and Luo 2017).

Spektroradyometreler

Görünür spektrum boyunca nesnelere yayılan veya yansıyan parlaklık (irradiance) ve ışınım (radiance) gibi radyometrik miktarları ölçer. Radyometrik enerji görünür spektrumu 5, 10 veya 20 nm aralıklarında ölçmektedir. Ölçülen kolorimetrik değerler renk koordinatlarına (CIE XYZ, CIE LAB ve CIE LCH) dönüştürülebilir (Turgut and Bağış 2012).

Spektofotometreler ile spektroradyometreler arasındaki temel farklar, spektroradyometrelerin yerleşik ışık kaynaklarına sahip olmaması ve temassız ölçüm cihazları olmasıdır. Geleneksel aletli renk analizinde, dış gibi translüent (yarı saydam) materyaller aydınlatıcı ışığın yüzeyden geri yansımada malzemenin içinde dağılması ve kenarlara doğru ilerlemesinden dolayı ışığın kenar kaybına maruz kalır ve bu durum da renk koordinatlarında sistematik hatalara neden olur. Aydınlatıcı ışık, alet ve nesne arasında herhangi bir açıklık olmadığından kenar kaybı etkisi spektroradyometre gibi uzaktan temassız renk ölçüm sistemleri kullanılarak önlenir (Tabatabaian, Beyabanaki et al. 2021).

Spektroradyometreler, temassız ölçüm yaklaşımıyla dış renginin değerlendirilmesinde avantajlı bir özelliğe sahiptir. Bazı çalışmalar, spektroradyometrik bazlı renk ölçümünün, diğer temaslı geleneksel aletli renk ölçümleri ile karşılaştırıldığında insanın renk algısına daha yakın olduğunu göstermiştir (Lim, Yu et al. 2010). Ancak literatürde dış rengi ölçümleri için spektroradyometrelerin kullanıldığı yayınlanmış çalışma sayısı, yüksek maliyetleri ve ölçüm için dikkatli aydınlatma/görüntüleme koşullarının ayarlanması gerekliliği nedeniyle diğer renk ölçüm cihazlarının kullanıldığı çalışmalara kıyasla çok daha az bulunmaktadır (Joiner and Luo 2017).

Dijital kameralar ve görüntü sistemleri

Dijital fotoğrafçılık renk ölçümünde giderek popülerlik kazanmaktadır ve diş hekimliği uygulamalarını kesinlikle değiştirmiştir. Fotoğraflar hastaların portresini gösterir, hastaları bilgilendirir ve eğitir, hastanın tedavileri kabulünü artırır, dijital ortamda kaydeder, bilgileri iletir, renk seçimine yardımcı olur, tedavi öncesi ve sonrası ağız içi koşullarını karşılaştırır (Tabatabaian, Beyabanaki et al. 2021).

Dijital kamera aracılığıyla üretilen görüntüler, bu görüntülerin tamamından veya bir kısmından renk değerlerinin toplanmasını sağlayan uygun görüntüleme yazılımı kullanılarak analiz edilebilir. Bu, spektrofotometre veya kolorimetre gibi geleneksel renk ölçüm cihazlarının kullanılmasından çok daha ucuz bir işlemdir (Schropp 2009).

Dijital kamera ve görüntüleme sistemlerinin avantajları; temassız renk ölçüm yapılabilmesi, tüm dış yüzeyini değerlendirmesi, translüsensi- yüzey eğriliği nedeniyle oluşabilecek hataların en aza indirilebilmesi, görüntülerin veritabanında saklanabilmesi ve hızlı-basit eğitimle teknisyene ihtiyaç duyulmadan kullanılabilmesi şeklinde sıralanabilir. Ancak dijital görüntüleme sisteminin dezavantajı metamerizm fenomenin potansiyel bir sorun teşkil edebilmesidir. Bu nedenle dijital görüntüleme sisteminde aydınlatma koşulları fazlasıyla önem kazanmaktadır (Joiner and Luo 2017). Dijital fotoğrafçılıkta, görüntü elde etme cihazı (sensör), likit-kristal ekran (LCD) görüntüleyici ve mikroişlemciden oluşan dijital tek lens refleks (DSLR) kamera, temel bir ihtiyaçtır. Dijital kameralar, milyonlarca mikroskobik derecede küçük, ışığa duyarlı fotosit içeren yüklü eşleşmiş CCD' ler kullanarak görüntüleri yakalar. Fotodiyotlar gibi, her fotosit de yalnızca yüzeyine çarpan toplam ışık yoğunluğuna yanıt verir. Tam renkli bir görüntü elde etmek için dijital sensörler, filtrelenmiş renk ölçere yakın bir şekilde ışığı üç ana renginde (kırmızı, yeşil ve mavi) yakalamak için filtrelemeyi kullanır (Cal, Sonugelen et al. 2004). En yüksek kalitedeki kameralar, her biri üzerinde farklı bir filtre bulunan üç ayrı sensör kullanır. Işık, kameraya bir ışın ayırıcı yerleştirilerek farklı filtre/sensör kombinasyonlarına yönlendirilir. Işın ayırıcı, her dedektörün görüntüyü aynı anda görmesine olanak tanır. Bu yöntemin avantajı, kameranın her piksel konumunda üç rengin her birini kaydetmesidir (Sikri 2010).

Dijital fotoğrafçılık için kamera ayarları ve görüntüleme koşulları dikkate alınmalıdır. Ayarlar arasında ortam aydınlatması, kameralar arası nesne mesafesi, kamera flaş ışığı, diyafram açıklığı boyutu, deklanşör hızı ve sensörün ışığa duyarlılığı (ISO) bulunur. Güvenilmez aydınlatma ve sabit olmayan mesafeler fotoğrafik sonuçları olumsuz etkilemektedir. Renk eşleştirmesi için dijital fotoğrafların kullanımı ancak kontrollü koşullar altında uygun olabilir (Tam and Lee 2012).

2.4. Diş Renklenmeleri

2.4.1. Diş renklenmelerinin etiyolojileri

Dişler tipik olarak bir dizi renkten oluşur ve her bir dişin gingival kenarından insizal kenarına kadar bir renk geçişi mevcuttur. Dişlerin gingival kenarı, dentin üzerinde minenin incelmeye nedeniyle sıklıkla daha koyu bir görünüme sahiptir. Çoğu insanda kanin dişleri santral ve lateral dişlerden daha koyudur ve genç insanların, özellikle süt dişlenme döneminde, karakteristik olarak daha açık dişleri vardır. Ayrıca yaşlanma sürecinden dolayı zamanla sekonder dentin oluşur ve mine tabakası inceler. Bunun sonucunda da daha koyu renk değişikliği meydana gelir (Watts and Addy 2001). Dişin mine, dentin ve pulpa yapılarındaki herhangi bir değişiklik, ışığı geçirme ve yansıtma özelliklerinden dolayı dişin dış görünümünde de değişikliğe neden olabilir. Bu nedenle dişlerin renklenmesi dış görünümünü etkiler. Diş renklenmelerinin nedenleri, lekelerin konumuna göre dışsal veya içsel olarak sınıflandırılabilir. Başarılı bir beyazlatma tedavisi, dişteki renklenmenin türüne, yoğunluğuna ve konumuna ilişkin hekim tarafından doğru teşhis konulmasına bağlıdır (Suliman 2004).

Diş kaynaklı renklenmeler

Dışsal lekeler, diş yapısının dış yüzeyinde yer alan ve topikal veya dışsal ajanların neden olduğu renk değişikliği olarak tanımlanır. Dışsal lekeler 2 gruba ayrılabilir; direkt ve indirekt ya da kaynağına göre metalik veya metalik olmayan olarak da sınıflandırılabilir (Tablo 1) (Suliman 2008, Manuel, Abhishek et al. 2010).

Direkt renklenme (metalik olmayan), pelikül tabakasına dahil olan bileşiklerden kaynaklanır. Direkt renklenme, kromojenin temel renginin bir sonucudur. Direkt renklenme diyet kaynaklarından elde edilen veya alışkanlıklarla ağza yerleşen kromojenlerle çok faktörlü bir etiyolojiye sahiptir. Bu organik kromojenler pelikül tarafından alınır ve verilen renk, kromojenin doğal rengine göre belirlenir (Watts and Addy 2001)

İndirekt renklenme (metalik) diş yüzeyindeki kimyasal etkileşimden kaynaklanır. Genellikle katyonik antiseptikler ve metal tuzları ile ilişkilidir. Bu ajanlar renksizdir veya diş yüzeyinde oluşan lekeden farklı renktedir. Genellikle bu tip renklenmelerin uzaklaştırılması oldukça zordur (Manuel, Abhishek et al. 2010).

Dışsal diş lekelerinin çoğu rutin profilaktik prosedürlerle ve oral hijyen eğitimi ile giderilebilir. Zamanla dışsal lekeler koyulaşarak ve daha kalıcı hale gelebilir, ancak yine de beyazlatma işlemine oldukça hassastır (Malpani, Shiraguppi et al. 2019).

Çizelge 2.1. Diş renk değişikliğinin dışsal nedenleri

<i>Sınıflandırma</i>	Sorumlu faktörler	Örnekler	Renk
<i>Direkt renklenmeler (Non-metalik renklenmeler)</i>	Diyet	Çay, kahve ve diğer gıdalar	Kahverengiden siyaha
	Oral hijyen	Diş plağı, diş taşı ve gıda parçacıkları Kromojenik bakteriler	Sarı kahverengi Kahverengi/siyah/yeşil turuncu
	Alışkanlıklar	Tütün içmek/çiğnemek	Koyu kahverengi/siyah
	İlaçlar	Katyonic antiseptikler Örneğin: Klorheksidin Uçucu yağlar/ fenolik gargara Sistemik antibiyotikler, Örneğin: Minosiklin	Sarı kahverengi Sarı Yeşil-gri
<i>İndirekt renklenmeler (Metalik renklenmeler)</i>	İlaçlar	Demir içeren oral solüsyonlar Ağız gargarasında bakır tuzu Ağız gargarasında potasyum permanganat Kalay florür Gümüş nitrat	Siyah Yeşil Mordan siyaha Altın kahve Gri
	Meslek ve çevre	Demir, manganez ve gümüşe maruz kalma Civa ve kurşun tozuna maruz kalma Bakır ve nikel Kromik asit dumanları	Siyah Mavi-yeşil Yeşil Koyu turuncu

2.4.2. İç kaynaklı renklenmeler

İçsel lekeler dişin çok daha derinlerinde oluşur. Bazen diş oluşurken koyu pigmentli moleküllerin dişin kristal yapısına dahil edilmesiyle meydana gelirler (Alqahtani 2014). Bu renklenmeler birden fazla faktörden kaynaklanabilir. Bir dizi metabolik hastalık ve sistemik faktörün diş gelişimini etkilediği ve renk değişikliğine neden olduğu bilinmektedir

(Malpani, Shiraguppi et al. 2019). İçsel diş renklenmesinin endojen veya eksojen kökenli çeşitli nedenleri vardır. Bu değişiklikler odontogenez sırasında veya sonrasında ortaya çıkabilir (Tablo 2 ve 3) (Manuel, Abhishek et al. 2010).

Çizelge 2.2. İçsel renk değişikliğinin Pre-erüptif renklenmelerin nedenleri

Sorumlu faktörler	Olgu	Renk
<i>Metabolik Bozukluklar</i>	Hiperbilirubinemi Profiria Alkaptonüri	Sarı-Yeşil Kırmızımsı kahverengi Kahverengi
<i>Diş Germin Bozulması</i>	<u>Lokalize</u> Turner dişleri <u>Genel</u> Enfeksiyon (anne veya çocukluk) Beslenme eksikliği Molar/kesici diş hipomineralizasyonu	Beyazdan sarıya Kahverengimsi
<i>Genetik Bozukluk</i>	Amelogenesis imperfekta Dentinogenesis imperfekta Dentin displazisi Sistemik sendrom Örneğin: Epidermolizis bülloza	Sarı kahverengi Mavi kahverengi Sarı Sarı
<i>İlaçlar</i>	Tetrasiklin Minosiklin Siprofloksasin Florür takviyeleri	Sarı, kahverengi, mavi veya grimsi Mavi-yeşil Yeşilimsi Kireçli beyazdan kahverengine / siyaha
<i>Çevresel</i>	Endemik florozis	Kireçli beyazdan kahverengine / siyaha

Çizelge 2.3. İçsel renk değişikliğinin Post-erüptif nedenleri

Sorumlu faktörler	Örnekler	Renk
<i>Diş çürüğü ve aşınması</i>	<u>Diş çürüğü</u> Başlangıç aşamasında Aktif Durmuş <u>Diş aşınması</u>	Kireçli beyaz Sarımsı kahverengi Koyu kahverenginden siyaha Sarımsı
<i>Pulpal Nedenler</i>	Yaşlanma ile kanamalı pulpa travması Kalsifik metamorfoz	Sarımsı gri-kahverengi Sarımsı ile sarımsı kahverengi
<i>Dental Materyaller</i>	Amalgam (Korozyon) Kompozit/GIC Kanal içi ilaçlar Örneğin: Iodoform, Ledermix Tıkayıcı malzemeler ve kapatıcılar	Pembemsi mavi-kahverengi Sarımsı kahverengi Kahverengimsi gri Grimsi

İşsel lekeler düzenli profilaktik prosedürlerle uzaklaştırılmaz. İşsel renklenmelerinin giderilebilmesi için mine ve dentine nüfuz eden ajanlarla beyazlatma yapılarak kromojenlerin oksitlenmesi gerekir (Alqahtani 2014).

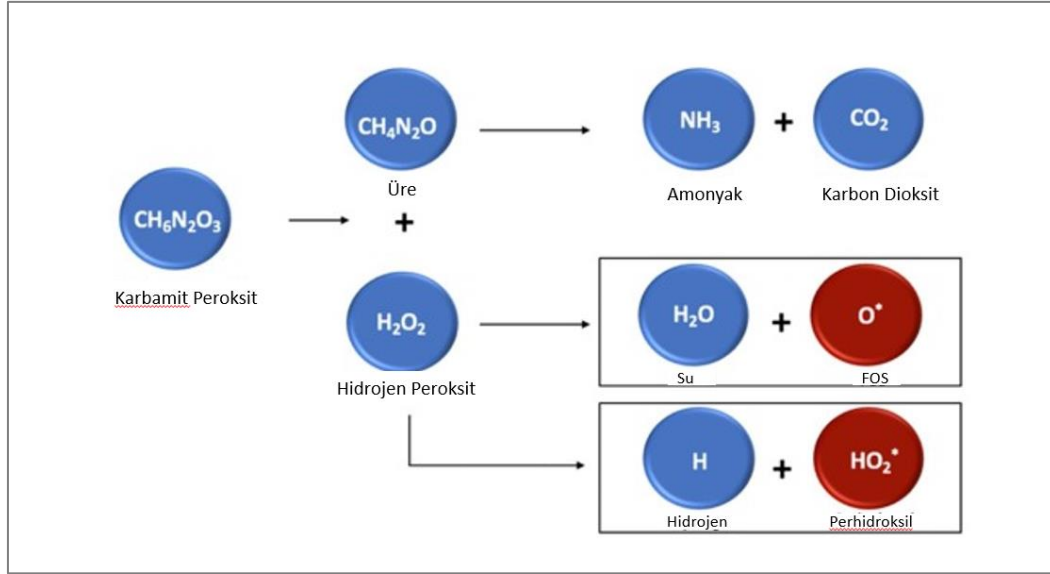
2.5. Beyazlatma Ajanların İçeriği

Beyazlatma işlemi, koyu renkli dişlerin daha açık bir renge dönüşmesini sağlayan bir tedavi yöntemidir. Beyazlatma tedavisinde sıklıkla kullanılan aktif ana ürünler hidrojen peroksit ve hidrojen peroksitin öncüsü olan karbamid peroksittir. Ayrıca jel içerisinde in-aktif kısmında yardımcı ürünler ve katkı maddeleri de içerebilir (Alqahtani 2014).

2.5.1. Aktif ürünler

Hidrojen Peroksit: Renksiz, berrak bir sıvı şeklindedir ve acı tadı vardır. Çok güçlü oksitleyici özelliğe sahip bir reaktif oksijen türü olan hidrojen peroksit 34,0128 m/mol gibi hafif bir molekül ağırlığına sahip olması sebebiyle ortamdan kolaylıkla geçiş yapan kompleks bir yapıdır (Kwon and Wertz 2015). Hidrojen peroksit, suya ve reaktif oksijen radikallerine ayrılan kararsız bir bileşiktir ve fazlasıyla kararsız bir yapıda olup suda tamamen çözünerek pH' ı konsantrasyonuna göre değişen asidik bir çözelti oluşturur (Alqahtani, Stone et al. 2020). Hidrojen peroksit diş yüzeyine nüfuz ederken, alkali koşullar altında (ideal pH 9.5 ila 10 arasında) parçalanarak en güçlü serbest radikal ürünü olan perhidroksil anyonlarına ayrışır. Diğer pH aralık koşullarında serbest radikaller meydana gelir. Alkali ortamlarda hidrojen peroksitin, perhidroksil anyonlarına parçalanması ağartma etkinliğini daha verimli hale getirir (Sulieman 2004).

Karbamid Peroksit: Hidrojen peroksitin aksine su ile temas ettiğinde parçalanmayan yüksek stabilitesi olan beyaz kristalli bir yapıdır. Bu durum uzun süreli beyazlatma işlemine izin veren yavaş bozulmasına yol açar. Ağartma için kullanılan konsantrasyonlar %10 ve %35 konsantrasyonlarda değişir. %10 karbamid peroksit, %3,6 hidrojen peroksit ve %6,65 üreye ayrışır. Üre ayrıca amonyak ve suya parçalanarak solüsyonun pH'ını artırma eğilimine neden olur. Hidrojen peroksit konsantrasyonu, karbamit peroksit konsantrasyonunun üçte birine denk gelmektedir (Kwon and Wertz 2015).



Şekil 2.4. Karbamid peroksitin, hidrojen peroksit ve üreye parçalanmasını gösterir. HP daha sonra suya ve kromojenleri aktif olarak parçalayan serbest oksijen türlerine dönüşecektir (Alkahtani, Stone et al. 2020)

2.5.2. Yardımcı ürünler

Karbopol (karboksipolimetilen), beyazlatma ajanların içeriğinde en sık kullanılan yardımcı ürün olmakla beraber beyazlatma ajanın viskozitesini arttırarak yüzey adaptasyonunu arttırır. Diğer bir avantajı ise beyazlatma ajanın ortama daha fazla aktif oksijen açığa çıkarmasına olanak sağlamasıyla ağartma süresini dört katı kadar arttırır. Böylelikle tedavi boyunca jelin değiştirilme sıklığı azaltılmış olur

Gliserin ve propilen glikol, beyazlatma ajanı içerisinde taşıyıcı olarak rol alır ve nemin korunmasını sağlayarak diğer içeriklerin de çözünmesini sağlar. Dezavantajı ise dehidratasyona sonucu yarı saydamlık kaybına neden olmasıdır.

Yüzey aktif madde beyazlatma ajanı içeriğinde yer alır ve ince bir tabaka halinde yüzey ıslaklığını arttırmasıyla yüzeyi örter ve beyazlatma uygulamasının verimliliğinde artış sağlar.

Metil propilparen, beyazlatma ajanın içeriğinde anti-bakteriyel olarak rol alır. Ayrıca ortama demir bakır gibi metallerin geçişini sağladığından dolayı peroksitler hızla parçalanır, böylelikle beyazlatma reaksiyonun hızlandırılmasına da katkıda bulunur.

Tatlandırıcılar ise ağızda hoş bir tat bırakmasından dolayı hastaların beyazlatma tedavisini uyumlu karşılayabilmesi amacıyla eklenmiştir. Jel nane muz , kavun , anason gibi aromalar içerebilir (Greenwall 2001).

2.5.3. Katkı maddeleri

Beyazlatma tedavisinin verimliliğini arttırmak veya yan etkilerini minimal seviyeye indirmek için beyazlatma ajanların içeriğine farklı bileşenler eklenebilir.

Potasyum nitrat, diğer katkı maddelerine göre oldukça avantajlı olup ağartma işlemi sırasında depolarize olan sinirin repolarizasyonunu durdurarak anestezi etkisi gösterir. Böylelikle beyazlatma tedavisi sonrası görülen diş hassasiyetini azaltır.

Florür, içine eklenen beyazlatma ajanının işlevini değiştirmeden mine üzerinde daha az demineralizasyona neden olmasını sağlar. Ayrıca dentin tübüllerini tıkayarak dentin sıvısının akış hızını azaltır ve böylelikle beyazlatma sonrası diş hassasiyetini azaltır.

ACP-CCP (Amorf Kalsiyum Fosfat-Kazein Fosfopeptit) eklenen beyazlatma jellerinin remineralizasyon yoluyla ağartma etkinliğinin artacağı ve işlem sonrası diş hassasiyeti riskinin azalacağı belirtilmiştir (Tam 2001).

2.6. Beyazlatma Ajanların Mekanizması

Beyazlatma mekanizması tam anlaşılmamakla beraber günümüze kadar 3 teori mevcuttur:

2.6.1. Diffüzyon teorisi

Oksitleyici moleküllerin mine ve dentin tübülleri içindeki oldukça geçirgen yapıdaki interprizmatik boşluklardan difüzyonuna (yayılmaya) dayanır. HP uygulandıktan sonra oksitleyici moleküller 2 hafta boyunca diş yapısında dolaşmaya devam eder (Kwon, Wertz et al. 2012).

2.6.2. Kromofor teorisi

HP'in organik kromoforlarla etkileşimine dayanır ve "Kromofor Teorisi" olarak adlandırılır. Pigment molekülleri diş yapısının içine yerleştirilmiş tek veya çift bağlardan oluşan uzun ve karmaşık karbon zincirlere sahip kromofor olarak adlandırılan organik bileşiklerdir. Dişler içerisindeki bu uzun zincirler yansıtılan ışığı daha fazla emdiğinden dolayı dişin daha koyu renkte görünmesine neden olurlar. HP tarafından salınan, güçlü oksitleyici moleküller güçlü çift bağları kırar ve diş renginin değişmesini azaltan oksitleyici bir işlemle kromojenlerle reaksiyona girer (Alkahtani, Stone et al. 2020). Ağartma sırasında karbon zincirleri, salınan reaktif oksijenle birlikte kademeli olarak salınarak CO₂ ve H₂O'ya dönüştürülür. Maksimum ağartmanın gerçekleştiği an, doyma (satürasyon noktası) noktası olup bu aşamadan itibaren pigmentler artık ağartılamaz ve beyazlatma işlemine devam edilirse protein yapıları hızlıca yıkıma uğrayarak minede mineral kaybı ile sonuçlanır (Kwon and Wertz 2015).

2.6.3. Yüzey değişimi teorisi

Minenin oksidasyonu sonucu minenin yüzeysel katmanında meydana gelen deproteinizasyon ve demineralizasyon gibi mikromorfolojik değişiklikler diş etkiler. Çalışmalar, pürüzlü yüzeylerin daha dağınık bir yansıma yaratarak nesneyi daha parlak hale getirdiğini, pürüzsüz bir yüzeyin ise daha aynasal yansıma yolu açtığını belirtmiştir. Ayrıca mavimsi-beyaz olarak yansıyan kısa dalga boylarının geri saçılımındaki artış dişlerin ışık saçılımında önemli rol oynar (Joiner 2004). Beyazlatmanın üçüncü teorisi ışığı farklı yansıtan değiştirilmiş bir diş yüzeyi aracılığıyla renk değişiminin algılanmasıyla ilişkilidir ve pürüzlü bir yüzeyden ışık yansıtıldığında daha parlak görüldüğü fikrine dayanır (Kwon and Wertz 2015). Ayrıca bazı çalışmalar, diş beyazlatmayla ilişkili diş rengi değişiminin, kromoforların parçalanmasından ziyade temel olarak mineral kaybına bağlı olduğunu da ileri sürmektedir (McCracken and Haywood 1996, Kwon, Huo et al. 2002).

Mevcut literatür bilgisi diş beyazlatmanın üç farklı teoride gerçekleşebileceğini belirtmektedir. Hidrojen peroksitin baskın mekanizması olarak kabul edilen "Kromofor Teorisi" tam olarak desteklenmemektedir. Bunun nedeni diş renklenmelerinin, yalnızca organik renklendirici moleküllerin özellikleriyle belirlenmemesi; aynı zamanda diş yüzeyindeki ve diş yapısındaki mikromorfolojik değişikliklerden de diş renginin etkilenmesi olarak açıklanmaktadır. Kromofor teorisinde göre ise beyazlatma işlemlerinin bu yüzeysel

ve mikromorfolojik değişkenlere etkisi açıklanmamıştır. Beyazlatma mekanizmasının tam olarak anlaşılması için yüzey değişikliklerinin diş renginin görünümü üzerindeki etkisi üzerine daha ileri araştırmalar yapılmasına ihtiyaç vardır (Kwon and Wertz 2015).

2.7. Beyazlatma Endikasyonları/Kontrendikasyonları

2.7.1. Endikasyonlar

- Çay, kahve gibi renkli içecek tüketimine bağlı gelişen renklenmeler,
- Yaş ilerledikçe oluşan renklenmeler,
- Nikotin renklenmeleri,
- Tetrasiklin renklenmeleri,
- Travmaya bağlı pulpal kaynaklı renk değişiklikleri,
- Florozis,
- Estetik görünümelerini iyileştirmek isteyen hastalar,
- Restoratif tedavi işlemlerinden önce ve sonra,
- Tam seramik kron uygulamaları öncesi devital ve koyu renkli dişlerin renginin açılması (Suliman 2008).

İleri derece tetrasiklin renklenmelerinde beyazlatma tedavisine yetersiz cevap alınmadığı vakalarda beyazlatma tedavisi ile protetik işlemler kombine olarak uygulanabilir. Ancak ev tipi beyazlatma ajanları ile uzun süre tedavi uygulandığında, şiddetli tetrasiklin renklenmelerinin tedavi edilebildiği de rapor edilmiştir (Alqahtani 2014).

2.7.2. Kontrendikasyonlar

- Çok geniş pulpalı ve hassas dişleri olan bireyler,
- Gülme hattında yer alan geniş restorasyonlara sahip bireyler,
- Sensitivite, çatlak, dentin ve sementin ekspozite olduğu durumlar,
- Şiddetli periodontal hastalıkları olan oral hijyeni yetersiz bireyler,
- Diş eti çekilmeleri ve sarımsı kök yüzeylerinin açığa çıktığı geriatric hastalar
- Beyazlatma ajanının içeriğindeki peroksit veya diğer içeriklere karşı alerjisi olan bireyler,
- Beklentisi çok fazla olan hastalar,

- Çürük ve periapikal lezyonu olan hastalar,
- Hamilelik ve laktasyon dönemindeki hastalar,
- Sigara kullanan bireyler,
- 18 yaş altı bireyler (Sulieman 2008).

Ayrıca gülme hattında geniş restorasyon, kron köprü gibi protetik uygulamaya sahip olan hastalar beyazlatma tedavisi sonrasında mevcut restorasyonlarının yenilenmesinin gerekebileceği ve bu işlemin ek maliyet oluşturabileceği konusunda uyarılmalı ve beyazlatma işlemine onay alındıktan sonra başlanmalıdır. Ancak ortamın rengini alan kompozit rezin restorasyonların değiştirilmesi gerekemeyebilir (TÜZEL and CAN 2022).

2.8. Vital Beyazlatma Yöntemleri

Vital dişlerin beyazlatılmasında evde, diş hekimi gözetiminde klinikte ve bunların kombine uygulanması şeklinde 3 temel yaklaşım bulunmaktadır.

2.8.1. Diş hekimi gözetiminde klinikte uygulanan beyazlatma (ofis tipi beyazlatma)

Ofis tipi beyazlatma sistemleri, diş hekimleri tarafından kliniklerde yüksek konsantrasyonlarda HP (%30'un üzerinde) veya KP (%37) içeren ürünlerin genellikle kısa süreli diş yüzeyine uygulandığı bir tedavi yöntemidir. Piyasadaki beyazlatma jellerinin uygulanma şekli sıklığı ve konsantrasyonu değişkenlik gösterir (Maran, de Paris Matos et al. 2020). Genellikle optimum beyazlığa ulaşmak için 15 dakikalık periyotlarla 2- 4 seansa kadar uygulanabilir. HP diş yüzeyine uygulandıktan 30 dakika sonra serbest radikallerin tükenmesi nedeniyle üreticinin talimatlarına göre seansların 20 dakikayı geçmesi istenilmez ve her seansta yeni bir jel uygulanır. Toplamda beyazlatma işlemi 30 ile 60 dk. kadar sürer (Joshi 2016). Tedavi sırasında kullanılan beyazlatma ajanı çok yüksek oranda oksitleyici ajan içerdiğinden yumuşak ve çevre dokular korunmalı, ağız içerisine rubber dam veya diş eti üzerine ışıkla sertleşen rezin içerikli gingival bariyerler kullanılmalıdır.

Avantajları;

- Diş hekimi gözetiminde olduğundan güvenli olması,
- Durdurulması gerektiğinde müdahale edilebilir olması,

- Anında etki ederek hızlı ve etkili beyazlatma sağlaması,
- Yeteri kadar zaman ayıramayan hastalar için ideal bir yöntem olması,
- Klinikte uygulandığından hasta motivasyonuna bağlı tedavi sonuçlarının etkilenmemesi şeklinde sıralanabilir

Dezavantajları;

- Pahalı bir tedavi olması,
- Klinikte geçirilen sürenin uzun olması,
- Hasta veya hekim tarafından beyazlatma miktarının kontrol edilememesi,
- Yüksek oranda kostik etkisinin olması,
- Öngörülemeyen yumuşak doku hasarı riski,
- Beyazlatma sonrası dişlerde aşırı hassasiyet gibi istenmeyen durumların ortaya çıkabilmesi,
- Ağartma etkinliğinin yeterli olmama riski,
- Ev tipi beyazlatma sistemleriyle ile kombine tedavi ihtiyacının olabilmesi

şeklinde sıralanabilir (Haywood and Sword 2017).

2.8.2. Diş hekimi gözetiminde ev tipi beyazlatma

20.yy'ın sonlarına doğru “Gece Koruyuculu Diş Beyazlatma” tekniği keşfedildikten sonra “Altın Standart” tedavi yöntemi olarak görülmüştür. Literatürde etkinliğinin çok iyi olduğuna dair en fazla kanıt bulunan ve en çok kullanılan yöntemdir (Alqahtani, Stone et al. 2020). Kişiye göre özel tasarlanmış şeffaf plaklar içerisinde %10-20 konsantrasyonlarda değişen karbamid peroksit kişinin evde kendi kendine uygulaması için diş hekimi tarafından hastalara reçete edilir (Alqahtani 2014). Amerikan Diş Hekimliği Birliği (ADA) evde beyazlatma için %10 KP içerikli ürünleri onaylamıştır. Ev tipi beyazlatma prosedüründe %10 KP içeren jel gece boyunca 6-8 saat ya da daha yüksek konsantrasyonda %20 KP ise gün içerisinde 2- 4 saat şeklinde uygulanır. KP' in sadece %50'si 2 saatlik tedaviden sonra aktif bileşenlerine ayrıldığından dolayı KP' e sınırlı maruz kalma süresinin beyazlatma verimliliği açısından dikkate alınması önemlidir. Ev tip beyazlatma uygulama süresi 2-6 hafta gibi uzun bir süreci içermektedir (Mittal, Kaur et al. 2021).

Avantajları:

- Daha düşük maliyetli olması,
- Hastanın klinikte geçirilen zamanın azalması,
- Uygulama kolaylığı,
- Daha az yan etkinin bildirilmesi olarak sayılabilir

Dezavantajları:

- Hasta uyumun zor olması,
- Aşırı hevesli hastaların kullanma talimatlarına uymayıp aşırıya kaçan kullanımlarıyla beraber diş dokularına zarar verme ihtimali,
- Tedavi süresinin uzun olması sebebiyle hastaların plaklarını düzenli olarak kullanmalarını aksatabilmeleri ve bu durumun tedavi başarısını doğrudan etkilemesi,
- Plakların temizliğinin hijyen açısından önemli olması,
- Öğürme refleksi olan hastalarda kullanımının zor olması,
- Jelin tadınının sevilmemesi olarak sıralanabilir (Sulieman 2005).

Plak rezervuarlı veya rezervuarsız (beyazlatma jelin labial yüzeyindeki kalınlığını belirler) olarak yumuşak plastik şeffaf plakların dış hatları gingivayı takip edecek şekilde düz veya scallop (taraklı) şeklinde tasarlanabilir. Plak kalınlığı bruksizm hastalarında daha kalın ve öğürme refleksi olan hastalarda ise daha ince kalınlıkta olacak şekilde modifiye edilebilir (Sulieman 2005).

2.8.3. Diş hekimi gözetiminde olmayan reçetesiz satılan tezgâh üstü ürünler (over the counter-OTC)

Diş hekimi gözetiminde olmadan dişleri beyazlatmak amacıyla piyasaya sürülen düşük maliyetli, kolay erişilebilir ve reçetesiz satılan; Kişisel Bakım (Self Care) veya Tezgah Üstü (Over The Counter) ürünler olarak adlandırılan kişinin kendi kendine uyguladığı beyazlatma yöntemidir. Ağız bakım ürünleri sektöründe Tezgâh Üstü (OTC) ürünler olarak bilinen diş macunları, gargaralar, paint on jeller (vernikler), sakızlar, ışıklı beyazlatma plakları ve beyazlatma bantları bulunmaktadır. Bu ürünlere ulaşım kolaydır ve gülüş estetiğinin kolay

ve daha az maliyet ile iyileştirilmesi için cazip bir alternatif olarak piyasaya sunulmuştur (Karadas and Duymus 2015).

OTC sektörü son zamanlarda oldukça gelişmiş ve bu ürünlerin pazar payı başarılı bir büyüme göstermiştir. Bu ürünlerin başarısı, kozmetik ürün olarak kabul edilmelerinde yatmaktadır. Bu nedenle, farmasötik ilaçlardan çok daha az düzenlemeye tabidirler ve çoğu ülkede genellikle sağlık düzenleyici kurumlardan onay gerektirmeden satılabilirler (de Freitas, de Carvalho et al. 2021).

Ancak Avrupa Birliği'nin OTC ürünlerinin içeriğinde bulunan kostik etkiye neden olabilen hidrojen peroksit için uyguladığı yasal kısıtlamalar bu ürünlerin pek çok Avrupa ülkesinde üretilmelerinin durdurulmasına neden olmuştur. Yönergeye göre %0,1 ile %6 arasında H₂O₂ (hidrojen peroksit) konsantrasyonları içeren OTC ürünleri yalnızca diş hekimlerine satılabilmektedir. Belirtilen orandan daha düşük konsantrasyonlarda HP içeren OTC ürünlerinin ise beklenen beyazlatma etkisini gösteremeyeceği belirtilmiştir. Bu durum farklı aşındırma sistemlerine sahip yeni OTC beyazlatma ürünlerin piyasaya çıkmasına neden olacaktır (Alkahtani, Stone et al. 2020).

Hekim kontrolünde olmayan tezgâh üstü (OTC) ürünler üzerinde çok az araştırma mevcuttur ve hastalar tarafından ayırım gözetmeksizin satın alınıp kullanılabildikleri için uygunsuz kullanım riski yüksektir. Halkın diş renklemelerinin nedenleri hakkında bilgi sahibi olmamasına bağlı olarak bu ürünlerin uygunsuz kullanımı, yüksek aşındırıcılıklarından dolayı diş dokularının aşırı aşınması gibi olumsuz etkilerin ortaya çıkmasına neden olabilir. Tezgâh üstü (OTC) ürünlerinin yanlış kullanımları nedeniyle periodontal ve yumuşak dokularda tahriş meydana gelebilir. Ayrıca çoğu OTC beyazlatma ürününün diş beyazlatma etkinlikleri de şüphelidir (de Freitas, de Carvalho et al. 2021).

Hekim kontrolünde olmayan tezgâh üstü (OTC) ürünlerin bileşiminde yer alan aşındırıcı ürünlerin bileşimi ile ilgili olarak üreticilerden daha fazla şeffaflık ve bilgi talep edilmesi zorunludur. Ancak üreticilerin çoğunlukla ürünlerin içeriğini açıklamaması ürünlerin mine/dentin aşınması ve morfolojik özellikleri üzerindeki etkilerinin anlaşılmasını zorlaştırmaktadır (Brooks, Bashirelahi et al. 2020).

OTC beyazlatma sistemleri

Beyazlatıcı diş macunları

Günümüzde piyasada bulunan OTC ağız bakım ürünlerinin %50'den fazlasını beyazlatma özelliklerine sahip diş macunları oluşturmaktadır. Beyazlatıcı diş macunları, normal diş macunlarına kıyasla, genellikle daha fazla miktarda deterjan ile biyofilm ve diş lekelerin mekanik olarak uzaklaştırılmasını geliştirmek için tasarlanmış aşındırıcı sistemler içerirler. Beyazlatıcı diş macunları yüzey leke çıkarıcılarıdır, diş yüzeyinde çoğunlukla sadece diş lekeleri uzaklaştırır ve cilalama etkisi gösterir yani etkileyici beyazlatma üretmedikleri belirtilmektedir (Demarco, Meireles et al. 2009).

Beyazlatıcı diş macunları, diş dokuları üzerinde leke birikimini azaltan sodyum sitrat, sodyum peroksit ve sodyum heksametafosfat gibi ilave aktif maddeler içerebilir. Bazı OTC ürünlerinin içeriğinde, hidroksiapatitten gelen kalsiyuma büyük bir afiniteye sahip olan ve dışsal kromojenlerin onunla bağlanma kabiliyetini azaltan pirofosfat (sodyum pirofosfat ve sodyum tripolifosfat) yer alabilir. Bu aşındırıcıların çoğu, lekeli pelikülden daha yüksek sertliğe sahip çözünmeyen parçacıklardır. Bu nedenle, esas olarak diş lekelerde etkilidir, içsel renklenmeler ve dişlerin doğal rengi üzerinde çok az etkisi vardır (Joiner 2010). Ayrıca beyazlatıcı diş macunları beyazlatma etkisini iyileştirmek için aktif bileşen olarak düşük konsantrasyonlarda hidrojen peroksit de içerebilir. Ancak düşük HP konsantrasyonları ve kısa süreli maruziyet nedeniyle, HP içerikli OTC ürünlerinin beyazlatma etkinliği çok daha azdır. Bazı beyazlatıcı diş macunları optik bir yaklaşımla diş renginin görsel algısını değiştiren ve dişlerin yansıyan rengini sarıdan maviye kaydıran bir boyama maddesi olan blue covarine (mavi boya) içerebilir (de Freitas, de Carvalho et al. 2021).

Beyazlatıcı gargaralar

Beyazlatıcı gargaraların içeriğinde genellikle kromojenik moleküllerin parçalanmasını sağlayan (%1-4) HP, diş leke oluşumu engelleyen sodyum heksametafosfat ve dışsal kromojenlerin diş yüzeyine bağlanmasının engelleyen pirofosfatlar gibi aşındırıcı bileşenler yer alır (Soares, Amaral et al. 2015). Bu nedenle beyazlatıcı gargaraların beyazlatma üretmesinden ziyade lekelerin oluşmasında önleyici bir boyama maddesi olarak işlev gördüğü vurgulanır. Ancak beyazlatıcı gargaraların beyazlatma etkinliğinin klinik bir anlamı yoktur ve profesyonel beyazlatmanın yerini alamamasının temel nedeni gargaraların diş yüzeylerinde ki sınırlı penetrasyonu olarak belirtilmiştir. Beyazlatıcı gargaraların çoğunun

içeriğinde düşük konsantrasyonda peroksit ajanı yer alsa da kullanımlarında yumuşak dokularda herhangi bir hasara neden olmadığı ve uzun vadeli olumsuz etkiler açısından önemli bir risk oluşturmadığı belirtilmiştir (Vieira-Junior, Ferraz et al. 2019).

Beyazlatıcı paint on jeller (vernükler)

21.yy'ın başlarında düşük maliyetli bir beyazlatma ürünü olarak beyazlatıcı vernükler piyasaya sürülmüştür. Kolay uygulanmalarıyla pahalı profesyonel beyazlatma yöntemlerine karşı bir alternatif olarak görülmüştür ve o zamandan beri popülerliği artmıştır. Beyazlatıcı vernükler, çeşitli konsantrasyonlarda HP veya KP içerikli süspansiyonlar olup bir aplikatör (fırça, kalem vs.) yardımıyla diş yüzeyine uygulanır (Demarco, Meireles et al. 2009). Beyazlatma etkinlikleri hakkında sınırlı çalışma bulunmaktadır. Ayrıca hastalar tarafından plak benzeri bir taşıyıcı yardımı olmadan vernüklerin direkt diş yüzeyine uygulanması, jelin taşması veya yutulması halinde peridontal dokularda ve gastroözofageal yol üzerinde risk oluşturabilir (Naidu, Bennani et al. 2020).

Beyazlatıcı sakızlar

Dışsal lekelenmeyi önleyen bir OTC ürünüdür ve hidroksiapatite yüksek afiniteye sahip olan ve dışsal kromojenlerden daha güçlü bağlanma sergileyen sodyum metafosfat veya heksametafosfat gibi bileşenler içerir. Ancak bu OTC ürünlerin beyazlatma etkinlikleri konusunda yeterli bilimsel kanıt bulunmamaktadır (Naidu, Bennani et al. 2020).

Işıklı beyazlatma plakları

İnternette, ışıkla etkinleştirilen jel içerikli beyazlatma plakları ile beyazlatmanın nasıl yapıldığını öğreten çok çeşitli videolar yer almakta ve bireyler internetten ve eczanelerden bu ürünlere kolayca ulaşabilmektedir (de Freitas, de Carvalho et al. 2021). Ancak kullanılan jelin aktif bileşenin açıklanmaması, prefabrik plağın yumuşak dokuya zayıf adaptasyonu ve beyazlatma plağına bağlı eklemlerde sorun oluşturma riskleri sistemin önemli sorunlarıdır (Demarco, Meireles et al. 2009). Etkinlikleri ve güvenli bir şekilde kullanılacakları ile ilgili yeterli bilimsel kanıt bulunmamaktadır.

Beyazlatma bantları

Plaklar ile uygulanan ev tipi beyazlatmaya alternatif olması düşüncesi %5-%15 hidrojen peroksit emdirilmiş polietilen bantlar piyasaya sürülmüştür (Demarco, Meireles et al. 2009). OTC beyazlatma bantların kullanım şekilleri çok fazla değişkenlik gösterip genellikle 5 ila 60 dakika arasında, günde 1 veya 2 kez 14 gün ile 18 ay arasında değişken uygulama prosedürleri ile mine yüzeyine yapıştırılarak uygulanırlar (Naidu, Bennani et al. 2020). Ev tipi beyazlatma ile beyazlatma bantlarını beyazlatma etkinlikleri açısından kıyaslayan çalışmalara göre sistemin başarılı performans gösterdiği bildirilmiştir (Auschill, Savio et al. 2012, Da Costa, McPharlin et al. 2012). Bu OTC ürünün başarısının arkasında yüksek hidrojen peroksit konsantrasyonu ve diş yüzeyinde artan temas süresinin olduğu belirtilmiştir (Devila, Lasta et al. 2020). Ayrıca diğer OTC ürünleri (gargaralar, boyama jelleri vs.) ile beyazlatma bantların kıyaslandığı çalışmalarda beyazlatma bantlarının daha yüksek beyazlatma etkinliği gösterdiği de belirtilmiştir (Gerlach and Barker 2003, Bizhang, Mueller et al. 2007). Ancak yakın tarihli bir meta-analize göre beyazlatma bantların spektrofotometre ölçümlerinde iyi bir renk değişimine yol açtığı ancak çıplak gözle renk değişiminin tespit edilemediği bildirilmiştir (da Rosa, Maran et al. 2020). Ayrıca çeşitli konsantrasyonlarda HP içeren beyazlatma bantların dışında HP içermeyen kömür içerikli beyazlatma bantları da piyasada mevcuttur. Ancak sınırlı bilgilerimiz dahilinde kömür içerikli beyazlatma bantların etkinlikleri konusunda literatürde herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır.

Kömür içerikli tezgâh üstü (OTC) sistemleri

Kömür günümüzde eski tıp tekniklerinin yeniden doğuşuyla beraber moda olan bir sağlık bileşenidir. Son yıllarda sosyal medyanın da etkisiyle “doğal”, “detoks”, “vegan” vb. isimleri içeren organik doğal ürünlerin piyasaya çıkışı hızlanmıştır. Bu bağlamda daha beyaz dişler vaat eden kömür tozu içerikli ürünler; diş macunları ve ağız gargaraları piyasaya çıkmıştır (Franco, Uehara et al. 2020, Thakur, Ganeshpurkar et al. 2020).

Aktif kömür; odun, hindistancevizi kabuğu, fındık kabuğu ve bambu gibi organik maddelerin yakılması ile ortaya çıkan bir üründür (Greenwall-Cohen, Francois et al. 2019). Hayvansal ve bitkisel maddelerin oksijensiz ortamda ısıtıldığı yavaş piroliz adı verilen bir

yöntemle su ve diğer uçucu bileşenlerin uzaklaştırılmasıyla siyah karbon ve kül kalıntısı hidrokarbon üretilir (Thakur, Ganeshpurkar et al. 2020).

Aktif kömür, hafif aşındırma ve diş yüzeyindeki dışsal lekeleri emme mekanizmasıyla etki eder ve diş beyazlatma tedavisinde kullanılabilir (Greenwall-Cohen, Francois et al. 2019). Aktif kömür ağzın pH'ını değiştirme kapasitesine sahip olduğundan dolayı anti-mikrobiyal etkinlik gösterir ve ağız kokusunun kontrol altına alınmasını sağlar. Dişlerini beyazlatmak isteyen hastalar için uygun maliyet sunar (Brooks, Bashirelahi et al. 2020).

Kömür içeren ağız bakım ürünleri çok sık veya yanlış kullanılırsa minenin aşınmasına neden olabilir. Mine kaybı, dentinin açığa çıkmasına ve hassasiyetin artmasına da neden olabilir. Ayrıca aşındırıcı maddelerle temas ettirildiğinde ve asidik diyetlere maruz kaldığında minenin pürüzlülüğünü daha fazla arttırabilir Kömür gibi aşındırıcı malzemelerin düzenli kullanımı, dişlerin daha beyaz görünmesini sağlayan yüzey lekelerini temizleyebilir ancak bu etki kısa vadelidir. Bu ürünlerin düzenli kullanımı, kalıcı hasara neden olan mine aşınması nedeniyle dişlerin zamanla daha da sararmasına neden olabilir (Thakur, Ganeshpurkar et al. 2020). Ayrıca kömür içeren OTC ürünlerin kullanımı sırasında ortaya çıkan koyu renkli köpük, dişlerdeki yapısal kusurları renklendirme, diş eti sulkuslarında birikme, dili karartma ve fırça kıllarını pigmentlendirme eğilimindedir. Ayrıca kömür parçacıkları dişlerdeki çatlaklarda, yapısal kusurlarda ve diş ile dental restorasyonlar arasındaki boşluklarda birikebilir. Bu durum diş estetiğini olumsuz etkiler, restorasyon kenarlarının çevresinde gri veya siyah bir çizgiye neden olması nedeniyle restorasyonların değiştirilmesini gerektirebilir (Brooks, Bashirelahi et al. 2017, Greenwall-Cohen, Francois et al. 2019).

Kömür içerikli hekim kontrolünde olmayan tezgâh üstü (OTC) ürünlerin ağız ve diş bakımında güvenli kullanımı ile ilgili literatürde yeterli bilimsel kanıt mevcut değildir. Ürün etkinliğinin ve güvenliğinin belirlenmesi için bu tür ürünlerin kontrollü klinik deneylerine ve laboratuvar araştırmalarına ihtiyaç vardır (Thakur, Ganeshpurkar et al. 2020).

2.9. Beyazlatma Tedavisinin Potansiyel Riskleri

2.9.1. Hassasiyet

Diş hassasiyeti, beyazlatma tedavisinin klinik olarak saptanabilen ve en sık görülme oranına sahip yan etkisidir. Genellikle ağartma tedavisi sırasında veya sonrasında; 1-4 gün süren;

geçici ve orta ila hafif şiddettedir. Bu durumun dentin tübüllerinden difüze olan ve geçici bir pulpal reaksiyona neden olan ağartıcı ajanların yan ürünlerinin bir sonucu olduğuna inanılmaktadır (Sulieman 2008, Carey 2014).

Dişlerdeki hassasiyet hissi tam olarak anlaşılammıştır ve diş hassasiyetini açıklamak için üç teori öne sürülmüştür. Bunlar nöral, hidrodinamik ve odontoblast dönüştürücü teoriler olarak sayılabilir. Nöral teoride, dentin tübüllerine nüfuz eden sinir uçları doğrudan dış uyaranlara yanıt verir. Hidrodinamik teoride ise dentin tübülleri içindeki sıvı hareketleri dentin yakınındaki sinir uçları tarafından algılanır. Son hipotez, ağrı transdüserlerinin kendi başlarına odontoblastlar olduğunu destekler. Bununla birlikte diş hassasiyetinin, peroksitler gibi oksitleyici bileşiklere yanıt veren Transient Reseptör Potansiyel Ankyrin 1 (TRP1) iyon kanalları aracılığıyla pulpal duyuusal afferentlerin doğrudan aktivasyonundan kaynaklandığı da düşünülmektedir (Rodríguez-Martínez, Valiente et al. 2019).

Diş beyazlatma ajanlarına diş hassasiyetini azaltmak veya ortadan kaldırmak için potasyum nitrat (KNO₃) ile sodyum florür (NaF) ve amorf kalsiyum fosfat (ACP) gibi bileşikler eklenmiştir (Irusa, Abd Alrahaem et al. 2022). Ağartma jellerine katılan farklı türdeki hassasiyet giderici bileşiklerin etki mekanizması aynı değildir. Potasyum tuzları sinir lifinin depolarizasyonunu önleyerek duyu sinirinin aktivasyonunu azaltmada olası bir etkiye sahipken; florür ve kalsiyum açığa çıkan dentin tübüllerini yeniden mineralize eder ve sonuç olarak dentin geçirgenliğini azaltır (Irusa, Abd Alrahaem et al. 2022). Ayrıca diş hassasiyetini önlemek için ofis tipi beyazlatma tedavilerden önce ibuprofen ve asetaminofen (NSAID) birlikte verildiğinde ağrının önlenmesinde başarılı olduğu da belirtilmiştir. Bu nedenle NSAID ilaç grubu ağartma prosedürlerinden kaynaklanan aşırı diş hassasiyeti için endikedir (Rodríguez-Martínez, Valiente et al. 2019).

2.9.2. Yumuşak doku üzerine etkileri

Diş eti tahrişi genellikle beyazlatmanın başka bir olası yan etkisidir. Ofis tipi beyazlatmada yüksek HP içeriğinden dolayı HP' in kostik potansiyeli sonucu doğrudan teması ile kolayca beyazlama ve yanıklara neden olabilir. HP doğrudan teması ile dişetinde ülserasyon, erozyon ve diş eti çekilmesi gibi değişikliklere sebep olabilir. Bu etkilerin büyüklüğü, ağartma ürünündeki HP 'in temas süresi ve konsantrasyonu ile orantılıdır. Bu nedenle yumuşak

dokuları rubber dam ile korunması veya diş etinin gingival bariyerin dikkatlice uygulanması önemlidir (Alqahtani 2014)

Ev tip beyazlatma sırasında diş eti tahrişi insidansı %5-50 arasında değişmektedir. Altta yatan en büyük sebep diş arkına uygun olmayan ağartma plağının kullanılmasıdır. Ayrıca ağartma ajanının fazla kullanılması sonucu plaktan taşmasıyla da diş eti tahrişi ortaya çıkabilir (Irusa, Abd Alrahaem et al. 2022).

Diş hekimi gözetimi olmadan beyazlatma için kullanılan OTC ürünlerin (diş beyazlatma bantları, prefabrik plaklar, vernikler vs..) hastaların bireysel diş arklarına uyacak şekilde özelleştirilmediğinden, ürünün diş eti papillasına doğrudan temas etmesiyle yumuşak dokuda tahriş meydana gelebilir. Ağartma ajanların diş çapraşıklığı olan hastalarda periodontal dokularla temas riski çok daha yüksektir (Perdigão, Perdigão et al. 2016).

2.9.3. Sert doku üzerine etkisi

Mine Pürüzlülüğü: Yüksek oranda pürüzlü mine yüzeyi diş yüzeyinde plak oluşumunu destekleyebilir ve mine yüzeyi dış renklenmeye karşı daha duyarlı olur. Ağartma tedavisinde HP 'in kimyasal reaksiyonu sonucu salınan serbest radikaller mine yapısında bir takım değişiklikler meydana getirir ve böylelikle diş yapısı daha kolay aşınarak pürüzlü hale gelebilir (Kwon and Wertz 2015). Ancak bu konuda literatürde ortak bir fikir birliği yoktur. Bir çalışmada ağartma ajanının uygulandığı minenin yüzey topografisi çok az değişiklik gösterir yada göstermez şeklinde belirtilirken (Haywood, Leech et al. 1990), ağartma ajanının pH ve yoğunluğuna bağlı olarak mine pürüzlülüğünde artış olduğunu bildiren çalışmalar bulunmaktadır (Eva, Marijan et al. 2013, Sa, Sun et al. 2013). Piyasadaki beyazlatma ajanların pH aralığı çok geniş olmakla beraber ya çok asidik ya da çok bazik olabilmektedir. Ağartma ajanının diş yapısına potansiyel zararlı etkileri ajanın kendisinden ziyade sahip olduğu formülasyonla ya da pH' la ilişkilendirilmektedir (Sulieman 2008).

Mine Sertliği: Ağartma ajanına maruz kalmış diş yüzeyleri mine sertliği üzerine potansiyel komplikasyonlar sonucu dirençsiz bir yapıya dönüşerek kırılmaya karşı hassas hale gelebilir. HP'in kimyasal oksidasyonu sonucu mine ve dentinin morfolojisinde meydana gelen değişiklikler sonucu sertlikte azalma meydana gelebilir (Markovic, Jordan et al. 2007). Ağartma sonrası minenin fiziksel değişimi ağartma ajanının pH ve konsantrasyonu ile

orantılıdır. Ayrıca ağartma ajanının uygulama süresinin, pH ve konsantrasyonuna göre mine yapısında değişiklik oluşturmada çok daha büyük bir etkisi olduğu da belirtilmiştir. Uygulama süresinin uzaması pH ve konsantrasyonun diş yapısında değişiklik oluşturma etkisini de artırır (Alkahtani, Stone et al. 2020).

Mine Yüzey Kaybı: Ağartma ajanlarının pek çoğu asidik bir yapıya sahiptir ve bu nedenle minede inorganik madde kaybına yol açabilirler. Minenin inorganik yapısının demineralize olma derinliği ağartma ajanın konsantrasyonu, pH' ı ve uygulama süresi ile doğru orantılıdır. Yüksek konsantrasyonlarda hidrojen peroksit içeren ağartma ajanları ile yapılan beyazlatma, minenin demineralize olmasına, yüzey pürüzlülüğünün artmasına ve dişin demineralizasyona duyarlılığının artmasına neden olabilir (Carey 2014). Yüksek konsantrasyonlarda HP ile daha düşük HP konsantrasyonları karşılaştırıldığında yüksek konsantrasyonlu HP' in uygulandığı minenin mineral bileşiminde önemli değişiklikler olduğu bildirilmiştir (Oltu and Gürkan 2000). Başka bir çalışmada ise 6 saatlik ağartma tedavisi sonrası mine dokusunda kaybedilen kalsiyum miktarının 2.5 dakika kolaya maruz kaldıktan sonra kaybedilen kalsiyum miktarına yakın olduğu bildirilmiştir (McCracken and Haywood 1996). Ağız içerisinde ise tükürük proteinlerinin yardımıyla gözenekli mine içerisine kalsiyum-fosfat çökmesi meydana geleceği için, mine yüzeyinde meydana gelen mineral değişimine karşı konularak minenin normal duruma geri dönmesi sağlanabilir (Alkahtani 2014).

2.9.4. Restorasyon üzerine etkisi

Ağartma tedavisi esnasında ağız içerisinde farklı restorasyonlar yer alabilir ve bu restorasyonların peroksitlerden nasıl etkileneceği önemlidir.

Yüzey pürüzlülüğü: Restorasyonların iyi cilalanması ve parlatılması plak tutma riskini azaltarak restorasyonların ömrünü ve sağlığını olumlu yönde etkiler. Beyazlatmadan sonra hibrit rezin kompozitlerin üzerinde hafif değişiklikler, mikro çatlak oluşumu ve yüzey pürüzlülüğünde artış bildirilmiştir (Turker and Biskin 2003, Mourouzis, Koulaouzidou et al. 2013). Bu nedenle ağartma işlemlerinin restorasyonların yüzey pürüzlülüğünü arttırmamasından dolayı işlem sonrası restorasyonların cilalanması önerilmektedir (Polydorou, Hellwig et al. 2006).

Mikrosertlik: Materyalin sertliği dayanıklılığı ile ilgilidir. Bazı araştırmacılar ağartma ajanının materyalin sertliğini azalttığını bildirmiştir. Bu durum Hidrojen peroksitin yüksek kimyasal oksidasyonu sonucu kompozit rezinlerin yumuşaması ile ilişkilendirilmektedir (Polydorou, Hellwig et al. 2006, AlQahtani 2013).

Renk değişimi: Ağartma tedavisi ile restorasyonların renginin ve parlaklığının değiştiği rapor edilmiştir. Bu durum estetik görünümünü kötü etkiler ve beyazlatma sonrası restorasyonların değiştirilmesi ihtiyacını gerekli kılar (Canay and ehrel 2003).

2.9.5. Mikrosızıntı ve bağlanma dayanımı üzerindeki etkileri

Yapılan alışmalar ağartma tedavisi sonrası ağız içerisinde yer alan restorasyonların marjinal sızdırmazlığında değişikler olduğunu ve bu durumun kompozit rezin ile diş arasındaki bağlanma dayanımının azalmasına neden olduğunu belirtmiştir. Bu nedenle eski restorasyonların beyazlatma sonrası değiştirilmesi önerilmektedir (Cavalli, Carvalho et al. 2005, Barcellos, Benetti et al. 2010).

Ağartma tedavisinden sonra hidrojen peroksitin ayrışması sonucu açığa çıkan rezidüel oksijenin ortamda yer alması restoratif materyalin polimerizasyonunu inhibe ederek diş dokusu ve restorasyon arasındaki bağlantıyı olumsuz etkiler (Cavalli, Carvalho et al. 2005). Ortamdaki oksijenin adezyon sistemine olan olumsuz etkilerini azaltmak ve bağlanma dayanımını arttırmak için sodyum askorbat gibi antioksidanlar kullanılması önerilmiştir (Briso, Rahal et al. 2014). Ancak beyazlatmadan hemen sonra dişler dehidrate (kuru) olabildiklerinden stabil olmayan renkte görünebilir. Bu nedenle restorasyon yapılmadan önce birkaç hafta diş renginin geri dönmesi beklenebilir. Ağartma tedavisi sonrası fazla oksijenin ortamdaki uzaklaşması için gerçekleştirilecek restorasyonların en az 24 saatten 1 hafta , 2 hafta hatta 4 haftaya kadar ertelenmesi önerilmektedir (Trkn and Kaya 2004).

2.9.6. Toksik ve sistemik etkileri

HP insan metabolizmasında doğal olarak bulunur ve özellikle fagositik hücrelerde savunmada önemli rol oynar. Bu nedenle ağartma tedavisinde de güvenli bir şekilde kullanılabileceği belirtilmiştir. Ancak HP'in dozunun önemli olduğu ve yüksek dozlarda toksik etki gösterebileceği unutulmamalıdır. Reaktif oksijen radikalleri, oksidatif strese bağlı DNA zincirinde kopmalara, oral mukoza hücrelerinde genotoksisite ve sitotoksisiteye neden

olan potansiyel bir hücre hasarı kaynağıdır (Perdigão, Perdigão et al. 2016). Bu nedenle yüksek konsantrasyonlarda hidrojen peroksit kullanan ağartma tedavilerinin dişeti koruması olmadan ve tüm hidrojen peroksit içeren ürünlerin ağız mukozası hasar görmüş hastalarda kullanılmaması tavsiye edilir (Sulieman 2008).

Ağartma tedavisinin insan dişeti fibroblastları (HGF) üzerine etkilerini inceleyen bir çalışmanın sonucunda %0.025-0.05 kadar düşük hidrojen peroksit konsantrasyonlarının HGF' yi öldürdüğü ve HGF sayısındaki azalmanın, düşük hidrojen peroksit konsantrasyonlarında bile etkilendiği belirtilmiştir (Furukawa, K-Kaneyama et al. 2015). Tezgâh üstü (OTC) beyazlatma ürünleri genellikle %0,1 oranında hidrojen peroksit içerir ve bu nedenle de kontrolsüz kullanımları endişe vericidir (de Freitas, de Carvalho et al. 2021). Hekim kontrolünde olmadan kullanılan bu ürünlerin hatalı kullanımı diş eti iritasyonuna ve hasarına neden olur. Bununla birlikte oral ortamda bulunan enzimlerin hidrojen peroksidi parçalayarak oral dokuları sitotoksiteden koruyabileceği düşünülmektedir. Peroksitin ayrışması sonucu açığa çıkan serbest radikallerin neden olabileceği potansiyel hücre hasarı vücutta yaygın olarak katalaz, peroksidaz ve süperoksit dismutaz gibi enzimler yardımıyla engellenebilir. Özellikle tükürük de bulunan peroksidazın olası hücresel hasara karşı en etkili savunma gösterdiği bildirilmiştir (Perdigão, Perdigão et al. 2016).

Hidrojen peroksit içeren ağartma ajanların güvenilirliği ile ilgili tartışmalar halen devam etmektedir. Beyazlatıcı ajanların yan etkileri, ürün üreticinin talimatlarına göre kullanıldığında genellikle düşük seviyede ve geçicidir. Literatürde HP' in in-vivo etkilerinin değerlendirildiği sınırlı sayıda çalışma bulunduğundan, ajanın ağız boşluğu içindeki etkileri konusundaki bilgilerimiz de sınırlıdır (Perdigão, Perdigão et al. 2016). Hastalar, ağartma tedavisi sonrası nadiren de olsa gastrointestinal mukozada tahriş; damakta, boğazda ve midede yanma gibi şikayetlerde bulunmuşlardır (Sulieman 2008).

2.10. YüzeY Pürüzlülük Değerlendirilmesi

Mine yüzeyinin pürüzlülüğünün artması diş yüzeyinde plak oluşumunu arttırabilir ve mine yüzeyi dış renklenmelere karşı daha duyarlı olabilir. Ağartma ajanları, mine yüzey yapısında değişiklikler oluşturabileceğinden kritik bir öneme sahiptir. Bir in vitro çalışmada vital beyazlatma işleminin mine yüzey pürüzlülüğünü arttırdığı ve Streptococcus mutans

(S.mutans) 'ın beyazlatılmış mine yüzeyine tutulumunda artışa neden olduğu bildirilmiştir. Beyazlatma işleminden sonra mine yüzeyine S.mutans'ın tutulumundaki artışın, diş çürüğü ile periodontal hastalığın başlamasına ve ilerlemesine neden olabilir (Hosoya, Honda et al. 2003). Ayrıca OTC beyazlatma ürünlerinin diş hekimlerinin yönlendirmesi olmadan hastalar tarafından kontrolsüz kullanılması minenin yüzey pürüzlülüğünü arttırabilir ve periodontal hastalıklara sebep olabilir (de Freitas, de Carvalho et al. 2021).

Yüzey pürüzlülüğü ölçümünde birçok teknik kullanılmaktadır. Bu yöntemler konvansiyonel-optik profilometre, taramalı elektron mikroskobu (SEM) ve atomik kuvvet mikroskobu (AFM) olarak sayılabilir (FİLİZ, AVUNDUK et al. 2023).

2.10.1. Mekanik profilometre

Mekanik profilometre iki boyutludur ve materyal yüzeyine temas ederek yüzeyin taranması prensibiyle çalışır. Sivri elmas bir ucun kullanıldığı temas gerektiren bir yöntemdir. Elmas uç materyal yüzeyinde ilerlerken, yüzeydeki pürüzlülüklere bağlı olarak uç dikey hareketler yapar. Bu dikey hareketler uca bağlı bir sensör yardımı ile x eksenini boyunca tespit edilir ve dikey eksenindeki yükseklik farkları hesaplanarak yüzey topografisi ile ilgili değerler elde edilebilir. Materyal yüzeyi ile sensörün ucu arasındaki paralellik çok önemli olup dikkatli bir şekilde ayarlanmalıdır (Joniot, Salomon et al. 2006). Profilometrede farklı parametreler bulunmaktadır. Ra, yüzey karakterini belirlemede en belirleyici ve en çok kullanılan değerdir ve ölçüm boyunca görülen tüm pürüzlülük değerlerinin aritmetik ortalamasını verir. Rz, art arda gelen beş alanda ortalama tepe–vadi yüksekliğini belirtir. Rpm, art arda gelen beş örnek yüzeydeki ana derinlik seviyesi olarak tanımlanır. Yüzeydeki en derin noktaların ortalamasını verir. Küçük Rpm değeri geniş tepeli ve dar vadili yüzeyleri, büyük Rpm değerleri ise sivri ve keskin kenarlı yüzeyi gösterir (FİLİZ, AVUNDUK et al. 2023).

Mekanik profilometre nispeten yavaştır ve ucun uyguladığı kuvvet bazen incelenen yüzeye zarar verebilir. Ayrıca yüzey pürüzlülüğün minimum olduğu durumlarda sensör hassasiyeti yetersiz kalabilir ve optik ölçümlere gereksinim duyulabilir (Joniot, Salomon et al. 2006).

2.10.2. Optik profilometre

Optik profilometre üç boyutlu bir analiz yöntemidir. İncelenecek yüzey ile temas gerektirmeyen bir yöntemdir ve optik ışık cihazı ile tarama yapar. Alet, yüzeyde belirlenmiş

referans bölgeleri arasında bir mesafede ölçüm yapar. Cihazın optik bileşenleri nanometrik olarak mekanik profilometrelere göre çok daha iyi bir çözünürlük sağlar. Ancak optik yöntemlerde, ışığın her yöne yayılması nedeniyle artefaktların ortaya çıkmasını önlemek için yeterince pürüzsüz bir yüzeye ihtiyaç duyulmaktadır ve aşırı pürüzlü yüzeylerde sağlıklı sonuçlar alınamayabilir (Joniot, Salomon et al. 2006).

2.10.3. Taramalı elektron mikroskobu (SEM)

1930' da Manfred von Ardenne tarafından Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM) geliştirilmiştir. SEM, dış hekimliği biliminde uzun süredir çeşitli analiz ve araştırmalarda kullanılmaktadır. Taramalı elektron mikroskobu (SEM), dental materyallerin mikroyapısal değerlendirmesi için etkili bir yöntemdir (Paradella and Bottino 2012) Bu teknikte, elektron demeti çeşitli sinyaller üretmek için örneklerin yüzeyini tarar. Elektronlarla örnek yüzeyi arasında etkileşim sonucu farklı türde sinyaller oluşur. SEM' de büyük miktarda bilgiyi üç tür sinyal sağlar: ikincil elektronlar, geri saçılan elektronlar ve x-ışınları. Daha sonra sinyaller uygun dedektörler tarafından toplanır ve veri elde edilir (Saghiri, Asgar et al. 2012). SEM' de kullanılan en yaygın dedektörler; ikincil elektron dedektörleri ve geri saçılmış elektron dedektörüdür. Geri saçılan elektronlar, atom çekirdeği ile yeterli elastik çarpışmaya maruz kalan ve bunun sonucunda örnek yüzeyinden çıkarak yön değiştiren ışın elektronlarıdır. Geri saçılımla elektron dedektörü, yüzeylerin atom numarası (Z) farkına bağlı olarak faz farkı olan bir görüntü sağlar. Bir numunedeki düşük atom numaralı bölgeler, daha parlak görünen (Z kontrastı) yüksek atom numaralı alanlara göre daha koyu görünür (Paradella and Bottino 2012).

Taramalı elektron mikroskobunun geniş odak derinliği en iyi özelliğidir. Bu sayede SEM ile elde edilen topografik görüntüler yüksek büyütme tekniği (300.000x'e ve hatta 1000.000x'e ulaşan yüksek bir büyütme) ile detaylı veri analizi sağlar. Bilgisayar sistemleri ile bir arada kullanılması hem veri toplanması hem de hesaplama işlemlerinin hızlı ve kolay olmasına olanak sağlar (Mohammed and Abdullah 2018).

SEM tekniğinde elektrostatik yük birikimini önlemek için incelenecek yüzeylerin iletken yapıda olması gerekir. Bu nedenle yüksek vakum altında altın veya paladyum ile kaplanma yapılır. Ancak yüksek vakumun örnek yüzeyini deforme edebilmesi dezavantajlı bir

durumdur. Ayrıca SEM tekniğinde üç boyutlu yüzey yapısının görüntülenememesi gibi sınırlamalar bulunmaktadır (FİLİZ, AVUNDUK et al. 2023).

2.10.4. Atomik kuvvet mikroskobu

1986' da Binnig, Quate ve Gerber yeni bir teknik olan Atomik Kuvvet Mikroskobunu icat ettiler. Atomik kuvvet mikroskobu (AFM) hem iletken hem de yalıtkan örnek yüzeylerini atomik ölçekte görüntüleyebilen yeni nesil bir mikroskoptur. AFM' nin çalışma prensibi, iğne ucu ile örnek yüzeyi arasındaki etkileşimli kuvvetin, elastik bir destek üzerine yerleştirilmiş özel bir uç vasıtasıyla ölçülmesidir (Şahin 2009). Hassas bir ucun yüzeyi taramasıyla, nesne yüzeyinin dikey boyut, yükseklik ve derinlik özelliklerine göre yüksek çözünürlükte görüntüsü oluşturulur. Bu yöntem ile incelenen yüzey üzerinde ölçüm ucunun üç boyutta (x,y,z eksenleri) hareket ettirilmesiyle elde edilen veriler kullanılarak nanometrik düzeyde 3 boyutlu topografik görüntüler elde edilir(FİLİZ, AVUNDUK et al. 2023).

AFM yöntemin avantajları ve dezavantajları aşağıda sıralanmıştır;

Avantajları;

- AFM tekniği temas gerektirmediği için yüzeye zarar vermeden ölçüm yapılmasına olanak sağlar.
- Verilerin yüksek çözünürlüklü 3 boyutlu net görüntüleri ve yüzey pürüzlülüğü parametrelerini sayısal değerleriyle profilometrelere kıyasla daha fazla detay içerir.
- İncelenecek yüzeyin iletken olma koşulunun aranmaması nedeniyle SEM'e göre kullanım kolaylığı vardır.

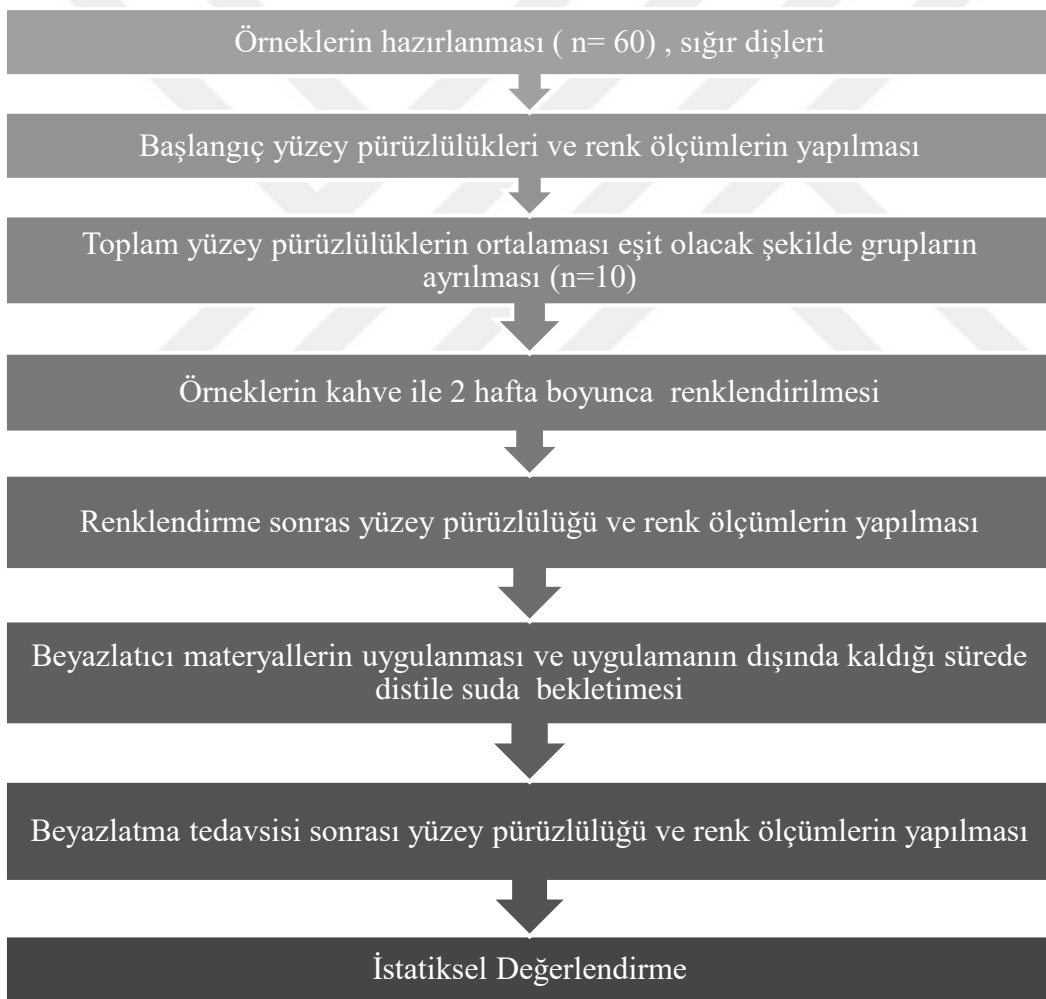
Dezavantajları;

- AFM tekniği çok pahalı ve hassasiyet gerektirir.
- Cihaz hakkında bilgi ve deneyim yüksek seviyede olmalıdır.
- Örnek yüzeyinde tarama hızının düşük olması ve çok uzun zaman alması şeklinde sıralanabilir (Gadegaard 2006).

3. GEREÇ VE YÖNTEM

Çalışmamızda diş hekimi kontrolünde olmadan bireylerin evde kendi kendilerine uygulayabildikleri (OTC) farklı kimyasal içeriklere sahip ağartma bantlarının sığır dişlerinin yüzey pürüzlülükleri ve renk değişiklikleri üzerine etkilerinin %16 oranında karbamid peroksit (KP) içeren hekim kontrolünde evde kullanılan jel ile kıyaslamalı olarak değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Çalışmalar Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Restoratif Diş Tedavisi Anabilim Dalı bilimsel araştırma laboratuvarında gerçekleştirilmiştir.

3.1. Örneklerin Hazırlanması



Şekil 3.1. Çalışma protokolü

Çalışmamızda yakın zamanda çekilmiş sığır keser dişleri kullanıldı. Dişler çekildikten sonra üzerindeki debridman, bir kretuar yardımı ile temizlendi ve deneyler başlayıncaya kadar

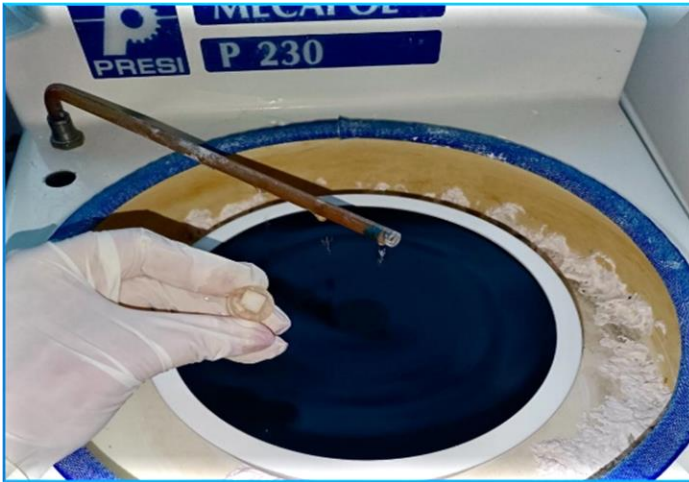
musluk suyunda bekletildi. Dişlerde çürük, çatlak, kırık gibi herhangi bir defekt olmamasına dikkat edildi. Şekil 3.1’de görüldüğü üzere çalışma protokolü belirlendi.

Dişler su soğutması altında aerotör ile mine sement hizasından elmas fissür frezle ayrıldı ve pulpa odaları çıkarıldı. Dişlerin bukkal yüzeyinden 7mmx7mmx2mm boyutlarında kesitler (kumpasla ölçüm yapıldı) hazırlandı. Daha sonra hazırlanan kesitlerin bukkal yüzeyleri dışarıda kalacak şekilde silindir kalıplar içerisine ortodontide kullanılan şeffaf akrilik likit-toz kullanılarak yerleştirildi.



Resim 3.1. Sığır dişi ve örnek oluşturma

Dişlerin bukkal yüzey hazırlığında 600, 800 ve 1200 giritlik zımparalar ile su altında zımparalama ve parlatma cihazı (Mecapol P230, Fransa) kullanılarak yapıldı.



Resim 3.2. Bukkal yüzeyin hazırlanması

Yüzey hazırlama işlemleri tamamlanan örnekler, dehidratasyonu engellemek için %100 nemli ortamda (distile su içerisinde) 37⁰C'de etüvde 24 saat boyunca saklandı.

3.2. Başlangıç Yüzey Ölçümlerin Yapılması ve Grupların Oluşturulması

3.2.1. Profilometre

24 saatin sonunda etüvden çıkarılan örneklerin başlangıç yüzey pürüzlülüğü ölçümleri bir profilometre yardımıyla (SJ-30/ Mitutoyo Manufacturing, Tokyo, Japonya) gerçekleştirildi. Her bir örnek, okuyucu uç ile arasında 90 derecelik değme açısı ile cihazın tablasına yerleştirilmiştir. Profilometre cihazın yüzey tarama uzunluğu 4mm ve yüzey kesme derinliği 0,25mm olarak ayarlanarak yapılmıştır. Elde edilen Ra değerleri değerlendirmeye alınmıştır. Her örnekte ölçümler farklı yönlerden üç kez tekrarlandı ve elde edilen üç ölçümün ortalaması alındı.



Resim 3.3. Yüzey pürüzlülük cihazı ve yüzey pürüzlülüğün ölçülmesi

3.2.2. Spektrofotometre

Renk ölçümü için Vita EasyShade V (Vita Zahnfabrik, H. Rauter GmbH & Co. Bad Sackingen, Almanya) cihazı kullanıldı. Renk ölçümleri yapılırken örnekler distile sudan çıkartılıp kurulandı. Dişlerin orta üçlülerinden her gün aynı ortamda ve aynı saatlerde ölçüm yapıldı. Değerlendirmeye L, a, b değerleri alındı. Daha sonra L, a, b değerleri kullanılarak ΔE değerleri hesaplandı.



Resim 3.4. Renk ölçüm cihazı

24 saat sonra etüvden çıkarılan örneklerin spektrofotometre Vita EasyShade V ile başlangıç renk ölçümleri gerçekleştirildi.

3.3. Grupların Renklendirilmesi

Her örnek için günlük taze hazırlanan 200ml kaynar suda 1 adet nescafe klasik kahve (2gr) çözültüsi hazırlandı. Her örnek Oda sıcaklığındaki kahve solüsyonuna daldırıldı ve 24 saat bekletildi. Aynı prosedür ile örnekler 2 hafta boyunca kahveyle renklendirilmeye devam edildi.



Resim 3.5. Renklendirme için kullanılan kahve çözültüsü

Örnekler üzerinde 14 gün boyunca kahve ile renklendirme sonrasında yüzey pürüzlülüğü ve renk ölçümleri tekrar yapıldı.

3.4. Çalışmada Kullanılan Beyazlatıcı Materyaller

Çalışmada kullanılan beyazlatma materyalleri internetten sipariş verildi. Birbirinden farklı tezgâh üstü (OTC) beyazlatma bantları ve ev tipi beyazlatma jeli çalışmaya dahil edildi.

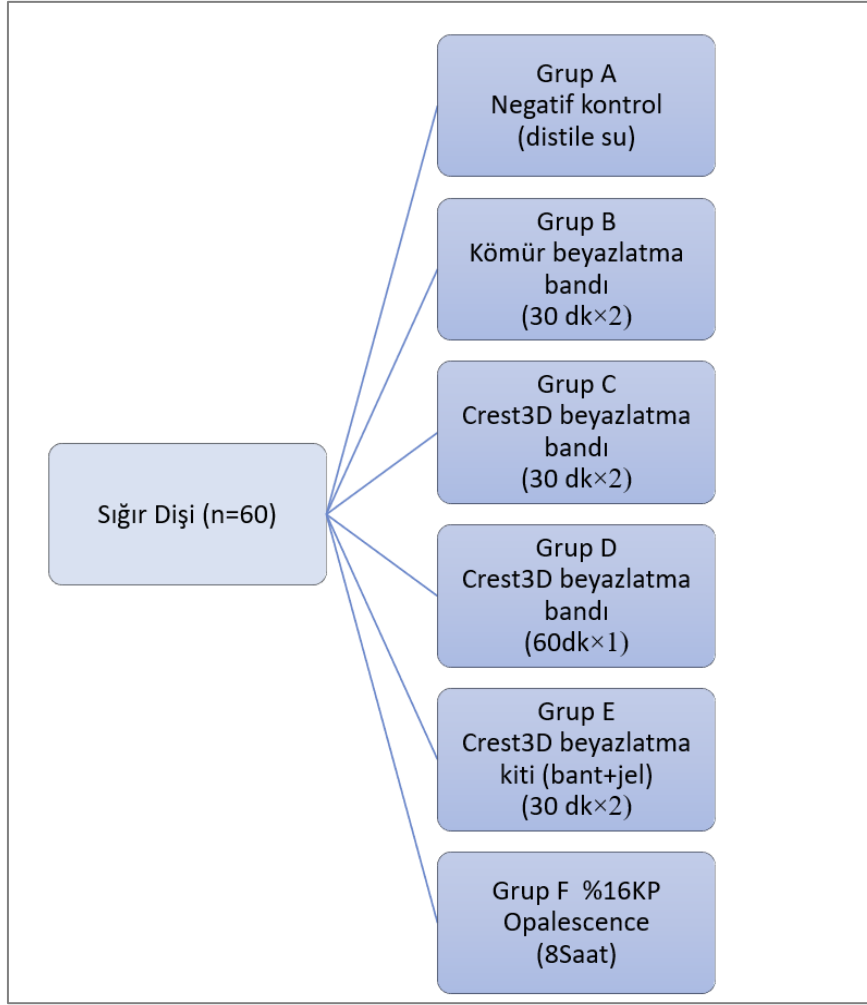
Tabloda, çalışmada kullanılan materyallerin üretici firma, uygulama tipi, süresi ve içerikleri belirtildi.

Çizelge 3.1. Çalışma gruplarında uygulanan beyazlatma ürünleri ve içerik bilgileri

MATERYALİN ADI	ÜRETİCİ FİRMA	UYGULAMA SÜRESİ/ TİPİ	MATERYALİN İÇERİĞİ
3D Crest White Whitestrips Professional Effect	Procter & Gamble, Cincinnati, OH, USA	30 dk *2 14gün/ bant	% 9,5 Hidrojen Peroksit, PEG- 8, Su, PVP, Akrlat Kopolimer, Sodyum Sakkarin, Sodyum Hidroksit,
Crest 3D White 1 Hour Express Whitestrips	Procter & Gamble, Cincinnati, OH, USA	60 dk*1 14gün/ bant	PVP, PEG-8, Su, %10 Hidrojen peroksit, Akrlat Kopolimer, Sodyum hidroksit, Sakkarin
Crest 3D Whitestrips Dental Whitening Kit (Artic Mint)	Procter & Gamble, Cincinnati, OH, USA	30 dk *2 14gün/ Jel +bant	PVP, PEG-8, Su, Hidrojen peroksit, Akrlat Kopolimer, Sodyum hidroksit, Sakkarin
Magical White Charcoal whitening Strips	Miyapure medikal imalat,ithalat, ihracat, sanayi ve ticaret limited şirket, Türkiye	30 dk *2 14gün/ bant	Gliserin, Propilen Glikol, Su, Karbomer, Ftalimidoperoksikaproik Asit (PAP), Seltüloz Sakızı, Kömür Tozu, PVP, Sodyum Bikarbonat, Hindistan Cevizi Yağı, Mentol, Tritanolamin, Gliserol,
Opalescence PF Melon %16	Ultradent Products, Inc., USA	8 saat 14 gün/Jel	%16 Karbomit Peroksit, Su, %0,5 Potasyum Nitrat, %0,11 Sodyum Florid, Karbapol, Gliserin

3.5. Beyazlatıcı Materyallerin Gruplara Uygulanması

Çalışmada başlangıç ölçümleri sonrası örnekler her grupta 10 adet olacak şekilde ve her grubun toplam ortalama başlangıç yüzey pürüzlülükleri aynı olacak şekilde altı eşit gruba ayrıldı. Toplamda 60 adet örnek oluşturuldu (n=10).



Şekil 3.2. Çalışmada yer alan gruplar

3.5.1. Grup A

Birinci gruptaki örnek yüzeylerine herhangi bir beyazlatıcı materyal uygulanmadı.14 gün deney boyunca 37 °C’de etüvde 24 saatte değiştirilen distile su içerisinde bekletildi.

3.5.2. Grup B



Resim 3.6. Magical White Charcoal whitening Strips (Kömür içerikli bant)

İkinci gruptaki kahve ile renklendirilmiş örnek yüzeylerine, hekim kontrolünde olmayan kömür içerikli tezgâh üstü (OTC) beyazlatma bandı, üreticinin talimatlarına göre uygulandı. Kömür içerikli beyazlatma bantları 10mm boyutunda kesildi ve yüzeylere yapıştırıldı. Örnek yüzeylerine kömür içerikli beyazlatma bandı her gün iki kez ve 30 dakika boyunca uygulandı. Her uygulama sonunda kömür içerikli beyazlatma bandı, distile su altında ovularak uzaklaştırılıp distile su ile yıkandı ardından 37 °C 'de etüvde distile su içerisinde bekletildi. 12 saat sonra ikinci uygulama aynı şekilde tekrarlandı. 14 gün deney boyunca bu beyazlatma prosedürleri tümüyle tekrarlandı. Beyazlatma işlemlerinin tamamlanmasının ardından örneklerde renk ve yüzey pürüzlülüğü ölçümleri yeniden yapıldı.

3.5.3. Grup C



Resim 3.7. Crest3D White Whitestrips Professional Effect

Üçüncü gruptaki kahve ile renklendirilmiş örnek yüzeylerine, hekim kontrolünde olmayan Hidrojen Peroksit içerikli tezgâh üstü (OTC) Crest 3D White Whitestrips Professional Effect beyazlatma bandı, üreticinin talimatlarına göre uygulandı. Beyazlatma bantları 10mm boyutunda kesildi ve yüzeylere yapıştırıldı. Örneklere beyazlatma bandı her gün iki kez ve 30 dakika boyunca uygulandı. Uygulama sonunda beyazlatma bandı çıkarıldı ve distile su ile yıkandı ardından 37 °C 'de etüvde distile su içerisinde bekletildi. 12 saat sonra ikinci uygulama aynı şekilde tekrarlandı. 14 gün deney boyunca bu beyazlatma prosedürleri tümüyle tekrarlanmıştır. Beyazlatma işlemlerinin tamamlanmasının ardından örneklerde renk ve yüzey pürüzlülüğü ölçümleri yeniden yapıldı.

3.5.4. Grup D



Resim 3.8. Crest 3D White 1 Hour Express Whitestrips

Crest 3D Whitestrips Dental Whitening Kit (Artic Mint)

Dördüncü gruptaki kahve ile renklendirilmiş örnek yüzeylerine, hekim kontrolünde olmayan Hidrojen Peroksit içerikli tezgâh üstü (OTC) Crest 3D White 1 Hour Express Whitestrips beyazlatma bandı, üreticinin talimatlarına göre uygulandı. Beyazlatma bantları 10mm boyutunda kesildi ve yüzeylere yapıştırıldı. Örneklere beyazlatma bandı her gün bir defa 60 dakika boyunca uygulandı. Uygulama sonunda beyazlatma bandı çıkarıldı ve distile su ile yıkandı ardından 37 °C'de etüvde distile su içerisinde bekletildi. 14 gün deney boyunca bu beyazlatma prosedürleri tümüyle tekrarlanmıştır. Beyazlatma işlemlerinin tamamlanmasının ardından örneklerde yüzey pürüzlülüğü ve renk ölçümleri yeniden yapıldı.

3.5.5. Grup E



Resim 3.9. Crest 3D Whitestrips Dental Whitening Kit (Arctic Mint)

Beşinci gruptaki kahve ile renklendirilmiş örnek yüzeylerine, hekim kontrolünde olmayan Hidrojen Peroksit içerikli tezgâh üstü (OTC) Crest 3D Whitestrips Dental Whitening Kit (Arctic Mint) beyazlatma kiti üreticinin talimatlarına göre uygulandı. Kutunun içerisinden çıkan beyazlatma jeli, 10mm boyutunda kesilen beyazlatma bantların yüzeylerine uygulandı ve diş yüzeyine yapıştırıldı. Bu beyazlatma prosedürü örnek yüzeylerine her gün iki kez ve 30 dakika boyunca uygulandı. Her uygulama sonunda beyazlatma bandı çıkarıldı ve distile su ile yıkandı ardından 37 °C’de etüvde distile su içerisinde bekletildi. 12 saat sonra ikinci uygulama için aynı şekilde tekrarlandı. 14 gün deney boyunca bu beyazlatma prosedürleri tümüyle tekrarlandı. Beyazlatma işlemlerinin tamamlanmasının ardından örneklerde renk ve yüzey pürüzlülüğü ölçümleri yeniden yapıldı.

3.5.6. Grup F



Resim 3.10. Opalescence PF Melon %16 KP

Altıncı gruptaki kahve ile renklendirilmiş örnek yüzeylerine, hekim kontrolünde %16 karbamiit peroksit içeren ev tipi beyazlatma ajanı üreticinin talimatlarına göre uygulandı. Jel formdaki beyazlatma ajanı yaklaşık 1 mm kalınlığında kuru mine yüzeyine şırınga kullanılarak uygulandı. Beyazlatma ajanı örneklerle her gün 8 saat uygulandı ve örnekler distile suyla yıkandıktan sonra 37 °C'de etüvde 16 saat boyunca her gün yenilenen distile su içerisinde bekletildi. Bu prosedür 14 gün deney boyunca tekrarlandı. Beyazlatma işlemlerinin tamamlanmasının ardından örneklerde yüzey pürüzlülüğü ve renk ölçümleri yeniden yapıldı.

4. BULGULAR

Çalışmamızda ki tüm grupların başlangıç ile renklendirme sonrası renk farkı ($\Delta E(1-0)$), renklendirme sonrası ile beyazlatma sonrası renk farkı ($\Delta E(2-1)$), başlangıç ile beyazlatma sonrası renk farkı ($\Delta E(2-0)$) Vita Easy Shade V spektrofotometre ölçümlerinin istatistiksel değerlendirme sonuçları Tablo 4.1' de ve Şekil 4.1' de gösterilmiştir.

Çizelge 4.1. Vita Easy Shade V spektrofotometre ile ölçülen renklerin ΔE değerleri

	$\Delta E(1-0)$ Ort \pm SS	$\Delta E(2-1)$ Ort \pm SS	$\Delta E(2-0)$ Ort \pm SS
Grup A	2,73 \pm 0,55	0,75 \pm 0,29 ^a	3,11 \pm 0,61 ^a
Grup B	2,84 \pm 0,79	1,52 \pm 0,43 ^b	2,88 \pm 1,06 ^a
Grup C	2,78 \pm 0,51	2,99 \pm 0,60 ^c	2,40 \pm 1,29 ^a
Grup D	2,93 \pm 0,47	3,46 \pm 0,39 ^c	2,97 \pm 0,74 ^a
Grup E	3,22 \pm 0,59	4,26 \pm 1,02 ^c	3,00 \pm 1,49 ^a
Grup F	2,91 \pm 0,51	17,93 \pm 1,36 ^d	16,46 \pm 1,4 ^b
p	0,409	0,001*	0,001*

Tek yönlü ANOVA Testi (post hoc Tamhane T2 Testi)

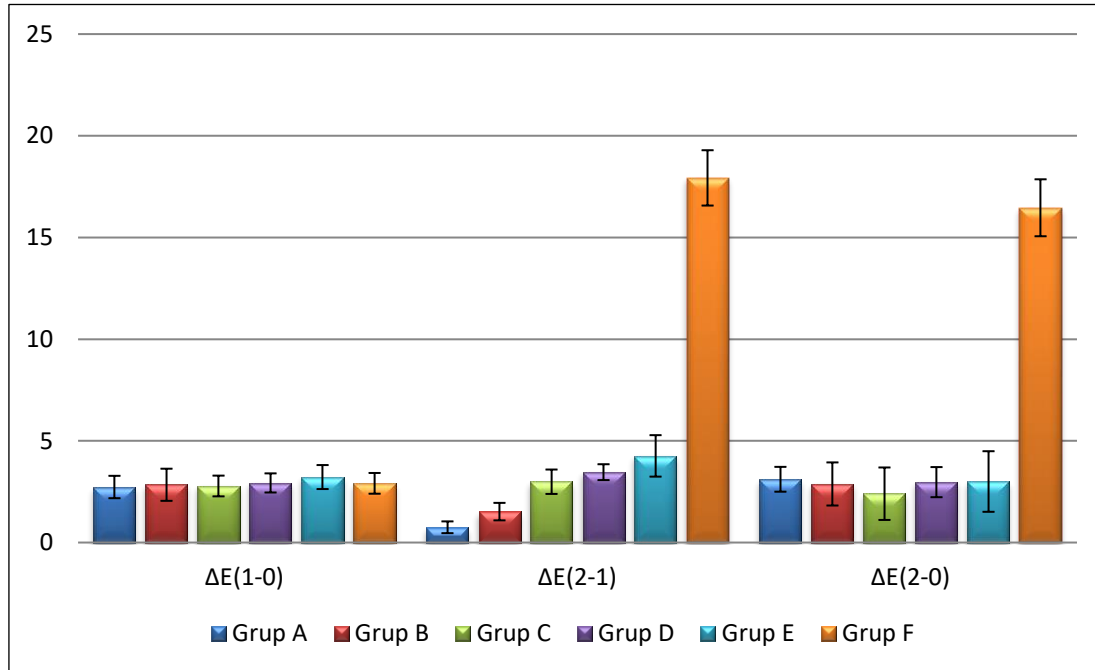
*p<0.05

Sütünlardaki farklı harfler gruplar arası farklılığı göstermektedir.

$\Delta E(1-0)$:Renklendirme sonrası-başlangıç

$\Delta E(2-1)$:Beyazlatma sonrası-Renklendirme sonrası

$\Delta E(2-0)$:Beyazlatma sonrası-başlangıç



Şekil 4.1. Vita Easy Shade V spektrofotometre ile ölçülen renklerin ΔE değerlerinin grafiksel görünümü

Gruplar arasında başlangıca göre renklendirme sonrası renk değişimi (ΔE_{1-0}) ortalamaları açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır ($p>0.05$).

Gruplar arasında renklendirme sonrasına göre beyazlatma sonrası renk değişimi (ΔE_{2-1}) ortalamaları açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmaktadır ($p<0.05$). Grup A'nın ΔE_{2-1} ortalaması, Grup B, Grup C, Grup D, Grup E ve Grup F'den anlamlı şekilde düşük bulunmuştur ($p<0.05$). Grup F'nin ΔE_{2-1} ortalaması, Grup A, Grup B, Grup C, Grup D ve Grup E'den anlamlı şekilde yüksek bulunmuştur ($p<0.05$). Grup C, Grup D ve Grup E arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır ($p>0.05$).

Gruplar arasında başlangıca göre beyazlatma sonrası renk değişimi (ΔE_{2-0}) ortalamaları açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmaktadır ($p<0.05$). Grup F'nin ΔE_{2-0} ortalaması, Grup A, Grup B, Grup C, Grup D ve Grup E'den anlamlı şekilde yüksek bulunmuştur ($p<0.05$). Grup A, Grup B, Grup C, Grup D ve Grup E arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır ($p>0.05$).

4.1. Yüzey Pürüzlülük Ölçüm Değerleri

Çalışmamızda ki grupların deney işlemlerinden başlangıç, renklendirme sonrası ve beyazlatma sonrası yüzey pürüzlülük değerleri (Ra) Tablo 4.2' de ve Şekil 4.2' de gösterilmiştir.

Çizelge 4.2. Grupların yüzey pürüzlülük (Ra) değerleri

	Ra(0) Ort±SS	Ra (1) Ort±SS	Ra(2) Ort±SS	² p
Grup A	0,081±0,02 ^{ax}	0,090±0,02 ^{ax}	0,092±0,02 ^{ax}	0,107
Grup B	0,081±0,02 ^{ax}	0,091±0,02 ^{ay}	0,097±0,01 ^{aby}	0,021*
Grup C	0,080±0,02 ^{ax}	0,093±0,02 ^{ay}	0,104±0,01 ^{abz}	0,001*
Grup D	0,080±0,02 ^{ax}	0,091±0,02 ^{ay}	0,109±0,01 ^{abz}	0,001*
Grup E	0,081±0,01 ^{ax}	0,088±0,02 ^{ay}	0,115±0,01 ^{bz}	0,001*
Grup F	0,080±0,02 ^{ax}	0,087±0,02 ^{ay}	0,135±0,02 ^{bcz}	0,001*
¹ p	1,000	1,000	0,001*	

¹Tekyönlü ANOVA Test (post hoc Tukey HSD Test)

²Tekrarlayan ölçümlerde varyans analizi (Post hoc Bonferroni Test)

* $p<0.05$

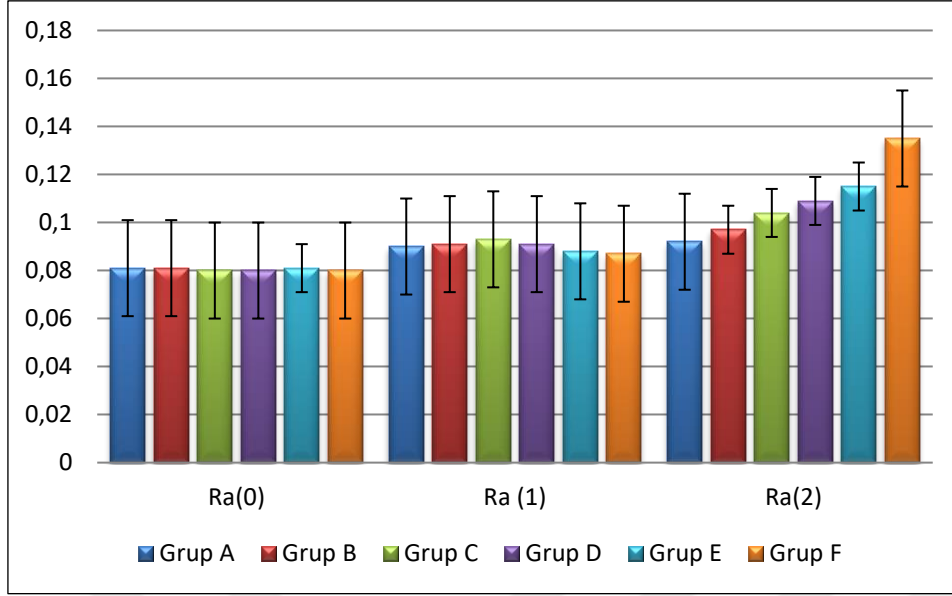
Sütunlardaki farklı harfler (a,b,c) gruplar arası farklılığı göstermektedir.

Satırlardaki x,y,z harfleri dönemler arası farklılığı göstermektedir.

Ra(0):Başlangıç

Ra(1): Renklendirme sonrası

Ra(2):Beyazlatma sonrası



Şekil 4.2. Grupların yüzey pürüzlülük (Ra) değerlerinin grafiksel görünümü

Gruplar arasında başlangıç yüzey pürüzlülüğü ortalamaları açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır ($p>0.05$).

Gruplar arasında renklendirme sonrası yüzey pürüzlülüğü ortalamaları açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır ($p>0.05$).

Gruplar arasında beyazlatma sonrası yüzey pürüzlülüğü ortalamaları açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmaktadır ($p<0.05$). Grup F'nin beyazlatma sonrası yüzey pürüzlülüğü ortalaması, Grup A, Grup B, Grup C ve Grup D'den anlamlı şekilde yüksek bulunmuştur ($p<0.05$). Grup E'nin beyazlatma sonrası yüzey pürüzlülüğü ortalaması, Grup A'dan anlamlı şekilde yüksek bulunmuştur ($p<0.05$). Diğer gruplar arasında beyazlatma sonrası yüzey pürüzlülüğü ortalamaları açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır ($p>0.05$).

Grup A (kontrol grubu)'da; başlangıç, renklendirme sonrası ve beyazlatma sonrası yüzey pürüzlülüklerinde istatistiksel olarak anlamlı bir değişim görülmemiştir ($p>0.05$).

Grup B'de; başlangıç, renklendirme sonrası ve beyazlatma sonrası yüzey pürüzlülüklerinde görülen değişim istatistiksel olarak anlamlıdır ($p<0.05$). Başlangıç yüzey pürüzlülüğüne göre, renklendirme sonrası ve beyazlatma sonrasında görülen artışlar istatistiksel olarak

anlamlıdır ($p<0.05$). Renklendirme sonrasına göre beyazlatma sonrası yüzey pürüzlülüğünden anlamlı bir değişim görülmemiştir ($p>0.05$).

Grup C’de; başlangıç, renklendirme sonrası ve beyazlatma sonrası yüzey pürüzlülüklerinde görülen değişim istatistiksel olarak anlamlıdır ($p<0.05$). Başlangıç yüzey pürüzlülüğüne göre, renklendirme sonrası ve beyazlatma sonrasında görülen artışlar istatistiksel olarak anlamlıdır ($p<0.05$). Renklendirme sonrasına göre beyazlatma sonrası yüzey pürüzlülüğünde görülen artış da istatistiksel olarak anlamlıdır ($p<0.05$).

Grup D’de; başlangıç, renklendirme sonrası ve beyazlatma sonrası yüzey pürüzlülüklerinde görülen değişim istatistiksel olarak anlamlıdır ($p<0.05$). Başlangıç yüzey pürüzlülüğüne göre, renklendirme sonrası ve beyazlatma sonrasında görülen artışlar istatistiksel olarak anlamlıdır ($p<0.05$). Renklendirme sonrasına göre beyazlatma sonrası yüzey pürüzlülüğünde görülen artış da istatistiksel olarak anlamlıdır ($p<0.05$).

Grup E’de; başlangıç, renklendirme sonrası ve beyazlatma sonrası yüzey pürüzlülüklerinde görülen değişim istatistiksel olarak anlamlıdır ($p<0.05$). Başlangıç yüzey pürüzlülüğüne göre, renklendirme sonrası ve beyazlatma sonrasında görülen artışlar istatistiksel olarak anlamlıdır ($p<0.05$). Renklendirme sonrasına göre beyazlatma sonrası yüzey pürüzlülüğünde görülen artış da istatistiksel olarak anlamlıdır ($p<0.05$).

Grup F’de; başlangıç, renklendirme sonrası ve beyazlatma sonrası yüzey pürüzlülüklerinde görülen değişim istatistiksel olarak anlamlıdır ($p<0.05$). Başlangıç yüzey pürüzlülüğüne göre, renklendirme sonrası ve beyazlatma sonrasında görülen artışlar istatistiksel olarak anlamlıdır ($p<0.05$). Renklendirme sonrasına göre beyazlatma sonrası yüzey pürüzlülüğünde görülen artış da istatistiksel olarak anlamlıdır ($p<0.05$).

Çizelge 4.3. Grupların yüzey pürüzlülüğü değişimleri açısından değerlendirilmesi

	Ra(1-0) Ort±SS	Ra (2-1) Ort±SS	Ra(2-0) Ort±SS
Grup A	0,009±0,01 ^a	0,003±0,01 ^a	0,011±0,01 ^a
Grup B	0,010±0,01 ^a	0,006±0,01 ^{ab}	0,016±0,01 ^{ab}
Grup C	0,013±0,01 ^a	0,011±0,01 ^{ab}	0,024±0,01 ^{abc}
Grup D	0,011±0,01 ^a	0,018±0,01 ^{bc}	0,029±0,01 ^{bc}
Grup E	0,006±0,01 ^a	0,028±0,01 ^c	0,034±0,01 ^c
Grup F	0,007±0,01 ^a	0,048±0,02 ^d	0,055±0,01 ^d
p	0,534	0,001*	0,001*

Tek yönlü ANOVA Testi (post hoc Tukey HSD Testi)

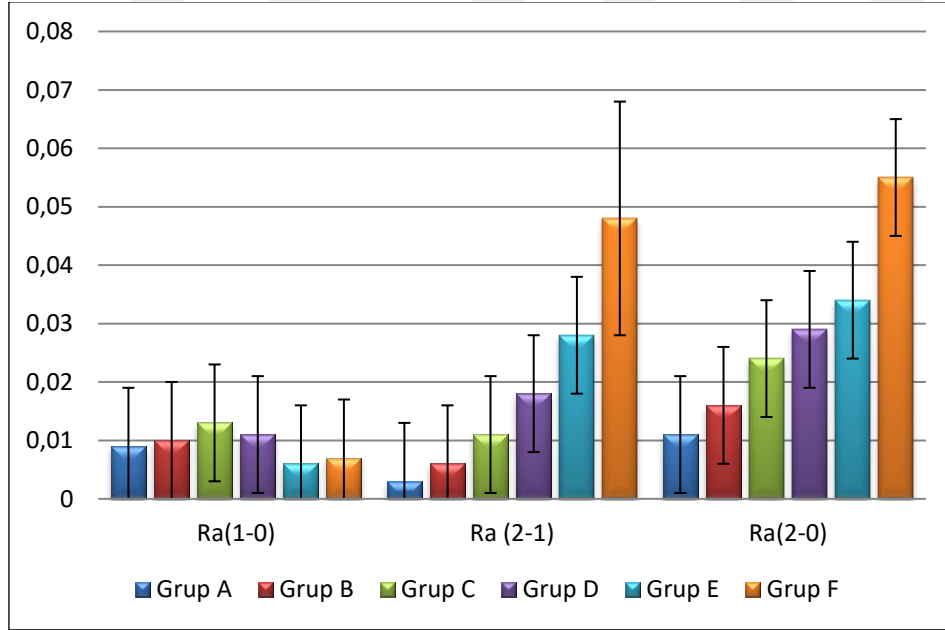
*p<0.05

Sütunlardaki farklı harfler gruplar arası farklılığı göstermektedir.

Ra(1-0): Renklendirme sonrası-başlangıç

Ra(2-1): Beyazlatma sonrası-Renklendirme sonrası

Ra(2-0): Beyazlatma sonrası-başlangıç



Şekil 4.3. Grupların yüzey pürüzlülüğü değişimleri açısından değerlendirilmesinin grafiksel görünümü

Gruplar arasında başlangıca göre renklendirme sonrası yüzey pürüzlülüğü değişimi (Ra₁₋₀) ortalamaları açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır (p>0.05).

Gruplar arasında renklendirme sonrasına göre beyazlatma sonrası yüzey pürüzlülüğü değişimi (Ra₂₋₁) ortalamaları açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmaktadır (p<0.05). Grup F'nin Ra₂₋₁ ortalaması, Grup A, Grup B, Grup C, Grup D ve Grup E'den anlamlı şekilde yüksek bulunmuştur (p<0.05). Grup E'nin Ra₂₋₁ ortalaması, Grup A, Grup B ve Grup C'den anlamlı şekilde yüksek bulunmuştur (p<0.05). Grup D'nin Ra₂₋₁ ortalaması,

Grup A'dan anlamlı şekilde yüksek bulunmuştur ($p<0.05$). Diğer gruplar arasında renklendirme sonrasına göre beyazlatma sonrası yüzey pürüzlülüğü değişimi (Ra_{2-1}) açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır ($p>0.05$).

Gruplar arasında başlangıca göre beyazlatma sonrası yüzey pürüzlülüğü değişimi (Ra_{2-0}) ortalamaları açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmaktadır ($p<0.05$). Grup F'nin Ra_{2-0} ortalaması, Grup A, Grup B, Grup C, Grup D ve Grup E'den anlamlı şekilde yüksek bulunmuştur ($p<0.05$). Grup E'nin Ra_{2-0} ortalaması, Grup A ve Grup B'den anlamlı şekilde yüksek bulunmuştur ($p<0.05$). Grup D'nin Ra_{2-0} ortalaması, Grup A'dan anlamlı şekilde yüksek bulunmuştur ($p<0.05$). Diğer gruplar arasında başlangıca göre beyazlatma sonrası yüzey pürüzlülüğü değişimi (Ra_{2-0}) açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır ($p>0.05$).

4.2. İstatistiksel İncelemeler

Çalışmada elde edilen bulgular değerlendirilirken, istatistiksel analizler için IBM SPSS Statistics 22 programı kullanıldı. Parametrelerin normal dağılıma uygunluğu Kolmogorov-Smirnov ve Shapiro Wilks testleri ile değerlendirilmiş ve parametrelerin normal dağılıma uygun olduğu saptanmıştır. Parametrelerin gruplar arası karşılaştırmalarında Tek yönlü Anova testi ve farklılığa neden çıkan grubun tespitinde grupların varyansları homojen ise Tukey HSD testi, homojen değil ise Tamhane T2 testi kullanıldı. Parametrelerin grup içi karşılaştırmalarında Tekrarlayan ölçümlerde varyans analizi, post hoc test olarak da Bonferroni testi kullanıldı. Anlamlılık $p<0.05$ düzeyinde değerlendirildi.

5. TARTIŞMA

Toplumda beyaz dişler önemli bir güzellik modeli olarak kabul edilir. Bu nedenle diş beyazlatma güncel diş hekimliğinde en çok talep edilen işlemlerden biridir. Beyazlatma yöntemleri, profesyonel olarak klinikte veya evde uygulanan yöntemlerden bireylerin evde kendi kendilerine uygulayabildiği çok geniş bir ürün yelpazesine sahiptir. Ancak bireylerin genel olarak pahalı profesyonel diş beyazlatma işlemlerine erişimi kısıtlıdır (Demarco, Meireles et al. 2009). Bu nedenle profesyonel gözetim olmadan uygulanabilen tezgah üstü (OTC) beyazlatma ürünlerinin daha düşük maliyetle bulunabilirliği ve kolay erişimi, bu ürünlerin popülerliğini ve çeşitliliğini artmasına neden olmuştur (Naidu, Bennani et al. 2020). Günümüzde popülasyonların ışıltılı ve beyaz gülümsemeye sahip olma arzusu, beyazlatmaya olan ilgiyi arttırmakta ve küresel çapta bu pazarın büyümesine katkı sunmaktadır (Cua, Crespo et al. 2022).

Amerikan Diş Hekimliği Birliği (ADA) tarafından güvenli protokol olarak görülen Karbamid peroksit (KP) jel ile uygulanan ev tipi beyazlatma ajanı üzerine çok sayıda araştırma yapılmış olmasına rağmen, hastaların çoğunluğu daha hızlı bir şekilde daha beyaz dişlere sahip olmayı arzuladıklarından dolayı plakları uzun süre kullanmayı istemezler (Da Costa, McPharlin et al. 2012). Günümüzde ise evde plaklarla uygulanan karbamid peroksitin yerini hidrojen peroksit almaya başlamıştır. Evde beyazlatma sürecini hızlandıran hidrojen peroksitin popülerliği artmıştır. Ayrıca üreticiler daha kısa sürede daha hızlı bir beyazlatma etkisi elde etmek için beyazlatma ürünlerinin peroksit konsantrasyonunu arttırmaya yönelmişlerdir. OTC ürünleri içerisinde giderek artan HP konsantrasyonu ürünün uygulama süresinin de kısalmasını sağlamıştır (Da Costa, McPharlin et al. 2012, Pinto, Gonçalves et al. 2017) Çalışmamızda HP içerikli OTC beyazlatma bantlarının KP jel içeren ev tipi beyazlatma ajanına alternatif olarak ortaya atılması ve benzer yan etkileri bulunması nedeni ile %16 KP içeren ev tipi beyazlatma ajanı (Opalescence Ultradent Products, Inc., USA) kullanıldı.

Hidrojen peroksit içeren beyazlatma bantları (Crest 3D, Procter & Gamble, Cincinnati, OH, USA), plastik bir dış yüzeye yapıştırılmış ince, sıvı filmlerdir ve doğrudan dişe uygulanarak aktif bileşen hidrojen peroksitin dişin dış katmanına nüfuz etmesini sağlayan kütle transferini sağlarlar (Bermudez and Davis 2004). OTC ürünlerinin çoğu etkin bir beyazlatma özelliği gösteremezler. Ancak HP içerikli beyazlatma bantlarının diş rengi değişimi açısından en

etkili seçenek olduğu bilinmektedir. Bu durumun beyazlatma şeritlerin içeriğinde yüksek konsantrasyonda HP bulunması ve ürünün dış yüzeyinde uzun süre stabil temas etmesinden kaynaklandığı belirtilmiştir (Naidu, Bennani et al. 2020). OTC ürünlerin çeşitliliğinin yanında beyazlatma bantlarının da kendi içerisinde farklı konsantrasyon, uygulama süresi ve kullanım şekillerine (bant / jel+bant) sahip çok farklı çeşitleri piyasada mevcuttur. Bu çalışmada uygulanma süresi ile kullanım şekilleri farklılık gösteren farklı beyazlatma bantları kullanıldı.

Peroksit içermeyen diş beyazlatma, üreticilerin yenilikçi beyazlatma ürünleri geliştirme çabalarının bir sonucu olarak giderek daha fazla pazarlanmaktadır. Bu artış aynı zamanda izin verilen HP konsantrasyonunu sınırlayan düzenleyici yönergelerden de kaynaklanmaktadır. Üreticiler bu tür peroksit bazlı olmayan ürünlerin minimum yan etkiye sahipken anında beyazlatma sağladığını iddia etmektedir (Cua, Crespo et al. 2022). Ancak peroksit içermeyen OTC ürünlerin beyazlatma etkinliklerini sağlaması için ftalimidoperoksikaproik asit (PAP), sodyum klorit, sitrik asit, kömür gibi bir çok aşındırıcı bileşen içermektedir (Müller-Heupt, Wiesmann-Imilowski et al. 2023). Son zamanlarda kömürün, ağız ve diş bakımı ürünlerin içeriğinde yer alması OTC pazarında yeni bir yaklaşımdır. Kömür içerikli ürünler pazarlama kampanyaları ve sosyal medyadan aldıkları güç ile önemli başarılar elde etmektedir (Palandi, Kury et al. 2020). Ancak kömür içerikli ürünler üzerine sınırlı sayıda bilimsel çalışma bulunmaktadır (Dionysopoulos, Papageorgiou et al. 2020, Palandi, Kury et al. 2020). Bununla birlikte sınırlı bilgilerimiz dahilinde literatürde yeni bir ürün olan kömür içerikli beyazlatma bandının kullanıldığı bir çalışma bulunmamaktadır. Bu nedenle bu çalışmada peroksit içermeyen kömür içerikli beyazlatma bandı (Magical White, Türkiye) kullanıldı.

Bu çalışmada %16 KP içeren ev tipi beyazlatma jeli ile farklı uygulama şekillerine sahip peroksit içeren beyazlatma bantları ve peroksit içermeyen kömür bazlı beyazlatma bantlarının sığır dişlerinin minellerinin yüzey pürüzlülüğü ve renk değişimi üzerine etkileri in vitro koşullarda değerlendirildi.

Literatürde çekilmiş insan dişi dışında farklı canlılara (Primat, sığır, domuz, koyun, at vb.) ait dişler üzerinde de yapılmış in vitro çalışmalar mevcuttur. Hayvan dişlerinin seçiminde temel kriter fizikokimyasal, yapısal ve biyolojik özelliklerinin insan dişlerine benzer olmasıdır (Ortiz-Ruiz, de Dios Teruel-Fernández et al. 2018). Beyazlatma etkinliği, birçok

çalışmada insan daimi dişi (El-Shamy, Alyousif et al. 2018, Kwon, Pallavi et al. 2018, Omar, Ab-Ghani et al. 2019) ve sığır dişi (Wiegand, Vollmer et al. 2005, Dietschi, Benbachir et al. 2010, KARADAŞ, DEMİRBUĞA et al. 2017, Al-Angari, Eckert et al. 2021) üzerinde değerlendirilmiştir. Literatürde insan minesini ve dentininin, sığır minesini ve dentinine büyük oranda benzerlik gösterdiği bildirilmiştir ve aynı bileşime sahip olmaları da kimyasal bileşimlerine dayanarak araştırmalarda insan dişlerinin yerine kullanılacak ilk tercihin sığır dişleri olması gerektiği belirtilmiştir (Wang, Fang et al. 2021). Bu nedenlerden dolayı bu çalışmada çürük, çatlak gibi herhangi bir defekt bulunmayan sığır dişlerini kullanıldı.

Beyazlatma etkinliğinin değerlendirildiği çalışmalarda dişlerde rengin ne kadar açılacağını görmek amacıyla beyazlatma uygulaması öncesi örnekler renklendirme solüsyonlarında bekletilmiş ve renklendirilmiştir. Boyamanın amacı, farklı beyazlatma tedavilerin etkinliğinin değerlendirilmesi amacıyla başlangıç renk değişikliğini standart hale getirmektir. Ayrıca başlangıçta dişler ne kadar fazla renklenmiş olur ise, diş beyazlatma işleminin etkilerinin de o kadar iyi değerlendirilebileceği belirtilmiştir (Gerlach and Zhou 2001). Literatürde dişlerin renklendirilmesi amacıyla kahve (Al-Angari, Eckert et al. 2021), çay (KARADAŞ, DEMİRBUĞA et al. 2017) ve şarap (Omar, Ab-Ghani et al. 2019) gibi renklendirici çözeltilerin kullanıldığı pek çok çalışma mevcuttur. 14 gün kahve solüsyonunda bekletilerek yapılan renklendirme işleminin 14 aylık kahve tüketimine denk geldiği belirtilmiştir. (Al-Angari, Eckert et al. 2021). Bu nedenle bu çalışmada 14 aylık kahve tüketiminin taklit edilebilmesi amacı ile 14 günlük kahve ile renklendirme protokolü kullanıldı.

Renk değişimi ölçüm yöntemleri subjektif olarak renk skalaları ile belirlendiği gibi objektif ölçüme izin veren enstrümantal yöntemler de mevcuttur. Diş renginin subjektif olarak belirlenmesi, yüksek değişkenlik nedeniyle zorlayıcıdır (Paravina 2009). Günümüzde diş hekimliğinde spektrofotometreler, genel renk uyumu için kullanılan en hassas ve en uygun enstrümantal yöntemler arasındadır (Posavec, Prpić et al. 2016). Bir çok çalışmada beyazlatma tedavisinde renk değişimini belirlemek amacıyla spektrofotometre kullanılmıştır (KARADAŞ, DEMİRBUĞA et al. 2017, Omar, Ab-Ghani et al. 2019). Çalışmamızda renklendirilmiş dişlerde beyazlatma uygulaması sonrası meydana gelen renk değişikliğinin objektif belirlenmesi amacı ile spektrofotometre cihazı VITA Easyshade V (Vita Zahnfabrik, H. Rauter GmbH & Co. Bad Sackingen, Almanya) ile elde edilen CIELab verileri kullanıldı.

Vital beyazlatmada değişen mine yüzey pürüzlülüğü önemli bir sorun olarak görülmektedir. Yüzey pürüzlülüğü ölçümünde mekanik profilometre, taramalı elektron mikroskobu (SEM) ve atomik kuvvet mikroskobu (AFM) gibi birçok teknik kullanılmaktadır (FİLİZ, AVUNDUK et al. 2023). Yüzey pürüzlülüğü ölçüm yöntemlerinden profilometre ekipmanları nispeten uygun fiyatlıdır ve çeşitli yüzey türlerinde kullanılabilir. Bununla birlikte profilometre kullanışlı bir araçtır, yaygın kullanım alanı bulunmakla beraber kabul edilmiş bir yöntemdir. Ayrıca diğer tekniklerin çoğundan daha yüksek yanal çözünürlük sunmaktadır (Özkan, Kansu et al. 2013). Birçok çalışmada beyazlatma sonrası yüzey pürüzlülüğünü ölçmek için mekanik profilometre verileri referans olarak kullanılmıştır (Özkan, Kansu et al. 2013, Omar, Ab-Ghani et al. 2019, Palandi, Kury et al. 2020). Bu çalışmada örneklerin yüzey pürüzlülüklerinin değerlendirilmesi amacı ile temas tip bir profilometre cihazı (Mitutoyo/ SJ-301, Tokyo-Japonya) kullanıldı.

Al-Angari ve arkadaşları yapmış oldukları in vitro çalışmada %15 KP içeren beyazlatma jeli ve %10 HP içeren beyazlatma bantlarının kahveyle renklendirilmiş sığır mine yüzeyinde beyazlatma etkinliklerini spektrofotometre ile kıyaslamışlar ve ağartma jelinin şeritlere kıyasla daha üstün beyazlık ürettiğini bildirmişlerdir (ΔE 5,4–8,3) (Al-Angari, Eckert et al. 2021).

Wiegand ve arkadaşları tarafından yapılan bir in vitro çalışmada hem mine-dentin hem de dentin numunelerinde %10 KP, %15 KP, %35 KP ve %35 HP içeren jeller ile %6 HP içeren beyazlatma bantların beyazlatma etkinliği kıyaslamıştır. Araştırmacılar tüm tedavi grupların beyazlatma etkinliklerinin %6HP beyazlatma bandından önemli oranda daha yüksek olduğunu belirtmişlerdir (Wiegand, Vollmer et al. 2005).

Dietschi ve arkadaşlarının in vitro çalışma sonuçlarına göre kullanılan ürün ve konsantrasyondan bağımsız olarak plak bazlı %10 KP sistemlerin, %5,3 HP beyazlatma bantlarına kıyasla daha hızlı ve daha iyi bir beyazlatma etkisi ürettiği bildirilmiştir (Dietschi, Rossier et al. 2006).

Dietschi ve arkadaşlarının bir başka in vitro çalışmasında ise ağartma ürünlerinin sığır dişi mine ve dentin rengini açma yeteneği değerlendirilmiştir. %10HP, %6HP, %30KP kullanan plak bazlı beyazlatma sistemleri ve %8,1HP içeren beyazlatma bantları kolorimetrik ölçümler ile değerlendirilmiştir. Bu in vitro çalışmada, plak bazlı sistemlerin, kullanılan ürün

ve konsantrasyondan bağımsız olarak hem mine hem de dentinde daha hızlı ve daha etkili beyazlatma sağladığı rapor edilmiştir (Dietschi, Benbachir et al. 2010).

Karadaş ve arkadaşlarının yapmış olduğu in vitro çalışmada dişleri beyazlatmada %16 KP içeren jelin, %9,5 HP içeren beyazlatma bantlarına göre daha etkili olduğu bildirilmiştir (KARADAŞ, DEMİRBUĞA et al. 2017).

Omar ve arkadaşları yaptıkları bir in vitro çalışmada profesyonel olarak reçete edilen %16 KP içeren jel ile % 9,5 HP içeren beyazlatma bantlarının renk değişimi üzerine etkilerini spektrofotometre ile incelemiştir. Araştırmacılar çalışma sonuçlarına göre diş beyazlatmada en etkili ürünün %16 KP içeren jel olduğunu belirtirken bunu %9,5 KP içeren bantların takip ettiğini bildirmişlerdir (Omar, Ab-Ghani et al. 2019).

Souza ve arkadaşları farklı konsantrasyonlarda KP (%20 ve %45) beyazlatıcı jeller ile HP (%9,5ve %38) içeren beyazlatma ajanlarının beyazlatma etkinliklerini in vitro olarak değerlendirdikleri çalışmalarında, %9,5 HP içeren beyazlatma bandı ve % 45 KP içeren (~%15) jelde orta düzeyde bir renk değişikliği görülürken, %20KP (~%6,3) içeren jel ve %38 HP içeren jelde klinik olarak daha belirgin bir renk değişikliği, dolayısıyla daha etkili bir beyazlatma görüldüğünü bildirmiştir. Araştırmacılar, %20KP (~%6,3) içeren ajanın daha düşük bir HP konsantrasyonuna sahip olmasına rağmen diğer iki ürüne kıyasla daha fazla beyazlatma etkinliği göstermesinin nedenini %20 KP içeren jelin dişlerle daha uzun süre temas etmesi sonucu daha büyük bir renk değişikliği oluşturması olarak açıklamışlardır. (de Souza and Catelan 2020)

Süleyman ve arkadaşları yaptıkları in vitro çalışmada 8 saat plak ile uygulanan %10, %15, %20, %22, %30 KP içeren jelleri 8 saat plak ile ve %6 HP içeren beyazlatma şeritlerini günde 2 kez 30 dk uygulamışlar ve beyazlatma etkinliklerini kıyaslamışlardır. Araştırmacılar tüm KP içeren jellerin, HP içerikli beyazlatma bandına kıyasla daha iyi beyazlatma etkinliği gösterdiğini bildirmiştir. Final renk değişiminin peroksit konsantrasyonundan bağımsız olduğunu ve zamanın baskın bir değişken olabileceğini belirtmişlerdir. Yüksek konsantrasyonda KP 'in daha hızlı beyazlatma etkisi gösterebileceğini ancak final renk değişiminin daha düşük konsantrasyondaki KP jeller ile aynı olduğunu rapor etmişlerdir (Sulieman, Macdonald et al. 2006).

Farawati ve arkadaşlarının yaptıkları in vitro çalışmada %20, %35 ve %44 KP içeren jeller ile beyazlatma yapılmış ve örneklerin renk ölçümleri bir kolorimetre cihazı yardımı ile değerlendirilmiştir. Ağartma ajanın yüksek konsantrasyonun daha fazla beyazlatma etkinliği arttırmadığı ve aralarında bir fark bulunmadığı rapor edilmiştir (Farawati, Hsu et al. 2019).

Rosa ve arkadaşlarının meta analiz çalışmasına ise KP içeren jel ile gerçekleştirilen ev tipi beyazlatmanın, OTC beyazlatma şeritleri ile kıyaslandığı çalışmalar incelenmiştir. KP ile evde uygulanan beyazlatma işleminin, beyazlatma bantlarına kıyasla daha yüksek beyazlatma etkinliği gösterdiği bildirilmiştir (da Rosa, Maran et al. 2020). Serraglio ve arkadaşlarının meta analiz incelemesinde ise, %10 KP içeren jel ile HP içerikli beyazlatma bantlarının beyazlatma etkinlikleri kıyaslanmış ve beyazlatma bantları etkili bir beyazlatma üretse de KP içerikli jel kadar etkili olmadığı rapor edilmiştir (Serraglio, Zanella et al. 2016).

Yukarıda sıralanan çalışmalar bu çalışmanın sonuçlarıyla uyum göstermektedir. Bu çalışmada %9,5 HP içeren Crest 3D White Professional Effect, %10 HP içeren Crest 3D White 1-Hour Express ve %10 HP içeren Crest 3D Dental Whitening Kit (jel+bant) beyazlatma bantları ile %16 KP içeren ev tipi Opalescence beyazlatma sisteminin örneklerin renk değişimini iyileştirdiği görüldü. Sırasıyla spektrofotometre ile elde edilen renk değişimleri (ΔE 2,9), (ΔE 3,4), (ΔE 4,2) ve (ΔE 17,9) olarak ölçüldü. Paravina ve arkadaşlarının yaptıkları çalışmaya göre ΔE ab 1,2'ye eşit veya daha az olduğunda beyazlatma materyalin etkili olmadığı; 1,2 ile 2,7 arasında orta derecede etkili olduğu; 2,7 ile 5,4 arasında iyi derecede; 5,4 ile 8,1 arasında çok iyi derecede ve 8,1'i aştığında ise mükemmel derecede etkili olduğu bildirilmiştir (Paravina, Pérez et al. 2019). Çalışmamızın sonuçları değerlendirildiğinde ev tipi %16 oranında KP içeren Opalescence beyazlatma ürününün mükemmel bir beyazlatma etkisi sağladığı ($\Delta E >8,1$) ve Crest 3D beyazlatma bantlarının tümünün iyi bir beyazlatma etkinliği ($2,7 < \Delta E <5,4$) sağladığı görüldü. Çalışmamızda üretici firma talimatları doğrultusunda %16 KP içeren ev tipi beyazlatma jeli 14 gün boyunca 8 saat, Crest 3D beyazlatma bantları ise günde 2x30 dakika uygulanmıştır ve %16 KP içeren ev tipi beyazlatma sistemi OTC beyazlatma bantlarına oranla diş yüzeyine Bu durumun 14 gün boyunca %16 KP jel içerikli ev tipi beyazlatmanın diş yüzeyine daha fazla temas etmesinden (112 saate karşı 14 saat) kaynaklandığını düşünmekteyiz. Literatürde beyazlatma ajanın beyazlatma etkinliği üzerinde konsantrasyonun dışında dişlerin beyazlatma ajanına maruz kalma süresinin de önemli olduğu belirtilmiştir (Serraglio, Zanella et al. 2016). Çalışmamız sonuçları daha uzun beyazlatma süresinin, beyazlatma ajanlarının

konsantrasyonundan bağımsız olarak daha iyi renk iyileşmesi sağladığını öne süren bu çalışmaların sonuçlarını desteklemektedir.

Kwon ve arkadaşlarının yaptığı bir in vitro çalışmada, %10 HP içeren farklı viskozitelere sahip (düşük -orta-yüksek) deneysel jeller ile %10 HP içerikli Crest 3D Whitestrips 1-Hour Express beyazlatma bandı kullanılarak 5 gün x 1 saat süre ile beyazlatma tedavisi uygulanmış ve beyazlatma etkinlikleri kıyaslanmıştır. Diş beyazlatma etkinliğinin, uygulama süresi ve konsantrasyonu sabit tutulduğunda jelin veya dağıtım sisteminin reolojik özelliklerinden etkilenmediği rapor edilmiştir (Kwon, Pallavi et al. 2018). Bu çalışmada eş değer konsantrasyondaki tüm beyazlatma ajanları aynı sürede ve aynı uygulanma şekliyle uygulanmıştır. Benzer beyazlatma etkinliklerinin bu nedenle ortaya çıktığını; bizim çalışmamızda ise %10HP içeren Crest 3D Whitestrips 1-Hour Express beyazlatma bandının, %16 KP içerikli jele kıyasla daha düşük renk değişimi sağlamanın en temel sebebinin beyazlatma ajanın konsantrasyon veya dağıtım sisteminin farklılığından ziyade ajanını dişle temas etme süresinin farklılığı olabileceği kanısındayız.

Karadaş ve arkadaşlarının in vitro çalışmasında Crest 3D beyazlatma şeritleri (%9,5 HP) ve %10 KP içeren jelin beyazlatma etkinlikleri karşılaştırılmış ve iki ajanın benzer beyazlatma etkinliğine sahip olduğu sonucuna varmışlardır (Karadas and Duymus 2015). Araştırmacılar çalışma sonuçlarının daha yüksek %9,5 HP konsantrasyona sahip beyazlatma bandının (yaklaşık %28 oranında KP ile eş değer) %10 KP içerikli ajan ile kıyaslanmasına bağlamışlardır. Araştırmacılar ayrıca numunelerin 24 saat çay ile boyanması, KP jelin günde 4 saat uygulanması gibi önceki çalışmalar ile gösterdiği farklılıklardan da kaynaklanmış olabileceğini belirtmişlerdir. Bu sonuçlar bu tez çalışmasının sonuçlarıyla tutarlı değildir. Bu durumun bizim çalışmamızda örneklerin 14 günlük süreyle yoğun olarak kahve ile boyanması ve KP içerikli jelin 8 saat uygulanması gibi uygulama farklılıklarından kaynaklanmış olabileceğini düşünmekteyiz. Ayrıca Karadaş ve arkadaşları çalışmalarında sığır dişi örneklerini 24 saat çay ile renklendirmişlerdir. 24 saat çay ile renklendirme işlemi beyazlatma işlemi öncesi örneklerin yeterince renklenmesini sağlayamamış olabileceğinden beyazlatma etkinliği de doğru olarak tespit edilememiş olabilir.

El-Shamy ve arkadaşlarının in vitro çalışmasında çay ile renklendirilmiş insan dişleri üzerinde %40 HP ve %15 KP içerikli jeller ile Crest 3D beyazlatma bantları ve OTC ürünlerinin beyazlatma etkinlikleri spektrofotometre ile değerlendirilmiştir. Araştırmacılar

Ofis tipi beyazlatmanın, OTC ürünleri ve evde beyazlatma ürünleri ile karşılaştırıldığında hala en iyi beyazlatma etkisi sağladığını ancak, Crest 3D beyazlatma bandıyla de benzer bir etki elde edilebildiğini bildirmişlerdir (El-Shamy, Alyousif et al. 2018). Araştırmacılar KP içerikli jelin 4 saat uygulanmasına bağlı olarak daha düşük renk değişikliği üretmiş olabileceğini bildirmişlerdir. Bizim çalışmamızda beyazlatma ajanlarının uygulama prosedürleri bu çalışmadan farklılık göstermektedir. Sonuçlar arasındaki farklılığın uygulama farklılıklarından kaynaklanmış olabileceğini düşünmekteyiz. Bizim çalışmamızda kahve ile yoğun boyamanın sığır dişlerinde meydana gelen renklenmenin şiddetini artırarak ortaya çıkan beyazlatma etkinliğini de değiştirmiş olabileceğini ve KP içerikli jelin günde 8 saat uygulanması sonucunda üstün bir beyazlatma etkinliği üretmiş olabileceğini düşünmekteyiz .

Mielczarek ve arkadaşlarının in vitro çalışmasında insan daimi dişlerinde %38 HP (45 dakika) ve %20 KP içerikli jeller (42 saat) ile %14 HP içerikli Crest beyazlatma bandı (42 saat) uygulamalarının beyazlatma etkinlikleri incelenmiştir. Üç beyazlatma rejiminin, in vitro beyazlatma aktiviteleri açısından genel olarak benzer olduğu bildirilmiştir (Mielczarek, Klukowska et al. 2008). Bizim çalışmamızın aksine (KP jel 112 saat / beyazlatma bandı 14 saat) bu çalışmada %20 KP içerikli beyazlatma ajanı ile %14 HP içerikli beyazlatma bandı aynı sürede uygulanmıştır. Elde edilen benzer beyazlatma etkinliği bu nedenle gözlenmiş olabilir. Gerlach ve arkadaşlarının çalışmasında ise %14 HP içerikli Crest Whitestrips Supreme beyazlatma bandı ile %6 HP içerikli Crest beyazlatma bandı ile elde edilenden hızlı ve daha yüksek oranda beyazlatma etkinliği elde edildiği rapor edilmiştir (Gerlach and Sagel 2004). Araştırmacılar bu çalışmada daha yüksek konsantrasyonda %14 HP içerikli beyazlatma bandı kullanmışlardır. Meydana gelen daha yüksek beyazlatma etkinliği bu durumdan kaynaklanmış olabilir.

Cordeiro ve arkadaşlarının yaptıkları in vivo çalışmada tedavi süresince toplamda 7 saat uygulanan %10 HP jel ve %10 HP içerikli beyazlatma bantların benzer beyazlatma gösterdiği bildirilmiştir (Cordeiro, Toda et al. 2019). Mokhlis ve arkadaşlarının in vivo çalışmasında %20 KP ve eş değer konsantrasyonunda %7,5 HP jelleri toplamda 28 saat uygulanmıştır ve tedavinin başlangıcında %20 KP kullanımı ve %7,5 HP içerikli ajanlara göre çok daha fazla beyazlık sağlandığı ancak çalışmanın sonunda ürünler arasında beyazlatma etkinliği açısından önemli bir fark olmadığı belirtilmiştir (Mokhlis, Matis et al. 2000). Costa ve arkadaşlarının in vivo çalışmasında %35 KP jel ile %14 HP içeren

beyazlatma bantları 14 saat uygulanmış ve KP jel ile beyazlatma bantların benzer beyazlatma etkisi ürettiği rapor edilmiştir. Aynı konsantrasyondaki ürünlerin uygulama yöntemlerinin beyazlatma etkisini etkilemediği belirtilmiştir (Da Costa, McPharlin et al. 2012). Bu çalışmanın sonuçları doğrultusunda dağıtım sitemleri farklı olan KP/HP jel ve HP içerikli beyazlatma bantların temas süresinin aynı olması sonucunda benzer beyazlatma etkinliği gösterdiğini düşünmekteyiz. Bu durum beyazlatma ajanların dış yüzeyine maruz kalma süresinin önemli olduğu düşüncemizi güçlendirmektedir.

Karpina ve arkadaşlarının in vivo çalışmasında toplamda temas süreleri 14 saat olacak şekilde uygulanan %6 HP içerikli beyazlatma bandı ve plak ile uygulanan %10 KP jelin beyazlatma etkinlikleri kıyaslanmıştır. Beyazlatma bantların, KP jele göre önemli ölçüde daha fazla renk iyileşmesi sağladığı bildirilmiştir (Karpinia, Magnusson et al. 2003). Gerlach ve arkadaşlarının in vivo çalışmasında %10 KP jel ile %6,5 HP içerikli beyazlatma bandının beyazlatma etkinlikleri değerlendirilmiştir. Şerit sistemiyle 14 saat temas ile gerçekleştirilen uygulamanın, plak sistemiyle 28 saatlik temas ile uygulanan tedaviye kıyasla üstün beyazlatma etkinliğiyle sonuçlandığı rapor edilmiştir (Gerlach and Zhou 2002). Bu bulguların aksine bizim çalışmamızda KP jel, beyazlatma bantlarına kıyasla daha yüksek beyazlatma etkinliği gösterdi. Ancak bu çalışmaların sonuçlarına göre beyazlatma bantların KP jele kıyasla üstün beyazlatma etkinliği göstermesi dikkat çekici bir bulgudur. Bu durumun en temel sebebin, KP jelin protokolüne uygun olmayacak şekilde kullanılmasıyla ilgili olduğunu düşünmekteyiz. %10 KP jel plak ile gece boyunca 6-8 saat ve toplamda 2-6 hafta gibi uzun bir tedavi sürecini içermektedir. Ayrıca KP jelin sadece %50'sinin 2 saatlik tedaviden sonra aktif bileşenlerine ayrılmasından dolayı KP jelin sınırlı maruz kalma süresinin beyazlatma verimliliği açısından dikkate alınması önemli bir detay olduğu belirtilmiştir (Mittal, Kaur et al. 2021). Beyazlatma ajanlarının uygulama protokolü farklılıkları, örneklerin boyama düzeyi, örnek hazırlama, in vivo ve in vitro koşullar vb. gibi bir dizi olası değişken nedeniyle bu çalışmaların sonuçlarını karşılaştırmak zor olabilir.

Crest beyazlatma şeritleri ile peroksit içermeyen plasebo şeritlerinin beyazlatma etkinliklerinin kıyaslandığı iki klinik çalışmada ilk 2 hafta sonunda Crest beyazlatma bantları kullananlarda dişlerde beyazlama gözlemlendiği, 3-6 haftalık süre sonunda beyazlamanın arttırdığı ve tedavi süresinin uzamasının beyazlatma etkinliğini olumlu şekilde etkilediği bildirilmiştir (Swift Jr, Heymann et al. 2009, Simon, Powell et al. 2014). Bu bulgu çalışmamızda elde ettiğimiz iki hafta boyunca uygulanan tüm HP içeren Crest

beyazlatma bantların başlangıca göre diş renginin değişimini iyileştirdiği sonucuyla uyuşmaktadır. HP içeren beyazlatma bantların mine ile temas süresinin arttırılmasının beyazlatma performansını da arttıracacağı düşüncesindeyiz.

Oliveira ve arkadaşları yaptıkları in vivo çalışmada evde günde 1×2 saat boyunca deneysel olarak hazırlanan %9,5 HP içerikli beyazlatma şeridi ile günde 2×30 dk uygulanan %10 HP içerikli Crest beyazlatma bandının beyazlatma etkinlikleri kıyaslanmışlardır. Her iki tedavi grubunda da başlangıca göre renk iyileşmesi görülmüş, ancak 2 saatlik deneysel %9,5 HP içerikli beyazlatma şeridinin daha üstün bir beyazlatma etkinliği gösterdiği bildirilmiştir. Beyazlatma şeritlerinin günlük kullanım süresinin uzatılması, tedavinin etkinliğini artırabileceği ve sonuçta herhangi bir önemli yan etki olmaksızın tedavi süresini kısaltabileceği belirtilmiştir. Crest beyazlatma bantları için 30 dakikalık uygulamalar tavsiye edilmiştir ve bu çalışma beyazlatma etkinliğini arttırmak için beyazlatma süresinin arttırıldığı ilk çalışmadır (Oliveira, Miguez et al. 2013). Bu çalışmada beyazlatma bandının daha uzun süre diş yüzeyine temas etmesinin diğer beyazlatma bandına kıyasla daha yüksek beyazlatma etkinliği gözlenmesine neden olduğu kanısındayız. Bununla birlikte bizim çalışmamızda Crest 3D Professional Effect ve Crest 3D Whitestrips Dental Whitening Kit (jel+bant) günde 2×30 dk uygulanırken: Crest 3D White 1 Hour Express Whitestrips beyazlatma bandı günde 1×1 saat uygulanmıştır. Her üç grupta da 2 hafta sonunda dişlerde rengin iyileştiği ve benzer beyazlatma etkinliği sağlandığı gözlemlendi. Ancak Crest beyazlatma bantların seans süreleri (30 dk/1 saat) değişkenlik gösterse de tedavi süresinin toplamda 14 saat olacak şekilde uygulanmasından dolayı benzer beyazlatma etkinliği göstermiş olabileceği düşüncesindeyiz. Bermudaz ve arkadaşları yaptıkları çalışmada 30 dakikalık bir süre boyunca dişin dış tabakası boyunca hareket eden HP jelin konsantrasyonunu modellemişler ve HP'in diş içinde mine ve dentin yoluyla 30 dakika içinde yayıldığını rapor etmişlerdir. Şeritlerin 30 dakikadan daha uzun süre uygulanmasının, HP'in dişin en iç tabakasına yani pulpaya nüfuz edebileceğini ve dişlerde hassasiyet ortaya çıkabileceği endişesini belirtmişlerdir (Bermudez and Davis 2004) Bu çalışmanın sonuçlarını ve kendi çalışmamızın sonuçlarını göz önünde bulundurduğumuzda beyazlatma bandı için 30 dakikalık seansların uygun olacağını daha uzun seans süresinin hassasiyet oluşturma riskini de arttırabileceği endişesini taşımaktayız. Ancak HP içerikli beyazlatma bantların ideal uygulanma seansları ve toplam temas süresini daha iyi anlayabilmek için daha fazla çalışmaya ihtiyaç vardır.

Sınırlı araştırmalarımız dahilinde literatürde Crest 3D Dental Whitening Kit (jel+bant) beyazlatma sistemi ilgili herhangi bir çalışmaya rastlanmadı. Crest 3D Dental Whitening Kit (Artic Mint) beyazlatma bandı içerisinde HP jel ve Şeffaf Şerit bulunan yeni bir üründür. Kullanım Şekli itibariyle diş yüzeyine önce 1mm kalınlığında jel uygulandıktan sonra Şeffaf bant yapıştırılması, KP kullanılan plak bazlı taşıyıcı sistemlere oldukça benzerlik göstermektedir. Crest 3D Whitestrips Dental Whitening Kit (jel +bant) ile tedavi edilen grupta kullanım Şekli nedeniyle diş yüzeyinde daha kalın bir jel tabakası olmasını sağlar ve bu nedenle diğer geleneksel HP emdirilmiş beyazlatma bantlarıyla farklılık gösterir. Bu çalışmanın sonuçları dahilinde kullanılan tüm Crest 3D beyazlatma bant sistemlerinin; Crest 3D Whitestrips Dental Whitening Kit (jel +bant), Crest 3D Professional Effect beyazlatma bandı ve Crest 3D White 1 Hour Express beyazlatma bandının diş rengini iyileştirdiği, ancak kendi aralarında beyazlatma etkinlikleri açısından anlamlı bir fark bulunmadığı görüldü.

Geleneksel HP emdirilmiş beyazlatma bant sistemlerinin jel miktarının daha da azaltılması ve yumuşak dokuların topikal peroksit maruziyetini arttırmadan beyazlatmayı teşvik etmek için peroksit konsantrasyonunun arttırmasına olanak sağlaması gibi avantajlı özellikleri bulunmaktadır. Ayrıca bantların kullanımının estetiği olumlu Şekilde etkilediği ve hastaların uyumunun geliştiği belirtilmiştir (Gerlach and Sagel 2004). Ancak beyazlatma bantların tekrar kullanılmadığı için çöpe atılması ve bu durumun da dünyada çok yer kaplayan büyük miktarda atığın oluşmasına katkıda bulunduğu belirtilmiştir. Bazı araştırmacılar bu nedenle Crest 'in yeniden kullanılabilir bir plastik Şerit ile piyasaya sürülmesinin iyi bir fikir olabileceğini bildirmişlerdir (Bermudez and Davis 2004). Ancak Crest markasının yeni geliştirdiği Crest 3D Dental Whitening Kit (jel+bant) beyazlatma sisteminde jelin ayrı uygulanması hastaların aşırı kullanımına neden olabilir. Aşırı kullanım taşan peroksitin yumuşak dokulara temas riskini de arttırabileceği için bu durumun iyi bir fikir olamayabileceği düşünöncesindeyiz. Gelecekte bu ürünle ilgili yapılacak daha fazla çalışmaya ihtiyaç vardır.

Peroksit içermeyen beyazlatma bantlarına kömür eklenmesi yeni bir yaklaşımdır. Sınırlı araştırmalarımız sonucunda literatürde kömür içerikli peroksit içermeyen Magical White beyazlatma bandı ile yapılmış herhangi bir çalışmaya rastlayamadık. Ancak peroksit içermeyen kömür dışında farklı aşındırıcı bileşen ve bitkisel yağ içeren beyazlatma bantları ile birkaç tane çalışma bulunmaktadır

Cua ve arkadaşlarının in vitro çalışmasında peroksit içerikli Crest 3D beyazlatma bandı ve peroksit içermeyen ancak çeşitli aşındırıcı bileşenler (sodyum klorit ve sitrik asit) içeren 2 farklı beyazlatma bandının beyazlatma etkinlikleri spektrofotometre ile değerlendirilmiştir. HP içeren Crest beyazlatma bantların diğerlerine göre üstün beyazlatma etkinliği gösterdiği bildirilmiştir. Ayrıca peroksit içermeyen beyazlatma bantları kullanımının klinik olarak kabul edilebilir renk (AT) eşliğini aştığı ($\Delta E > 2,7$) ve aralarında anlamlı bir fark bulunmadığı bildirilmiştir (Cua, Crespo et al. 2022). Araştırmacılar peroksit içermeyen beyazlatma bandının içerisindeki sodyum kloritin, sitrik asitle reaksiyona girdiğini ve aktif bir ağartma maddesi olarak klor dioksit üretim mekanizma olarak HP'e benzer şekilde, kromojen yapısındaki çift bağları oksitlediğini belirtmişlerdir. Bu bulgulara paralel olarak kendi çalışmamızda HP içeren tüm Crest 3D beyazlatma bantları peroksit içermeyen kömür bazlı Magical White beyazlatma bandına kıyasla daha fazla beyazlatma etkinliği gösterdi. Ayrıca Magical White beyazlatma bandı grubunun negatif kontrol grubuna göre daha fazla renk değişikliği gösterse de ($\Delta E = 1,5$) klinik olarak anlamlı bir beyazlatma üretmediği görülmüştür. Ancak Magical White beyazlatma bandının içerisinde yer alan ftalimid peroksit kaproik asit (PAP) ve kömür tozu aşındırıcı nedeniyle, bu çalışmada kullanılan peroksit içermeyen beyazlatma bantları ile farklılık göstermektedir.

Gurich ve arkadaşlarının klinik çalışmasında peroksit içermeyen ve bitki bazlı yağlar (hindistancevizi, adaçayı ve limon kabuğu) içeren Lumineux Oral Essentials bantlarının beyazlatma etkinliklerinin, HP içeren Crest 3D beyazlatma bandı ile kıyaslanması amaçlanmıştır. Çalışmanın sonuçlarına göre Crest beyazlatma bandı önemli bir beyazlatma etkinliği sağlarken bitki bazlı yağlar içeren ve peroksit içermeyen bantlara kıyasla daha fazla beyazlatma etkinliği gösterdiği rapor edilmiştir. Kendi çalışmamızda peroksit içerikli tüm Crest 3D beyazlatma bantları, HP içermeyen ve bitkisel yağ (Hindistancevizi) içeren Magical White beyazlatma bandına kıyasla daha fazla beyazlatma etkinliği göstermiş olup bu çalışmanın sonuçlarıyla uyumluluk göstermiştir (Gurich, Anastasia et al. 2023). HP'in ağartma mekanizması kapsamlı bir şekilde incelenmiştir ve jelin diş yapısına 5-15 dakika içinde pulpaya kadar ulaşabilen kanıtlanmış difüzyonuna dayanmaktadır (Bowles and Ugwuneri 1987). Difüzyon süreci sırasında aktif oksijen radikallerinin kromoforlarla etkileşime girerek dişin etkili bir şekilde beyazlatılmasını sağladığı bilinmektedir (Kwon and Wertz 2015).

Kassab ve arkadaşlarının yaptıkları bir in vivo çalışmada peroksit içermeyen Lemineux Oral Essentials beyazlatma şeritleri ile peroksit bazlı Crest 3D beyazlatma bantlarının beyazlatma etkinlikleri kıyaslanmıştır. Çalışmanın sonucuna göre peroksit içermeyen beyazlatma şeridi ile peroksit bazlı beyazlatma şeridi arasında anlamlı bir fark bulunmadığı ve her ikisinin de anlamlı bir beyazlatma etkinliği gösterdiği rapor edilmiştir. (Kassab, Yang et al. 2023). Bu bulguların aksine bizim çalışmamızda peroksit içermeyen kömür bazlı beyazlatma bantlarının klinik olarak anlamlı renk değişimi sağlamadığı görüldü. Ancak çelişkinin çalışmanın bizim çalışmamız aksine in vivo şartlarda yapılış olmasının çalışma koşullarının standardizasyonunu zorlaştırabileceği ve sonuçları etkileyebilecek değişken sayısını arttırabileceğinden kaynaklanmış olabileceğini düşünmekteyiz. Bu konuda daha fazla in vivo ve in vitro çalışma yapılması gerekmektedir.

Bizhang ve arkadaşlarının in vivo çalışmasında peroksit içermeyen ftalimid peroksit kaproik asit (PAP) maddesi içeren jelin plaseboya kıyasla anlamlı düzeyde beyazlatma sağladığı gösterilmiştir (Bizhang, Domin et al. 2017). PAP, hidrojen peroksitten farklı bir etki mekanizmasına sahiptir. PAP bir epoksidasyon reaksiyonu ile bir epoksit (oksiran) ürünü oluşturur ve HP'deki gibi oksidasyon-indirgeme reaksiyonundan farklı bir oksidasyon yöntemine sahiptir (Grillon, Di Bella et al. 2023). Pascolutti ve arkadaşlarının in vitro çalışmasında dişlerin boyanma prosedürü için çay, kırmızı şarap ve ferrik klorür dahil olmak üzere farklı polifenollerden oluşan bir kompleks kullanılmış ve beyazlatma prosedürleri sonucunda PAP içerikli jelin %6 HP'e göre %70 daha yüksek renk değişiklikleri gösterdiği belirtilmiştir. (Pascolutti and de Oliveira 2021) Araştırmacılar serbest radikallerin antioksidan aktivitelerinden dolayı HP ile bu renklenmelerin giderilmesinin daha zor olabileceğini öne sürmüşlerdir. Çalışmanın sonuçları bizim çalışmamızın sonuçları ile çelişmektedir. Bahsi geçen çalışmada boyama periyodu öncesinde diş lekelerin giderilmesi amacıyla mine yüzeyleri %1'lik hidroklorik asit ile aşındırılmıştır. Bu işlem mine yüzeyini etkilemiş, dolayısıyla beyazlatma jellerine olan duyarlılığı da değiştirmiş olabilir. Bu tez çalışmasında ise mine yüzeylerine herhangi bir ön işlem uygulanmamıştır. Sonuçlar arasındaki farklılık bu nedenle ortaya çıkmış olabilir.

Ntovas ve arkadaşları peroksit içermeyen farklı beyazlatıcı gargaraların beyazlatma etkisi göstermeden hafif yüzeysel lekeleri uzaklaştırdıklarını ve bu sayede diş rengini biraz iyileştirdiklerini belirtmişlerdir. Ayrıca ftalimid peroksikaproik asit (PAP) içeren ağız gargarasının, beklenildiği gibi oksidatif özelliği nedeniyle beyazlatmada herhangi bir

üstünlük göstermediği de belirtilmiştir (Ntovas, Masouras et al. 2021). Heupt ve arkadaşları HP jel ile farklı aşındırıcılar içeren tezgâh üstü (OTC) ağartma ajanlarının (sodyum klorit, sodyum bikarbonat, PAP) beyazlatma etkinliklerini in vitro olarak kıyaslamış ve hidrojen peroksitin en yüksek renk değişimi sağladığını bildirmişlerdir. Tüm OTC ağartma ürünleri, negatif kontrole kıyasla minede daha fazla renk değişimine yol açsa da bu değişimin lekelerin uzaklaştırılması sonucu olduğunu öne sürmüşlerdir (Müller-Heupt, Wiesmann-Imilowski et al. 2023) Yakın zamanda yapılan bir meta-analiz çalışmasına göre peroksit bazlı beyazlatma ajanlarının, peroksit içermeyen beyazlatma ajanlarına kıyasla beyazlatmada daha etkili olduğu rapor edilmiştir (Ribeiro, de Oliveira da Rosa et al. 2020). Bu çalışmaların sonuçları kendi çalışmamızın sonuçlarıyla uyumludur. Bizim çalışmamızda peroksit içeren KP jel ve HP bantlar, peroksit içermeyen kömür- PAP içerikli Magical White beyazlatma bandına kıyasla daha yüksek beyazlatma etkinliği gösterdi. Kömür- PAP içerikli Magical White beyazlatma bandı negatif kontrole göre hafif renk değişikliği gösterse de klinik olarak anlamlı olmadığı görüldü. Peroksit içerikli beyazlatma ajanların oksidasyon yoluyla kromoforları etkilemesiyle etkin beyazlatma performansı göstereceğini ancak peroksit içermeyen OTC ürünlerinin içeriğindeki aşındırıcılar ile yalnızca yapay olarak renklendirilmiş lekenin uzaklaştırmasını sağlayabileceği ve bu nedenle beyazlatmada etkin bir performans gösteremeyeceği düşüncesindeyiz.

Grillon ve arkadaşları yaptıkları in vitro çalışmada %16 KP'in, peroksit içermeyen farklı OTC ürünlerine kıyasla daha üstün beyazlatma özelliği gösterdiğini bildirmişlerdir. Bu deneyde bir ürün deneysel saf PAP ve diğer iki ürün ana aktif bileşen PAP 'a ek olarak sitrik asit, hidratlı silika ve sodyum bikarbonat gibi aşındırıcı bileşenler içerir. Araştırmacılar saf (%10-15) PAP'ın en düşük beyazlatma performansı gösterdiğini belirtmiş ve PAP 'ın aşındırıcı bir maddeyle kombine edilmesinin daha olumlu bir genel beyazlatma sonucu sunduğunu öne sürmüşlerdir (Grillon, Di Bella et al. 2023). Bu bulgular doğrultusunda bizim çalışmamızda kömür içerikli Magical White beyazlatma bandının negatif kontrol grubuna kıyasla daha hafif renk değişikliği göstermesinin içeriğinde PAP ile kömürün birlikte yer alması olabilir. Ancak OTC ürünlerin içerisinde bulunan aşındırıcı maddelerin özellikleri ve bu maddelerin birlikte kullanıldığında sinerjistik etki gösterip göstermeyeceklerinin anlaşılabilmesi için bu konuda daha detaylı çalışmalar yapılmasına ihtiyaç duyulmaktadır.

Kömür içerikli ürünler toz halinde veya bileşimlerinde farklı bileşenlerle beraber aktif kömür içeren diş macunlarında ve gargaraların içerisinde yer almaktadır (Palandi, Kury et al. 2020, Ghajari, Shamsaei et al. 2021).

Franco ve arkadaşlarının in vitro çalışmasında %10 KP jelin ve aktif kömür tozunun beyazlatma etkinlikleri incelenmiş ve kömür tozunun herhangi bir beyazlatma etkinliği olmadığı belirtilmiştir (Franco, Uehara et al. 2020). Doan ve arkadaşlarının in vitro çalışmasında ise yine kömür tozu ile %20 KP jelin beyazlatma etkinliği kıyaslanmış, kömür tozu kontrol grubuna göre daha fazla renk değişimi sağlasa da %20 KP jelin üstün bir beyazlatma etkinliği gösterdiği bildirilmiştir.(Doan 2022).

Sentilukumar ve arkadaşlarının yaptıkları in vitro çalışmada KP jelin, aktif kömür tozuna kıyasla diş beyazlatma etkisinin daha fazla olduğu belirtilmiştir. Ayrıca kömürün de diş beyazlatmayı desteklediği sonucuna varılmıştır. Aktif kömürün diş beyazlatma etkisinin kömürün oldukça yüksek oranda emici bir madde olması nedeniyle toksinlere yapışarak lekeleri ortadan kaldırmasına dayandığını belirtmişlerdir (Senthilkumar and Ramesh 2021). Emídio ve arkadaşlarının yaptıkları in vitro çalışmada %10 KP, kömür tozu ve kömür içerikli diş macununun beyazlatma etkinlikleri değerlendirilmiştir. Aktif kömür bazlı ürünlerin beyazlatmayı destekleseler de %10 KP'in beyazlatmada daha etkili olduğunu ve kömür bazlı ürünlerin hafif beyazlık üretmesinin yapay renklendirme yöntemi kullanılmasına bağlı meydana gelen renk değişiminin şiddetli olmasına bağlı olabileceğini belirtmişlerdir Ayrıca kömür içerikli diş macunların mineyi aşındırarak renk değişimine katkı sunabileceğini ve içerisine eklenen farklı ürünlerin (HP, mavi kovan) de beyazlatma etkisini arttırmış olabileceğini belirtilmişlerdir (Emídio, Silva et al. 2023).

Palandi ve arkadaşları in vitro çalışmalarında, iki beyazlatma sisteminin (%16 KP jel ile aktif kömür) tek başına kullanımının ve normal-beyazlatıcı diş macunlarının kombinasyonlarının beyazlatma etkinliklerini kıyaslamışlardır. Kömür içerikli grup kontrol grubundan daha fazla beyazlatma üretse de en büyük renk değişiminin KP jel ile sağlandığını bildirmişlerdir Araştırmacılar gruplar arasında bulunan istatistiksel farklılıkların bu tür ürünlerin farklı etki mekanizmalarıyla açıklanabileceğini belirtmişlerdir. Diş macunları ve tozların mineye yapışan dışsal lekeler üzerinde etkili olduğunu, KP jelin ise dentinde mevcut olan organik kromoforları parçaladığı belirtilmiştir (Palandi, Kury et al. 2020). Tomas ve arkadaşlarının yaptıkları sistematik derlemenin sonuçlarına göre ise kömür içerikli diş

macunların diş rengi değişiminde daha az etkili olduğu, HP veya KP gibi beyazlatıcı maddeler içeren diş macunlarının ise en fazla beyazlatma etkinliği gösterdiği bildirilmiştir. (Tomas, Pecci-Lloret et al. 2023).

Yukarıdaki bahsedilen çalışmalar bu tez çalışmasının sonuçlarıyla uyum görünmektedir. Çalışmamızda %16 KP içeren Opelesence jel, peroksit içermeyen kömür içerikli Magical White beyazlatma bandına kıyasla üstün beyazlatma etkinliği gösterdi. Kömür içerikli beyazlatma bandı ise hafif beyazlatma etkisi gösterdi. Aktif kömür parçacıkları fiziksel olarak diş yüzeyindeki lekelerden daha serttir. Bu nedenle fırçalama esnasında leke giderilebilir ve diş yüzeyi temiz kalır. Ancak bu aşındırıcı temizleme mekanizması yalnızca dışsal lekeleri etkilediği; içsel renk değişikliğini veya doğal diş rengini etkilemediği, dolayısıyla aktif kömüre atfedilen beyazlatma etkisinin, onun aşındırıcı etkisinden kaynaklandığı bildirilmiştir (Joiner 2010, Brooks, Bashirelahi et al. 2020).

Maciel ve arkadaşlarının yaptıkları in vitro çalışmada test edilen kömür bazlı ürünlerin (kömür tozu ve diş macunu) klinik olarak beyazlatma etkinliğine ulaşamadığı bildirilmiştir. Araştırmacılar hafif renk değişiminin ürünlerin içeriğindeki aşındırıcı parçacıkların yüzey pürüzlülüğünü arttırmasına bağlı yüzeyde meydana gelen ışık yansımasının yüzeyi daha beyaz göstermiş olmasından kaynaklı olabileceğini belirtmişlerdir. Ayrıca kömür tozu suda çözünmez bu nedenle diş yüzeyine yayılamaz. Kömür tozunun mine yüzeyi ile temas halinde kalması için yeterince tiksotropiye sahip olmamasının aktif kömür içerikli diş macununa kıyasla daha az verimli olmasına neden olduğu da belirtilmiştir. (Maciel, Geng Vivanco et al. 2023). Bununla birlikte bizim çalışmamızda kömür tozu içerikli Magical White beyazlatma bandının negatif kontrole göre hafif renk değişimi sağlasa da beyazlatma etkinliğine sahip olmadığı görülmüştür. Bu sonuç Maciel ve arkadaşlarının da belirttiği gibi ajanın yeterince tiksotropiye sahip olmamasına bağlı diş yüzeyine yeterli miktarda dağılamamış olması ile ilişkili olabilir.

Ghajari ve arkadaşları kömür içerikli diş macunlarının da bulunduğu tüm beyazlatıcı diş macunlarının in vitro koşullarda önemli bir beyazlatma etkinliği gösterdiğini bildirmiştir. Ayrıca araştırmacılar kömürün beyazlatma etkinliğini mine yüzeyini aşındırarak sağladığını da belirtmişlerdir. (Ghajari, Shamsaei et al. 2021).

Dionysopoulos ve arkadaşları yaptıkları in vitro çalışmada kömür içerikli diş macunu ve kömür içerikli diş macunu ile kömür içerikli beyazlatıcı bir gargaranın birlikte kullanımının renk değişimine etkisini değerlendirmişler ve kömür içerikli diş macununun tek başına beyazlatma etkinliğini arttırdığını; kömür içerikli gargara ile birlikte kullanımının diş renginin değişiminde etkili olduğu ancak ilave bir katkı sunmadığını belirtmişlerdir. Ayrıca kömür içerikli bir gargaranın tek başına beyazlatma sağlamayacağını da bildirmişlerdir (Dionysopoulos, Papageorgiou et al. 2020). Bu çalışmaların aksine bizim çalışmamızda Magical White kömür içerikli beyazlatma bandının klinik olarak anlamlı bir beyazlatma sağlamadığı görüldü. Bizim çalışmamızda kömür içerikli beyazlatma bandı uygulanırken herhangi bir fırçalama işlemi yapılmamıştır. Dionysopoulou ve arkadaşlarının çalışmasında ise fırçalama işlemi sırasında ekstra bir kuvvet uygulanması kömür parçacıkların diş yüzeyinde sıkışmasıyla aşındırma gücünü artmış ve dışsal lekeler bu şekilde uzaklaştırılmış, böylece beyazlatma etkinliği de artmış olabilir. Kömür içerikli gargaranın kısa temas süresi ve fırçalama olmamasına bağlı olarak kömür içerikli macun gibi beyazlatma etkinliği oluşturamaması da bu yargıyı desteklemektedir.

Mahringer ve arkadaşlarının yaptıkları in vitro bir çalışmada %30 KP ile beyazlatma yapıldıktan 1 saat ve 6 saat sonra, iki farklı zamanda örneklerin yüzey pürüzlülüğü AFM ile değerlendirilmiştir. 1 saatlik ve 6 saatlik beyazlatma sonrasında minenin yüzey pürüzlülüğünün arttığı ve iki ölçüm zamanı arasında anlamlı bir fark bulunmadığı bildirilmiştir. Bu değişimin minenin organik matriks proteinlerinin peroksit ile oksidasyonu ve bunu takip eden kısmi parçalanmanın sonucu olduğunu öne sürülmüştür. (Mahringer, Fureder et al. 2009) Bu bulgular bizim çalışmamızın sonuçları ile uyum göstermektedir. KP jel ile ağartma sonrası artan mine pürüzlülüğün Mahringer ve arkadaşlarının da belirttiği gibi organik matriksin modifikasyonuna bağlı olabileceği kanısındayız.

Omar ve arkadaşları in vitro çalışmalarında %16 KP jel ve Crest 3D beyazlatma bantlarının mine yüzey pürüzlülüğü üzerine etkilerini profilometre cihazı ile incelemişler ve tüm beyazlatma ajanların ağartma sonrası mine yüzey pürüzlülüğünü önemli oranda arttırdığını rapor etmişlerdir. Ayrıca en yüksek yüzey pürüzlülüğü değerlerinin Crest 3D beyazlatma bandı grubunda gözlendiğini ve SEM analizine göre Crest beyazlatma bandının mine morfolojisinde oluklu-gözenekli-pürüzlü yüzey topografyası gösterdiğini bildirmişlerdir (Omar, Ab-Ghani et al. 2019). Araştırmacılar bu durumun Xu ve arkadaşlarının çalışmalarında da belirtildiği gibi Crest 3D beyazlatma bandının, KP jele kıyasla düşük pH

'a sahip olmasına bağlamışlardır (Xu, Li et al. 2011) . pH değerinin beyazlatma işleminin reaksiyonlarına önemli bir faktör olarak katkıda bulunduğunu; ancak bu düşük pH 'lı ağartma solüsyonunun, geri dönüşü olmayan bir şekilde meydana geldiğine inanılan erozyon paterni ile demineralizasyon değişikliklerine yol açtığını bildirilmişlerdir.

Al-Angari ve arkadaşları iki ağartma sisteminin (%15KP beyazlatma jeli ve %10 HP beyazlatma bantları) yüzey pürüzlülüğüne etkilerini optik profilometre ile değerlendirmiş ve ağartma jelinin şeritlere kıyasla önemli oranda yüzey pürüzlülüğünü arttırdığını bildirmişlerdir (Al-Angari, Eckert et al. 2021). Bu durumu örneklerin ağartma ajanının daha fazla maruz kalmasına bağlamışlardır. Ancak tüm yüzey pürüzlülüğü değerleri (Ra) 0,08'den küçük olduğu için klinik olarak anlamlı olamayacağını belirtmişlerdir.

Polydorou ve arkadaşlarının in vitro çalışmasında %40 HP, %16 KP ve %6 HP OTC boyama jelinin 2 haftalık ve 8 haftalık beyazlatma sonrası örneklerin yüzey pürüzlülüğüne etkisi optik bir profilometre ile kıyaslanmıştır. Yüzey pürüzlülüğü açısından tüm ağartma yöntemlerinde tedavi sonrası değerlerin arttığı ve aralarında anlamlı bir fark bulunmadığı rapor edilmiştir (Polydorou, Scheitza et al. 2018). Ancak 8 haftadan sonra %16 KP diğer iki yöntemle kıyasla daha fazla pürüzlülük ürettiği bildirilmiştir. %16KP jelin daha fazla etkinlik göstermesinin uygulama süresinin beyazlatma etkinliği üzerinde önemli bir parametre olmasına bağlı olabileceğini belirtmişlerdir. Ayrıca mine yüzey pürüzlülüğündeki artışın, KP jellerin içerisindeki karbapolun hem asidik olması hem de ve jeli uzun süre stabilize etmesiyle KP jelin dış yüzeyinde daha uzun süre aktif kalmasına bağlı olabileceğini öne sürmüşlerdir.

Dutra ve arkadaşları in vitro çalışmalarının sonuçlarına dayanarak %10 KP, %16 KP VE %35 HP jellerin mine yüzey pürüzlülüğü üzerine olumsuz etkileri olduğunu bildirmişlerdir (Pimenta-Dutra, Pereira et al. 2017). Araştırmacılar %16 KP'in, %10 KP 'e ve %35 HP 'e kıyasla mine yüzeyini daha fazla olumsuz etkilediğini, beyazlatma ajanların artan konsantrasyonunun yanı sıra dış yüzeyi ile artan temas süresinin de önemli bir etken olduğunu ve dış yapısında değişikliklere neden olabileceğini belirtmişlerdir.

Yukarıdaki çalışmalar bu tez çalışmasının sonuçlarıyla uyum göstermektedir. Çalışmamızda ev tipi %16 KP içeren Opalescence ile beyazlatma sonrası en yüksek yüzey pürüzlülüğü değerleri kaydedildi. Ayrıca tüm Crest 3D beyazlatma bantlarında beyazlatma sonrası yüzey

pürüzlülüğünde artış görüldüğü de rapor edildi. %16KP jel ile HP Crest beyazlatma bantlarının beyazlatma mekanizmalarının aynı olmasına rağmen KP jelin maruz kalma süresinin daha uzun olmasının dağıtım sistemi veya konsantrasyonları benzer olmasına rağmen yüzey pürüzlülüğünü arttırdığını düşünmekteyiz. Ayrıca KP jelin HP bantlardan farklı olarak içeriğinde asidik karbapol monomerin yer almasının, KP jelin ortamın pH 'nın düşmesine neden olmuş olabileceğini ve uzun süre mine yüzeyine temas etmesi sonucu yüzey pürüzlülüğünü olumsuz yönde etkilebileceği ihtimalinin önemli bir detay olduğu kanısındayız. Ancak çalışmamızda test edilen hiçbir ürünün pH'ı ölçülmemiş olması çalışmamızın zayıf yanısıdır ve bu konuda görüş belirtmek zor olacaktır. Bollen ve arkadaşları yaptıkları literatür taramasına göre 0,2 µm 'lık pürüzlülük değerinin yüzeyde bakteri birikimine karşı sınır kabul edilmesi gerektiğini belirtmişlerdir. (Bollen and Lambrechts 1997). Çalışmamızda test edilen tüm beyazlatma gruplarında beyazlatma sonrası elde edilen yüzey pürüzlülük değerleri belirtilen eşik değerinin altında bulunmuştur ve artan yüzey pürüzlülüğü değerinin klinik olarak anlamlı olmadığı söylenebilir.

Souza ve arkadaşlarının in vitro çalışmasında farklı konsantrasyonlarda KP içeren (%20 ve %45) jeller ile HP içeren (%9,5 ve %38) beyazlatma bantlarının örneklerin yüzey pürüzlülüklerine etkileri bir profilometre yardımı ile kıyaslanmış, değerlendirilen beyazlatma ürünlerinin hiç birinin örneklerin yüzey pürüzlülüğünü değiştirmedeği bildirilmiştir. (de Souza and Catelan 2020). Bu çalışmada örnekler mineral içeriğinin standardizasyonunu sağlamak için 1 ay boyunca yapay tükürükte bekletilmiştir. Yapay tükürük örneklerin yüzey fiziksel özelliklerini iyileştirerek aşınmaya karşı dirençlerini yükseltmiş olabilir. Bu çalışmanın sonuçları ile bizim çalışmamızın sonuçları arasındaki farklılığın muhtemel nedeni yapay tükürüğün örneklerin yüzey fiziksel özelliklerine yaptığı olumlu katkılar olabilir.

Farroni ve arkadaşlarının in vitro çalışmasında farklı konsantrasyonlarda ajanlar (%10KP, %7,5HP, %38HP ve %18HP/%22KP) ile yapılan beyazlatma tedavilerinden sonra örneklerin yüzey pürüzlülüklerinde meydana gelen değişiklikler değerlendirilmiştir. Çalışmada örnekler doğal tükürüğe benzer konsantrasyonlarda hazırlanan kalsiyum ve fosfat içeren remineralizasyon çözeltilerinde bekletilmiştir. Araştırmacılar bizim çalışmamızdan elde ettiğimiz sonuçların aksine yüzey pürüzlülüğünde istatistiksel bir artış gözlenmediğini rapor etmiştir. Yapay tükürük kullanımının mine yüzeyinin remineralizasyonunu destekleyerek

yüzeysel erozyonu azaltabileceğini, bu nedenle yüzey pürüzlülüğünde anlamlı bir değişiklik olmadığını belirtmişlerdir (FARAONI-ROMANO, Da Silveira et al. 2008).

Mielczarek ve arkadaşlarının *in vitro* çalışmasında %38 HP (45 dakika), %20 KP jel (42 saat) ve %14 HP içerikli Crest beyazlatma bandı (42 saat) uygulanmış ve yüzey pürüzlülüğü değerlendirilmiştir. Üç beyazlatma rejiminin de mine yüzey pürüzlülüğünü etkilemediği rapor edilmiştir (Mielczarek, Klukowska et al. 2008). Araştırmacılar çalışmanın sonuçlarının tükürüğün yeniden remineralizasyona izin vermesiyle ilişkili olabileceğini varsaymışlardır. Kendi çalışmamızın sonuçlarıyla tutarlı olmamasının nedeni depolama ortamı olarak bizim çalışmamızda distile su kullanılması ve dolayısıyla tükürüğün yeniden remineralizasyon potansiyelinin elimine edilmiş olması olabilir.

El-Shamy ve arkadaşlarının *in vitro* çalışmasında %40 HP, %15 KP, Crest beyazlatma bantlarının yüzey pürüzlülüğüne etkisi atomik kuvvet mikroskobu (AFM) ile değerlendirilmiştir. Çalışmanın sonunda kullanılan beyazlatma ürünlerinin mine yüzey pürüzlülüğüne etkisinin olmadığı bildirilmiştir (El-Shamy, Alyousif et al. 2018) Araştırmacılar saklama ortamı için yapay tükürük yerine distile su kullanılmasının remineralizasyona bir etkisinin olmamasını ve ağartma ajanının pH 'nın nötr olmasını gerekçe göstermiştir. Beyazlatma ajanı olarak %10 KP ve %10 HP kullanılan bir başka çalışmada örneklerin saklanması için distile su kullanılmasının El-Shamy ve arkadaşlarının çalışmasında olduğu gibi mine yüzeyinde herhangi bir değişikliğe neden olmadığı ve yüzey pürüzlülüğünü değiştirmediği bildirilmiştir (Özkan, Kansu et al. 2013) Beyazlatma tedavisinin bir rubber dam izolasyonu ile gerçekleştirildiği ve tükürük ile teması izin verilmeyen bir başka *in vivo* çalışmada da, mine yüzeylerinde herhangi bir değişiklik gözlenmediği bildirilmiştir. Araştırmacılar beyazlatma tedavilerinden sonra mine yüzeyinde morfolojik ve profilometrik değişikliklerin olmamasının, test edilen ürünlerin (KP ve HP, pH = 6.5) nispeten nötr pH'ına bağlı olabileceği ve mine demineralizasyonu için kritik değer (Mine için kritik pH ~ 5,5'tir) oldukça üzerinde olmasına bağlı olabileceğini belirtmişlerdir (Cadenaro, Breschi et al. 2008). Bizim çalışmamızda KP jel ve HP içerikli beyazlatma bantları bu çalışmaların sonuçların aksine mine yüzey pürüzlülüğünü arttırdı. Ancak kullandığımız ürünlerin pH 'larının değerlendirilmemiş olması bu çalışmanın zayıf yanıdır ve sonuçların ağartma ajanların pH' ları ile bağlantılı olup olmadığını söylemek mümkün değildir.

Doan ve arkadaşlarının in vitro çalışmasında kömür tozu ile %20 KP jelin örneklerin yüzey pürüzlülüğüne etkisi eş odaklı taramalı lazer mikroskobu (CLSM) ile değerlendirilmiştir. Kömür ve KP'in mine yüzey pürüzlülüğünde önemli bir değişime neden rapor edilmiştir. (Doan 2022). Araştırmacılar, bir fırçalama makinası kullanmadıklarını ve dolayısıyla her numune üzerinde gerçekleştirilen döngü sayısını, sıklığını ve yükü standardize edemediklerini belirtmişlerdir. Bu nedenle, aktif kömür parçacıklarının aşındırıcı özelliğinin fırçalama sırasında materyalin numunenin yüzeyine yeterince temas etmemesine bağlı ortaya çıkamamış olabileceğini bildirmişlerdir. Ayrıca bu çalışmada KP jelin ve kömür tozunun uygulandığı gruplarda yüzey pürüzlülük değerlerin düşük bulunmasının nedenini mine yüzeylerin yüksek oranda cilalanmış olması ile ilişkili olabileceğini bildirmişlerdir. Bizim çalışmamızda kömür içerikli beyazlatma bandının mine yüzey pürüzlülüğünü etkilemediği görüldü ve bu bulgu bu çalışmanın sonuçlarıyla uyumludur. Kömür içerikli beyazlatma bandının fırçalama olmadan diş yüzeyine yapıştırılması ile zayıf adaptasyonunun kömürün aşındırıcı özelliğini maskeleyiş olabileceğini düşünmekteyiz.

Palandi ve arkadaşlarının in vitro çalışmasında %16 KP ve aktif kömür tozunun tek başına veya normal -beyazlatıcı diş macunları ile kombine şekilde uygulanmasının mine yüzey pürüzlülüğü üzerine etkisi profilometre ile değerlendirilmiş ve SEM ile minede meydana gelen morfolojik değişimler incelenmiştir (Palandi, Kury et al. 2020) Tek başına kömür tozu ile fırçalanan gruplar ile KP uygulanan grupların yüzey pürüzlülük (RA) değerlerini arttırdığı ve aralarında anlamlı bir fark bulunmadığı bildirilmiştir. KP uygulanan grupta yüzey değişikliğinin gözlenmediği, tek başına kömür tozunun uygulandığı grupta ise daha belirgin gözenekli ve gözle görünür çöküntüler oluşturduğu belirtilmiştir. Bu sonuçtan KP jelin etki mekanizması ile kömürün aşındırıcı özelliği ve fırçalama hareketlerinin sorumlu olduğu bildirilmiştir. Bu çalışmada, aktif kömür grubunda uygulanan daha uzun fırçalama döngülerinin aktif kömürün aşındırıcılığına daha fazla maruz kalmaya katkıda bulunmuş olabileceği de öne sürülmüştür.

Santiago ve arkadaşlarının in vitro çalışmasında aktif kömür içerikli diş macunu, tek başına %16 KP uygulaması ve %16 KP ile aktif kömür içerikli diş macunu kombinasyonların mine yüzeyi pürüzlülüğüne etkisi değerlendirilmiştir. Aktif kömür içerikli diş macununun %16KP ile kombine halinde kullanıldığı gruplarda yüzey pürüzlülüğünde önemli bir artış olduğu; %16 KP 'in tek başına uygulandığı grupta ise yüzey pürüzlülüğünde önemli değişime neden olmadığı bildirilmiştir (Zamudio-Santiago, Ladera-Castañeda et al. 2022). Çalışmada

saklama ortamı olarak yapay tükürük kullanılmış ve tükürüğün remineralizasyon potansiyelinin, asidik beyazlatıcı ürünlerin mine ve dentin üzerindeki etkilerini ortadan kaldırmış olabileceği öne sürmüştür. Bununla birlikte çoğu aktif kömür içerikli diş macununun içerisinde %8 florür bulunur (Brooks, Bashirelahi et al. 2020). Aktif kömür florürün etkisini yok ederek yada en aza indirerek minede belirgin gözeneklilik ve gözle görülebilir çöküntüler oluşturarak diş aşınmasına neden olabileceği bildirilmiştir (Palandi, Kury et al. 2020). Tomas ve arkadaşları farklı tedavilerin aşındırıcı etkilerini inceledikleri çalışmalarında aktif kömür bazlı diş macununun en fazla aşınmayı oluşturduğu sonucuna varmışlardır (Tomas, Pecci-Lloret et al. 2023). Kömür içerikli ürünlerin aşındırıcılıklarına kömürün şekli, bileşimi ve parçacıkların boyutlarının etki edebileceği ve böylelikle minenin yüzey pürüzlülüğü üzerinde farklı etkiler gösterebileceği de belirtilmiştir. (Vaz, Jubilato et al. 2019).

Yukarıdaki çalışmaların sonuçları bizim çalışmamızın sonuçlarıyla çelişmektedir. Bizim çalışmamızda Magical White kömür beyazlatma bandının mine yüzey pürüzlülüğünü değiştirmedeği görüldü. Bu durumun en temel sebebinin, kömür içerikli beyazlatma bandının kullanımında herhangi bir fırçalamanın gerçekleştirilmemesi olduğunu düşünmekteyiz. Kömür tozu/diş macununun fırçalama ile uygulanması ve kömür içerikli beyazlatma bandının sadece diş yüzeyine yapıştırılmasının mine yüzeyine etkileri farklılık göstermektedir. Kömür içerikli ürünlerin yüzey pürüzlülüğünü arttırmasında en büyük etken fırçalama işleminin materyalin aşındırıcılığına yaptığı katkı olduğunu düşünmekteyiz. Ayrıca beyazlatıcı diş macunları olsun yada olmasın mekanik fırçalamanın önemli bir faktör olduğu ve mine yüzeyinde aşındırmayı arttırdığı rapor edilmiştir (Özkan, Kansu et al. 2013). Bu nedenle kömür tozu veya kömür içerikli diş macunlarının fırçalama döngüleri ile uygulanmasının aşındırıcı bir bileşen olan kömürün yüzey pürüzlülüğünü daha fazla arttırmasına katkı sunduğunu düşünmekteyiz.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Farklı beyazlatma bantları ile ev tipi beyazlatma ajanının beyazlatma etkinliği ve yüzey pürüzlülüğü açısından değerlendirmeyi amaçladığımız in vitro çalışmamızın sınırları dahilinde aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir.

1. Eş değer peroksit konsantrasyonları sahip olan farklı beyazlatma sistemlerinin beyazlatma etkinliğinde temas süresinin önemli bir etken olduğu,
2. Piyasada bulunan OTC beyazlatma ürünlerin beyazlatma etkinliği üzerinde ürünün peroksit içermesinin önemli bir etken olduğu ve peroksit içermeyen ürünlerin yeterli bir beyazlatma etkinliği gösteremeyebileceği,
3. Kömürün beyazlatıcı etkinliğinin aşındırıcı etkisinden kaynaklandığı, bu etkinin de ancak fırçalama gibi mekanik bir işlem ile ortaya çıkabileceği ve beyazlatma ajanlarının içerisinde bulunmasının ajanın beyazlatma etkisine ilave bir katkısının olamayabileceği,
4. Üretici firma talimatları doğrultusunda kullanıldıklarında test edilen ev tipi beyazlatma ajanının ve OTC beyazlatma ürünlerinin dış yüzeyinde anlamlı bir yüzey pürüzlülüğü oluşturmadan klinik pratiğinde güvenle kullanabilecekleri söylenebilir.



KAYNAKLAR

1. Al-Angari, S. S., Eckert, G. J., and Sabrah, A. H. (2021). Color stability, roughness, and microhardness of enamel and composites submitted to staining/bleaching cycles. *The Saudi Dental Journal*, 33(4), 215-221.
2. Alkahtani, R., Stone, S., German, M., and Waterhouse, P. (2020). A review on dental whitening. *Journal of Dentistry*, 100, 103423.
3. AlQahtani, M. Q. (2013). The effect of a 10% carbamide peroxide bleaching agent on the microhardness of four types of direct resin-based restorative materials. *Operative Dentistry*, 38(3), 316-323.
4. Alqahtani, M. Q. (2014). Tooth-bleaching procedures and their controversial effects: A literature review. *The Saudi Dental Journal* 26(2), 33-46.
5. Ausschill, T. M., Savio, S. D., Hellwig, E., and Arweiler, N. B. (2012). Randomized clinical trial of the efficacy, tolerability, and long-term color stability of two bleaching techniques: 18-month follow-up. *Quintessence International* 43(8), 6833-6894.
6. Ballard, E., Metz, M. J., Harris, B. T., Metz, C. J., Chou, J. C., Morton D., and Lin, W. S. (2017). Satisfaction of Dental Students, Faculty, and Patients with Tooth Shade-Matching Using a Spectrophotometer. *Journal of Dental Education* 81(5), 545-553.
7. Barcellos, D. C., Benetti, P., Fernandes, V. V. B., and Valera, M. C. (2010). Effect of carbamide peroxide bleaching gel concentration on the bond strength of dental substrates and resin composite. *Operative Dentistry*, 35(4), 463-469.
8. Bermudez, C. and P. Davis (2004). *Put your best teeth forward: A mass transfer study of crest whitestrips*. Cornell University College of Engineering, New York.
9. Bizhang, M., Domin, J., Danesh, G., and Zimmer, S. (2017). Effectiveness of a new non-hydrogen peroxide bleaching agent after single use-a double-blind placebo-controlled short-term study. *Journal of Applied Oral Science*, 25, 575-584.
10. Bizhang, M., Mueller, M., Phark, J. H., Barker, M. L., and Gerlach, R. W. (2007). Clinical trial of long-term color stability of hydrogen peroxide strips and sodium percarbonate film. *American Journal of Dentistry*, 20, 23-27.
11. Bollenl, C. M., Lambrechts, P., and Quirynen, M. (1997). Comparison of surface roughness of oral hard materials to the threshold surface roughness for bacterial plaque retention: a review of the literature. *Dental Materials*, 13(4), 258-269.
12. Bowles, W. H., and Ugwuneri, Z. (1987). Pulp chamber penetration by hydrogen peroxide following vital bleaching procedures. *Journal of Endodontics*, 13(8), 375-377.
13. Brewer, J. D., Wee, A., and Seghi, R. (2004). Advances in color matching. *Dental Clinics*, 48(2), 341-358.

14. Briso, A. L. F., Rahal, V., Sundfeld, R. H., Santos, P. D., and Alexandre, R. S. (2014). Effect of sodium ascorbate on dentin bonding after two bleaching techniques. *Operative Dentistry*, 39(2), 195-203.
15. Brooks, J. K., Bashirelahi, N., Hsia, R. C., and Reynolds, M. A. (2020). Charcoal-based mouthwashes: a literature review. *British Dental Journal*, 228(4), 290-294.
16. Brooks, J. K., Bashirelahi, N., and Reynolds, M. A. (2017). Charcoal and charcoal-based dentifrices: A literature review. *The Journal of the American Dental Association*, 148(9), 661-670.
17. Cadenaro, M. I. L. E. N. A., Breschi, L., Nucci, C., Antonioli, F., Visintini, E., Prati, C., and Di Lenarda, R. (2008). Effect of two in-office whitening agents on the enamel surface in vivo: a morphological and non-contact profilometric study. *Operative Dentistry*, 33(2), 127-134.
18. Cal, E., Sonugelen, M., Guneri, P., Kesercioglu, A., and Kose, T. (2004). Application of a digital technique in evaluating the reliability of shade guides. *Journal of Oral Rehabilitation*, 31(5), 483-491.
19. Canay, Ş., and Çehreli, M. C. (2003). The effect of current bleaching agents on the color of light-polymerized composites in vitro. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 89(5), 474-478.
20. Carey, C. M. (2014). Tooth whitening: what we now know. *Journal of Evidence Based Dental Practice*, 14, 70-76.
21. Cavalli, V., Carvalho, R. M. D., and Giannini, M. (2005). Influence of carbamide peroxide-based bleaching agents on the bond strength of resin-enamel/dentin interfaces. *Brazilian Oral Research*, 19, 23-29.
22. Cordeiro, D., Toda, C., Hanan, S., Arnhold, L. P., Reis, A., Loguercio, A. D., and Bandeira, M. C. L. (2019). Clinical evaluation of different delivery methods of at-home bleaching gels composed of 10% hydrogen peroxide. *Operative Dentistry*, 44(1), 13-23.
23. Cua, J., Crespo, E., Phelps, S., Ramirez, R., Roque-Torres, G., Oyoyo, U., and Kwon, S. R. (2022). Tooth Color Change and Erosion: Hydrogen Peroxide Versus Non-peroxide Whitening Strips. *Operative Dentistry*, 47(3), 301-308.
24. Da Costa, J. B., McPharlin, R., Hilton, T., Ferracane, J. L., and Wang, M. (2012). Comparison of two at-home whitening products of similar peroxide concentration and different delivery methods. *Operative Dentistry*, 37(4), 333-339.
25. da Rosa, G. R. V., Maran, B. M., Schmitt, V. L., Loguercio, A. D., Reis, A., and Naufel, F. S. (2020). Effectiveness of whitening strips use compared with supervised dental bleaching: A systematic review and meta-analysis. *Operative Dentistry*, 45(6), 289-307.
26. de Freitas, M. R., de Carvalho, M. M., Liporoni, P. C. S., Fort, A. C. B., Moura, R. D. M. E., and Zanatta, R. F. (2021). Effectiveness and adverse effects of over-the-counter whitening products on dental tissues. *Frontiers in Dental Medicine*, 2, 687507.

27. de Souza, T. F., and Catelan, A. (2020). Effect of bleaching agents on hardness, surface roughness and color parameters of dental enamel. *Journal of Clinical and Experimental Dentistry*, 12(7), e670-e675.
28. Demarco, F. F., Meireles, S. S., and Masotti, A. S. (2009). Over-the-counter whitening agents: a concise review. *Brazilian Oral Research*, 23, 64-70.
29. Devila, A., Lasta, R., Zanella, L., Agnol, M. D., and Rodrigues-Junior, S. A. (2020). Efficacy and adverse effects of whitening dentifrices compared with other products: a systematic review and meta-analysis. *Operative Dentistry*, 45(2), 77-90.
30. Dietschi, D., Benbachir, N., and Krejci, I. (2010). In vitro colorimetric evaluation of the efficacy of home bleaching and over-the-counter bleaching products. *Quintessence International*, 41(6), 505-516
31. Dietschi, D., Rossier, S., and Krejci, I. (2006). In vitro colorimetric evaluation of the efficacy of various bleaching methods and products. *Quintessence International*, 37(7), 515-526.
32. Dionysopoulos, D., Papageorgiou, S., Malletzidou, L., Gerasimidou, O., and Tolidis, K. (2020). Effect of novel charcoal-containing whitening toothpaste and mouthwash on color change and surface morphology of enamel. *Journal of Conservative Dentistry*, 23(6), 624-631.
33. Doan, H. (2022). *Activated charcoal versus a chemical whitening agent: Effect on Human Enamel*, Marquette University, Wisconsin.
34. El-Shamy, H., Alyousif, S., and Al-Harbi, M. (2018). Effect of various bleaching methods on color change and surface roughness of human enamel. *Egyptian Dental Journal*, 64(3), 2635-2644.
35. Emídio, A. G., Silva, V. F. F. M. E., Ribeiro, E. P., Zanin, G. T., Lopes, M. B., Guiraldo, R. D., and Berger, S. B. (2023). In vitro assessment of activated charcoal-based dental products. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 35(2), 423-430.
36. Eva, K., Marijan, M., Mira, R., Ivan, S., Katica, P., and Zrinka, T. (2013). Surface changes of enamel and dentin after two different bleaching procedures. *Acta Clinica Croatica*, 52(4), 413-428.
37. Faraoni-Romano, J. J., Da Silveira, A. G., Turssi, C. P., and Serra, M. C. (2008). Bleaching agents with varying concentrations of carbamide and/or hydrogen peroxides: effect on dental microhardness and roughness. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 20(6), 395-402.
38. Farawati, F. A., Hsu, S. M., O'Neill, E., Neal, D., Clark, A., and Esquivel-Upshaw, J. (2019). Effect of carbamide peroxide bleaching on enamel characteristics and susceptibility to further discoloration. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 121(2), 340-346.
39. Fearon, J. (2007). Tooth whitening: concepts and controversies. *Journal of the Irish Dental Association*, 53(3), 132-140.

40. Filiz, H., Avunduk, A. T. E., ve Yanardağ, E. C. (2023). Diş hekimliğinde yüzey pürüzlülüğü araştırma yöntemleri: derleme makalesi. *Uşak Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*, 2(2), 28-35.
41. Franco, M. C., Uehara, J. L. S., Meroni, B. M., Zuttion, G. S., and Cenci, M. S. (2020). The effect of a charcoal-based powder for enamel dental bleaching. *Operative Dentistry*, 45(6), 618-623.
42. Furukawa, M., K-Kaneyama, J., Yamada, M., Senda, A., Manabe, A., and Miyazaki, A. (2015). Cytotoxic effects of hydrogen peroxide on human gingival fibroblasts in vitro. *Operative Dentistry*, 40(4), 430-439.
43. Gadegaard, N. (2006). Atomic force microscopy in biology: Technology and techniques. *Biotechnic & Histochemistry*, 81(2-3), 87-97.
44. Gerlach, R., and Zhou, X. (2001). Vital bleaching with whitening strips: summary of clinical research on effectiveness and tolerability. *The Journal of Contemporary Dental Practice*, 2(3), 1-16.
45. Gerlach, R. W., and Barker, M. L. (2003). Clinical response of three direct-to-consumer whitening products: strips, paint-on gel, and dentifrice. *Compendium of Continuing Education in Dentistry*, 24(6), 458-461.
46. Gerlach, R. W., and Sagel, P. A. (2004). Vital bleaching with a thin peroxide gel: the safety and efficacy of a professional-strength hydrogen peroxide whitening strip. *The Journal of the American Dental Association*, 135(1), 98-100.
47. Gerlach, R. W., and Zhou, X. (2002). Comparative clinical efficacy of two professional bleaching systems. *Compendium-Newtown*, 23(1), 35-41.
48. Ghajari, M. F., Shamsaei, M., Basandeh, K., and Galouyak, M. S. (2021). Abrasiveness and whitening effect of charcoal-containing whitening toothpastes in permanent teeth. *Dental Research Journal*, 18, 51
49. Greenwall-Cohen, J., Francois, P., Silikas, N., Greenwall, L., Le Goff, S., and Attal, J. P. (2019). The safety and efficacy of over the counter bleaching products in the UK. *British Dental Journal*, 226(4), 271-276.
50. Greenwall, L. (2001). *Bleaching techniques in restorative dentistry: An illustrated guide*. Florida: CRC Press.
51. Grillon, M., Di Bella, E., Krejci, I., and Ardu, S. (2023). In Vitro Evaluation of Tooth-Whitening Potential of Peroxide-Free OTC Dental Bleaching Agents. *Dentistry Journal*, 11(4), 89-105.
52. Gurich, N., Anastasia, M. K., Grender, J., and Sagel, P. (2023). Tooth color change and tolerability evaluation of a hydrogen peroxide whitening strip compared to a strip, paste, and rinse regimen containing plant-based oils and Dead Sea salt. *American Journal of Dentistry*, 36(3), 151-155.

53. Haywood, V. B. (1992). History, safety, and effectiveness of current bleaching techniques and applications of the nightguard vital bleaching technique. *Quintessence International*, 23(7), 471-88.
54. Haywood, V. B., and Heymann, H. O. (1991). Nightguard vital bleaching: how safe is it?. *Quintessence International*, 22(7), 515-523.
55. Haywood, V. B., Leech, T., Heymann, H. O., Crumpler, D., and Bruggers, K. (1990). Nightguard vital bleaching: effects on enamel surface texture and diffusion. *Quintessence International*, 21(10), 801-804.
56. Haywood, V. B., and Sword, R. J. (2017). Tooth bleaching questions answered. *British dental Journal*, 223(5), 369-380.
57. Hosoya, N., Honda, K., Iino, F., and Arai, T. (2003). Changes in enamel surface roughness and adhesion of *Streptococcus mutans* to enamel after vital bleaching. *Journal of Dentistry*, 31(8), 543-548.
58. Irusa, K., Abd Alrahaem, I., Ngoc, C. N., and Donovan, T. (2022). Tooth whitening procedures: a narrative review. *Dentistry Review*, 100055.
59. Joiner, A. (2004). Tooth colour: A review of the literature. *Journal of Dentistry*, 32, 3-12.
60. Joiner, A. (2006). The bleaching of teeth: A review of the literature. *Journal of Dentistry*, 34(7), 412-419.
61. Joiner, A. (2010). Whitening toothpastes: a review of the literature. *Journal of Dentistry*, 38, e17-e24.
62. Joiner, A. and W. Luo (2017). Tooth colour and whiteness: A review. *Journal of Dentistry*, 67, 3-10.
63. Joniot, S., Salomon, J. P., Dejoui, J., and Grégoire, G. (2006). Use of two surface analyzers to evaluate the surface roughness of four esthetic restorative materials after polishing. *Operative Dentistry*, 31(1), 39-46.
64. Joshi, S. B. (2016). An overview of vital teeth bleaching. *Journal of Interdisciplinary Dentistry*, 6(1), 3-13.
65. Jouhar, R., Ahmed, M. A., and Khurshid, Z. (2022). An overview of shade selection in clinical dentistry. *Applied Sciences*, 12(14), 6841.
66. Karadas, M., and Duymus, Z. Y. (2015). In vitro evaluation of the efficacy of different over-the-counter products on tooth whitening. *Brazilian Dental Journal*, 26, 373-377.
67. Karadaş, M., Demirbuğa, S., ve Çakır, N. N. (2017). Farklı beyazlatma yöntemleri uygulanmış dişlerin renklenmesinde kırmızı şarabın etkisi. *Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*, 27(2), 73-78.

68. Karpinia, K., Magnusson, I., Barker, M. L., and Gerlach, R. W. (2003). Clinical comparison of two self-directed bleaching systems. *Journal of Prosthodontics*, 12(4), 242-248.
69. Kassab, S., Yang, S., Vu, I., Dang S., and Parsangi, N. (2023). Effect of three different whitening strips on dental sensitivity, oral tissues, tooth color and luster: A double-blinded, randomized, controlled clinical study. *Advances in Clinical Medical Research*, 4(1), 1-16.
70. Kwon, S. R., Pallavi, F. N. U., Shi, Y., Oyoyo, U., Mohraz, A., and Li, Y. (2018). Effect of bleaching gel viscosity on tooth whitening efficacy and pulp chamber penetration: an in vitro study. *Operative Dentistry*, 43(3), 326-334.
71. Kwon, S. R., Wertz, P. W., Li, Y., and Chan, D. C. N. (2012). Penetration pattern of rhodamine dyes into enamel and dentin: confocal laser microscopy observation. *International Journal of Cosmetic Science*, 34(1), 97-101.
72. Kwon, S. R., and Wertz, P. W. (2015). Review of the mechanism of tooth whitening. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 27(5), 240-257.
73. Kwon, Y. H., Huo, M. S., Kim, K. H., Kim, S. K., and Kim, Y. J. (2002). Effects of hydrogen peroxide on the light reflectance and morphology of bovine enamel. *Journal of Oral Rehabilitation*, 29(5), 473-477.
74. Lim, H. N., Yu, B., and Lee, Y. K. (2010). Spectroradiometric and spectrophotometric translucency of ceramic materials. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 104(4), 239-246.
75. Maciel, J. L. B., Geng Vivanco, R., and Pires-de-Souza, F. D. C. P. (2023). Remineralization, color stability and surface roughness of tooth enamel brushed with activated charcoal-based products. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 35(7), 1144-1151.
76. Mahringer, C., Fureder, M., Kastner, M., Ebner, A., Hinterdorfer, P., Vitkov, L., and Schilcher, K. (2009). Examination of native and carbamide peroxide-bleached human tooth enamel by atomic force microscopy. *Ultrastructural Pathology*, 33(5), 189-196.
77. Malpani, S., Shiraguppi, V. L., Deosarkar, B., Das, M., Nagargoje, G., and Gadge, P. (2019). Bleaching of discolored teeth: A review. *Journal of Interdisciplinary Dental Sciences*, 8(1), 15-22.
78. Manuel, S. T., Abhishek, P., and Kundabala, M. (2010). Etiology of tooth discoloration-a review. *Nigerian Dental Journal*, 18(2), 56-63.
79. Maran, B. M., de Paris Matos, T., de Castro, A. D. S., Vochikovski, L., Amadori, A. L., Loguercio, A. D., and Berger, S. B. (2020). In-office bleaching with low/medium vs. high concentrate hydrogen peroxide: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Dentistry*, 103, 103499.
80. Markovic, L., Jordan, R. A., Lakota, N., and Gaengler, P. (2007). Micromorphology of enamel surface after vital tooth bleaching. *Journal of Endodontics*, 33(5), 607-610.

81. McCracken, M. S., and Haywood, V. B. (1996). Demineralization effects of 10 percent carbamide peroxide. *Journal of Dentistry*, 24(6), 395-398.
82. Mielczarek, A., Klukowska, M., Ganowicz, M., Kwiatkowska, A., and Kwaśny, M. (2008). The effect of strip, tray and office peroxide bleaching systems on enamel surfaces in vitro. *Dental Materials*, 24(11), 1495-1500.
83. Mittal, S., Kaur, H., and Kaur, U. (2021). Bleaching: A review. *International Journal of Health Sciences*, 5, 80-86.
84. Mohammed, A., and Abdullah, A. (2018, November). *Scanning electron microscopy (SEM): A review*. Proceedings of the 2018 International Conference on Hydraulics and Pneumatics-HERVEX, Băile Govora, Romania, 7-9.
85. Mokhlis, G. R., Matis, B. A., Cochran, M. A., and Eckert, G. J. (2000). A clinical evaluation of carbamide peroxide and hydrogen peroxide whitening agents during daytime use. *The Journal of the American Dental Association*, 131(9), 1269-1277.
86. Mourouzis, P., Koulaouzidou, E. A., and Helvatjoglu-Antoniades, M. (2013). Effect of in-office bleaching agents on physical properties of dental composite resins. *Quintessence International*, 44(4), 295-302.
87. Müller-Heupt, L. K., Wiesmann-Imilowski, N., Kaya, S., Schumann, S., Steiger, M., Bjelopavlovic, M., and Lehmann, K. M. (2023). Effectiveness and Safety of Over-the-Counter Tooth-Whitening Agents Compared to Hydrogen Peroxide In Vitro. *International Journal of Molecular Sciences*, 24(3), 1956.
88. Naidu, A., Bennani, V., Brunton, J. M., and Brunton, P. (2020). Over-the-counter tooth whitening agents: a review of literature. *Brazilian Dental Journal*, 31, 221-235.
89. Ntovas, P., Masouras, K., and Lagouvardos, P. (2021). Efficacy of non-hydrogen peroxide mouthrinses on tooth whitening: An in vitro study. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 33(7), 1059-1065.
90. Oliveira, G. M., Miguez, P. A., Oliveira, G. B., Swift Jr, E. J., Farrell, S., Anastasia, M. K., and Walter, R. (2013). Safety and efficacy of a high-adhesion whitening strip under extended wear regimen. *Journal of Dentistry*, 41, e46-e52.
91. Oltu, Ü., and Gürgan, S. (2000). Effects of three concentrations of carbamide peroxide on the structure of enamel. *Journal of Oral Rehabilitation*, 27(4), 332-340.
92. Omar, F., Ab-Ghani, Z., Abd Rahman, N., and Halim, M. S. (2019). Nonprescription bleaching versus home bleaching with professional prescriptions: which one is safer? A comprehensive review of color changes and their side effects on human enamel. *European Journal of Dentistry*, 13(04), 589-598.
93. Ortiz-Ruiz, A. J., de Dios Teruel-Fernández, J., Alcolea-Rubio, L. A., Hernández-Fernández, A., Martínez-Beneyto, Y., and Gispert-Guirado, F. (2018). Structural differences in enamel and dentin in human, bovine, porcine, and ovine teeth. *Annals of Anatomy-Anatomischer Anzeiger*, 218, 7-17.

94. Özkan, P., Kansu, G., Özak, Ş. T., Kurtulmuş-Yılmaz, S., and Kansu, P. (2013). Effect of bleaching agents and whitening dentifrices on the surface roughness of human teeth enamel. *Acta Odontologica Scandinavica*, 71(3-4), 488-497.
95. Palandi, S. D. S., Kury, M., Picolo, M. Z. D., Coelho, C. S. S., and Cavalli, V. (2020). Effects of activated charcoal powder combined with toothpastes on enamel color change and surface properties. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 32(8), 783-790.
96. Paradella, T. C., and Bottino, M. A. (2012). Scanning Electron Microscopy in modern dentistry research. *Brazilian Dental Science*, 15(2), 43-48.
97. Paravina, R. D. (2009). Performance assessment of dental shade guides. *Journal of Dentistry*, 37, e15-e20.
98. Paravina, R. D., Pérez, M. M., and Ghinea, R. (2019). Acceptability and perceptibility thresholds in dentistry: A comprehensive review of clinical and research applications. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 31(2), 103-112.
99. Pascolutti, M., and de Oliveira, D. (2021). A Radical-Free Approach to Teeth Whitening. *Dentistry Journal*, 9(12), 148.
100. Paul, S. J., Peter, A., Rodoni, L., and Pietrobon, N. (2004). Conventional visual vs spectrophotometric shade taking for porcelain-fused-to-metal crowns: A clinical comparison. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 92(6), 577.
101. Pauli, M. C., Kanemaru, M. Y. S., Francisco Vieira-Junior, W., Lima, D. A. N. L., Bicas, J. L., and Leonardi, G. R. (2022). Current status of whitening agents and enzymes in Dentistry. *Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences*, 58, e19501-e19514.
102. Perdigão, J., and Perdigão, J. (2016). *Tooth whitening*, Berlin: Springer.
103. Pimenta-Dutra, A. C., Pereira, G. M., Nunes, E., and Silveira, F. F. (2017). Effect of bleaching agents on enamel surface of bovine teeth: A SEM study. *Journal of Clinical and Experimental Dentistry*, 9(1), e46-e50.
104. Pinto, M. M., Gonçalves, M. L. L., Mota, A. C. C. D., Deana, A. M., Olivan, S. R., Bortoletto, C., and Bussadori, S. K. (2017). Controlled clinical trial addressing teeth whitening with hydrogen peroxide in adolescents: a 12-month follow-up. *Clinics*, 72, 161-170.
105. Polydorou, O., Hellwig, E., and Auschill, T. M. (2006). The effect of different bleaching agents on the surface texture of restorative materials. *Operative Dentistry*, 31(4), 473-480.
106. Polydorou, O., Scheitza, S., Spraul, M., Vach, K., and Hellwig, E. (2018). The effect of long-term use of tooth bleaching products on the human enamel surface. *Odontology*, 106(1), 64-72.
107. Posavec, I., Prpić, V., and Zlatarić, D. K. (2016). Influence of light conditions and light sources on clinical measurement of natural teeth color using VITA Easyshade Advance 4, 0® spectrophotometer. Pilot study. *Acta Stomatologica Croatica*, 50(4), 337-347.

108. Ribeiro, J. S., de Oliveira da Rosa, W. L., da Silva, A. F., Piva, E., and Lund, R. G. (2020). Efficacy of natural, peroxide-free tooth-bleaching agents: A systematic review, meta-analysis, and technological prospecting. *Phytotherapy Research*, 34(5), 1060-1070.
109. Rodríguez-Martínez, J., Valiente, M., and Sánchez-Martín, M. J. (2019). Tooth whitening: From the established treatments to novel approaches to prevent side effects. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 31(5), 431-440.
110. Sa, Y., Sun, L., Wang, Z., Ma, X., Liang, S., Xing, W., and Wang, Y. (2013). Effects of two in-office bleaching agents with different pH on the structure of human enamel: an in situ and in vitro study. *Operative Dentistry*, 38(1), 100-110.
111. Saghiri, M. A., Asgar, K., Lotfi, M., Karamifar, K., Saghiri, A. M., Neelakantan, P., and Sheibaninia, A. (2012). Back-scattered and secondary electron images of scanning electron microscopy in dentistry: a new method for surface analysis. *Acta Odontologica Scandinavica*, 70(6), 603-609.
112. Schropp, L. (2009). Shade matching assisted by digital photography and computer software. *Journal of Prosthodontics: Implant, Esthetic and Reconstructive Dentistry*, 18(3), 235-241.
113. Senthilkumar, V., and Ramesh, S. (2021). Comparative Evaluation Of Natural Tooth Whitening Agents-An Invitro Study. *International Journal of Dentistry and Oral Science*, 8(02), 1749-1752.
114. Serraglio, C. R., Zanella, L., Dalla-Vecchia, K. B., and Rodrigues-Junior, S. A. (2016). Efficacy and safety of over-the-counter whitening strips as compared to home-whitening with 10% carbamide peroxide gel-systematic review of RCTs and metanalysis. *Clinical Oral Investigations*, 20, 1-14.
115. Sikri, V. K. (2010). Color: Implications in dentistry. *Journal of Conservative Dentistry*, 13(4), 249-255.
116. Simon, J. F., Powell, L., Hollis, S., Anastasia, M. K., Gerlach, R. W., and Farrell, S. (2014). Placebo-controlled clinical trial evaluating 9.5% hydrogen peroxide high-adhesion whitening strips. *Journal of Clinical Dentistry*, 25(3), 49-52.
117. Soares, C. N., Amaral, F. L., Mesquita, M. F., Franca, F. M., Basting, R. T., and Turssi, C. P. (2015). Toothpastes containing abrasive and chemical whitening agents: efficacy in reducing extrinsic dental staining. *Gen Dent*, 63(6), e24-28.
118. Sulieman, M. (2004). An overview of bleaching techniques: 1. History, chemistry, safety and legal aspects. *Dental Update*, 31(10), 608-616.
119. Sulieman, M. (2005). An overview of bleaching techniques: 2. Night Guard Vital Bleaching and non-vital bleaching. *Dental Update*, 32(1), 39-46.
120. Sulieman, M., Macdonald, E., Rees, J. S., Newcombe, R. G., and Addy, M. (2006). Tooth bleaching by different concentrations of carbamide peroxide and hydrogen peroxide whitening strips: an in vitro study. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 18(2), 93-100.

121. Sulieman, M. A. (2008). An overview of tooth-bleaching techniques: chemistry, safety and efficacy. *Periodontology 2000*, 48(1), 148-169.
122. Swift Jr, E. J., Heymann, H. O., Wilder Jr, A. D., Barker, M. L., and Gerlach, R. W. (2009). Effects of duration of whitening strip treatment on tooth color: a randomized, placebo-controlled clinical trial. *Journal of Dentistry*, 37, e51-e56.
123. Şahin, R. (2009). *Çoklu frekansli atomik kuvvet mikroskopu ve uygulamaları*. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
124. Tabatabaian, F., Beyabanaki, E., Alirezaei, P., and Epakchi, S. (2021). Visual and digital tooth shade selection methods, related effective factors and conditions, and their accuracy and precision: A literature review. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 33(8), 1084-1104.
125. Tam, L. (2001). Effect of potassium nitrate and fluoride on carbamide peroxide bleaching. *Quintessence International*, 32(10), 766-770.
126. Tam, W. K., and Lee, H. J. (2012). Dental shade matching using a digital camera. *Journal of Dentistry*, 40, e3-e10.
127. Thakur, A., Ganeshpurkar, A., and Jaiswal, A. (2020). Charcoal in dentistry. *Natural Oral Care in Dental Therapy*, 197-209.
128. Tomas, D. B. M., Pecci-Lloret, M. P., and Guerrero-Girones, J. (2023). Effectiveness and abrasiveness of activated charcoal as a whitening agent: A systematic review of in vitro studies. *Annals of Anatomy-Anatomischer Anzeiger*, 245, 151998.
129. Turgut, S., ve Bağış, B. (2012). Color in dentistry and color measuring methods. *Journal of Dental Faculty of Atatürk University*, 65-75.
130. Turker, Ş. B., and Biskin, T. (2003). Effect of three bleaching agents on the surface properties of three different esthetic restorative materials. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 89(5), 466-473.
131. Türkün, M., and Kaya, A. D. (2004). Effect of 10% sodium ascorbate on the shear bond strength of composite resin to bleached bovine enamel. *Journal of Oral Rehabilitation*, 31(12), 1184-1191.
132. Tüzel, S., ve Can, S. H. E. (2022). Vital diş beyazlatma teknikleri ve güncel yaklaşımlar. *Current Research in Dental Sciences*, 32(3), 239-249.
133. Vaz, V. T. P., Jubilato, D. P., Oliveira, M. R. M. D., Bortolatto, J. F., Floros, M. C., Dantas, A. A. R., and Oliveira Junior, O. B. D. (2019). Whitening toothpaste containing activated charcoal, blue covarine, hydrogen peroxide or microbeads: which one is the most effective?. *Journal of Applied Oral Science*, 27, e20180051.
134. Vichi, A., Louca, C., Corciolani, G., and Ferrari, M. (2011). Color related to ceramic and zirconia restorations: a review. *Dental Materials*, 27(1), 97-108.

135. Vieira-Junior, W. F., Ferraz, L. N., Giorgi, M. C. C., Ambrosano, G. M. B., Aguiar, F. H. B., and Lima, D. A. N. L. (2019). Effect of mouth rinse treatments on bleached enamel properties, surface morphology, and tooth color. *Operative Dentistry*, 44(2), 178-187.
136. Wang, C., Fang, Y., Zhang, L., Su, Z., Xu, J., and Fu, B. (2021). Enamel microstructural features of bovine and human incisors: A comparative study. *Annals of Anatomy-Anatomischer Anzeiger*, 235, 151700.
137. Watts, A. M., and Addy, M. (2001). Tooth discolouration and staining: a review of the literature. *British Dental Journal*, 190(6), 309-316.
138. Wiegand, A., Vollmer, D., Foitzik, M., Attin, R., and Attin, T. (2005). Efficacy of different whitening modalities on bovine enamel and dentin. *Clinical Oral Investigations*, 9, 91-97.
139. Xu, B., Li, Q., and Wang, Y. (2011). Effects of pH values of hydrogen peroxide bleaching agents on enamel surface properties. *Operative Dentistry*, 36(5), 554-562.
140. Zamudio-Santiago, J., Ladera-Castañeda, M., Santander-Rengifo, F., López-Gurreonero, C., Cornejo-Pinto, A., Echavarría-Gálvez, A., and Cayo-Rojas, C. (2022). Effect of 16% Carbamide Peroxide and Activated-Charcoal-Based Whitening Toothpaste on Enamel Surface Roughness in Bovine Teeth: An In Vitro Study. *Biomedicines*, 11(1), 22-32.



ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı : KAYA, Evrim
Uyruğu : T.C.

Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet Tarihi
Uzmanlık	Gazi Üniversitesi / Diş Hekimliği Fakültesi	Devam Ediyor
Lisans	Gaziantep Üniversitesi / Diş Hekimliği Fakültesi	2018
Lise	Milli Piyango Anadolu Lisesi	2012

İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görevi
2020-devam ediyor	Gazi Üniversitesi	Araştırma Görevlisi

Yabancı dil

İngilizce

Yayımlar

1. Kaya, E., Özcan, S. (2022). *Travma sonucu komplike kron kırığı olan anterior santral dişlerin fiber post destekli estetik kompozit restorasyonları*, Necmettin Erbakan Üniversitesi 2. Uluslararası Diş Hekimliği Kongresi, Türkiye (Özet Bildiri, Poster)



GAZİLİ OLMAK AYRICALIKTIR..