

**T.C.
HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ
RESTORATİF DİŞ TEDAVİSİ ANABİLİM DALI**

**FARKLI İŐİK KAYNAKLARI İLE AKTİVE EDİLEN
BEYAZLATMA AJANININ KLİNİK ETKİNLİĞİNİN
DEĞERLENDİRİLMESİ**

Dt. Aybüke USLU

**UZMANLIK TEZİ
Olarak Hazırlanmıştır**

**ANKARA
2019**

**T.C.
HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ
RESTORATİF DİŞ TEDAVİSİ ANABİLİM DALI**

**FARKLI İŐİK KAYNAKLARI İLE AKTİVE EDİLEN
BEYAZLATMA AJANININ KLİNİK ETKİNLİĞİNİN
DEĞERLENDİRİLMESİ**

Dt. AybÜke USLU

**UZMANLIK TEZİ
Olarak Hazırlanmıştır**

**Tez Danışmanı
Prof. Dr. A. RÜya YAZICI**

**ANKARA
2019**

ONAY SAYFASI

05/07/2019

Hacettepe Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dekanlığına

Dt. Aybüke Uslu'nun 05/07/2019 tarihinde jürimiz önünde yaptığı savunmasında "Farklı Işık Kaynakları İle Aktive Edilen Beyazlatma Ajanının Klinik Etkinliğinin Değerlendirilmesi" başlıklı çalışması jürimiz tarafından Diş Hekimliğinde Uzmanlık Tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı : Prof. Dr. A. Rüya YAZICI



Tez Danışmanı : Prof. Dr. A. Rüya YAZICI



Üye : Doç. Dr. Esra ERGİN



Üye : Doç. Dr. Emel KARAMAN



ONAY : Tıpta ve Diş Hekimliğinde Uzmanlık Eğitimi Yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca yukarıda jüri üyeleri tarafından uygun görülmüş ve Hacettepe Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi tarafından kabul edilmiştir.

Prof. Dr. A. Rüya YAZICI
Dekan

YAYIMLAMA VE FİKRİ MÜLKİYET HAKLARI BEYANI

Enstitü/Dekanlık tarafından onaylanan lisansüstü tezimin/raporunun tamamını veya herhangi bir kısmını, basılı (kağıt) ve elektronik formatta arşivleme ve aşağıda verilen koşullarla kullanıma açma iznini Hacettepe Üniversitesine verdiğimi bildiririm. Bu izinle Üniversiteye verilen kullanım hakları dışındaki tüm fikri mülkiyet haklarım bende kalacak, tezimin tamamının ya da bir bölümünün gelecekteki çalışmalarda (makale, kitap, lisans ve patent vb.) kullanım hakları bana ait olacaktır.

Tezin kendi orijinal çalışmam olduğunu, başkalarının haklarını ihlal etmediğimi ve tezimin tek yetkili sahibi olduğumu beyan ve taahhüt ederim. Tezimde yer alan telif hakkı bulunan ve sahiplerinden yazılı izin alınarak kullanılması zorunlu metinlerin yazılı izin alınarak kullandığımı ve istenildiğinde suretlerini Üniversiteye teslim etmeyi taahhüt ederim.

Yükseköğretim Kurulu tarafından yayınlanan “Lisansüstü Tezlerin Elektronik Ortamda Toplanması, Düzenlenmesi ve Erişime Açılmasına İlişkin Yönerge” kapsamında tezim aşağıda belirtilen koşullar haricince YÖK Ulusal Tez Merkezi / H.Ü. Kütüphaneleri Açık Erişim Sisteminde erişime açılır.

- o Enstitü / Fakülte yönetim kurulu kararı ile tezimin erişime açılması mezuniyet tarihimden itibaren 2 yıl ertelenmiştir. (1)
- Enstitü / Fakülte yönetim kurulunun gerekçeli kararı ile tezimin erişime açılması mezuniyet tarihimden itibaren 6. ay ertelenmiştir. (2)
- o Tezimle ilgili gizlilik kararı verilmiştir. (3)

....19/....07..../2019

Aybüke Uslu

¹“Lisansüstü Tezlerin Elektronik Ortamda Toplanması, Düzenlenmesi ve Erişime Açılmasına İlişkin Yönerge”

- (1) Madde 6. 1. Lisansüstü teze ilgili patent başvurusu yapılması veya patent alma sürecinin devam etmesi durumunda, tez danışmanının önerisi ve enstitü anabilim dalının uygun görüşü üzerine enstitü veya fakülte yönetim kurulu iki yıl süre ile tezin erişime açılmasının ertelenmesine karar verebilir.
- (2) Madde 6. 2. Yeni teknik, materyal ve metotların kullanıldığı, henüz makaleye dönüşmemiş veya patent gibi yöntemlerle korunmamış ve internetten paylaşılması durumunda 3. şahıslara veya kurumlara haksız kazanç imkanı oluşturabilecek bilgi ve bulguları içeren tezler hakkında tez danışmanının önerisi ve enstitü anabilim dalının uygun görüşü üzerine enstitü veya fakülte yönetim kurulunun gerekçeli kararı ile altı ayı aşmamak üzere tezin erişime açılması engellenebilir.
- (3) Madde 7. 1. Ulusal çıkarları veya güvenliği ilgilendiren, emniyet, istihbarat, savunma ve güvenlik, sağlık vb. konulara ilişkin lisansüstü tezlerle ilgili gizlilik kararı, tezin yapıldığı kurum tarafından verilir *. Kurum ve kuruluşlarla yapılan işbirliği protokolü çerçevesinde hazırlanan lisansüstü tezlere ilişkin gizlilik kararı ise, ilgili kurum ve kuruluşun önerisi ile enstitü veya fakültenin uygun görüşü üzerine üniversite yönetim kurulu tarafından verilir. Gizlilik kararı verilen tezler Yükseköğretim Kuruluna bildirilir.
Madde 7.2. Gizlilik kararı verilen tezler gizlilik süresince enstitü veya fakülte tarafından gizlilik kuralları çerçevesinde muhafaza edilir, gizlilik kararının kaldırılması halinde Tez Otomasyon Sistemine yüklenir

* Tez danışmanının önerisi ve enstitü anabilim dalının uygun görüşü üzerine enstitü veya fakülte yönetim kurulu tarafından karar verilir.

TEŞEKKÜR

Uzmanlık eğitimim süresince bana her konuda destek olan, bilgeliğiyle ufkumu açan, bilimsel çalışmalarına büyük bir özveriyle yol göstererek bana ilham kaynağı olan, bilgi ve deneyimlerini benimle paylaşırken sevgisini ve desteğini esirgemeyen çok değerli tez danışmanım sayın Prof.Dr. A. Rüya YAZICI'ya,

Hiçbir zaman yardımlarını esirgemeyen, güler yüzü ve tüm samimiyeti ile sorularımı cevapsız bırakmayan, değerli katkıları ve desteğiyle kapısını her konuda bana ardına kadar açan canım ablam sayın Doç. Dr. Esra ERGİN' e,

Uzmanlık eğitimim boyunca, her birinden birçok şey öğrendiğim, Restoratif Diş Tedavisi Anabilim Dalı'nın tüm öğretim üyelerine,

Çalışmalarında ve vakalarında bana destek ve yardımlarını esirgemeyen sayın Doç. Dr. Uzay KOÇ VURAL'a, Dr. Öğr. Üyesi Zeynep Bilge KÜTÜK'e, Dr. Öğr. Üyesi F. Dilşad ÖZ'e ve Dr. Öğr. Üyesi Cansu ATALAY'a,

Desteklerini her zaman hissettiğim, dostluklarıyla günlerime neşe katan, bir aile sıcaklığı ile hep yanımda olarak, her konuda bana sonsuz destek ve moral veren, birlikte olmaktan büyük zevk duyduğum Ece MERAL, Meltem Nermin DURSUN ve Cansu SEVİK'e

Berber çalışmaktan büyük keyif duyduğum değerli araştırma görevlisi arkadaşlarıma ve bölümün tüm personeline,

Sonsuz bir sevgiyle her zaman arkamda duran, emeklerinin ve fedakarlıklarının karşılığını asla ödeyemeyeceğim canım babam Ayhan USLU, canım annem Belgin USLU ve canım kardeşim Ayberk USLU'ya,

Bütün kalbimle teşekkür ediyorum.

ÖZET

Uslu, A. Farklı Işık Kaynakları ile Aktive Edilen Beyazlatma Ajanının Klinik Etkinliğinin Değerlendirilmesi. Hacettepe Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Restoratif Diş Tedavisi Anabilim Dalı, Uzmanlık Tezi, Ankara, 2019. Bu randomize klinik çalışmanın amacı, %35 hidrojen peroksit içeren beyazlatma ajanını Diyet lazer veya LED ışık kaynağı ile aktive ederek oluşan renk değişimini, diş hassasiyetini, diş yüzeyinde oluşan sıcaklık değişimini ve dişeti irritasyonunu bölünmüş çene modelinde 9 aylık takipte incelemektir. Çalışmaya çürüksüz ve restorasyon bulunmayan anterior dişlere sahip 35 katılımcı dahil edilmiştir. Bölünmüş çene modelinde %35 lik HP içeren (Whiteness HP, FGM) beyazlatma ajanı kullanılarak, sağ/sol alt-üst çene arklarının bir tarafı Diyet lazer (Epic X, Biolase) ile diğer tarafı ise LED (Radii Plus, SDI) ışık kaynağı ile aktive edilmiştir. Tüm beyazlatma işlemi süresinde kanin dişlerin bukkal yüzeyinden sıcaklık ölçer (DT-3891G K tipi/ J tipi Termometre datalogger, CEM Instruments) cihazı ile meydana gelen sıcaklık değişimi kaydedilmiştir. Diş hassasiyeti VAS (*Görsel Analog Skala*) ile beyazlatma işlemi öncesinde, sırasında, sonrasında, 48 saat, 1 hafta, 1, 6 ve 9 ay zaman dilimlerinde değerlendirilmiştir. Renk değişimi için subjektif (Vita Klasik Renk Skalası ve Vita 3D Master Beyazlatma Skalası) ve objektif (Vita Easy Shade spektrofotometre) renk değerlendirme yöntemleri kullanılmıştır. Beyazlatma işlemi öncesinde, sonrasında, 48 saat, 1 hafta, 1, 6 ve 9 ay zaman dilimlerinde renk ve dişeti irritasyonu değerlendirmeleri yapılmıştır. Renk değişimi ΔE ve ΔSGU verileri kullanılarak tekrarlı ölçümlerde varyans analizi, çoklu karşılaştırmalarda ise Bonferroni testi ile; sıcaklık değişimi bağımlı gruplarda t-testi ile; diş hassasiyeti Friedman testi kullanılarak istatistiksel analiz yapılmıştır. Her bir zaman diliminde iki ışık kaynağı (Diyot lazer/LED) karşılaştırılırken Wilcoxon testi kullanılmıştır ($p < 0,05$). Subjektif renk değerlendirilmesinde ΔSGU değerleri açısından, Diyet lazer ve LED ışık kaynakları arasında fark görülmemiştir ($p > 0,05$). Objektif renk değerlendirilmesinde, 6 aylık kontroller haricinde tüm kontrollerde ortalama ΔE değerleri açısından Diyet lazer ve LED ışık kaynakları arasında fark görülmemiştir ($p > 0,05$). Altı aylık spektrofotometrik değerlendirmede Diyet lazer ile istatistiksel olarak anlamlı daha yüksek ΔE değerleri elde edilmiştir ($p < 0,05$). Diyet lazer ile diş yüzeyinde oluşan sıcaklık farkı ve maksimum sıcaklık değerleri istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksek bulunmuştur ($p < 0,05$). Ortalama sıcaklıklar karşılaştırıldığında LED ışık kaynağı ile istatistiksel olarak anlamlı daha yüksek değerler görülmüştür ($p < 0,05$). Değerlendirilen zaman dilimlerinin hiç birinde diş hassasiyeti ve dişeti irritasyonu açısından fark bulunmamıştır ($p > 0,05$). Bu *in vivo* çalışmanın sınırlamaları dahilinde, Diyet lazer ve LED ışık kaynakları arasında renk değişimi, diş hassasiyeti ve dişeti irritasyonu açısından fark görülmemiştir ($p > 0,05$). Diyet lazer ile diş yüzeyinde oluşan sıcaklık farkı ve maksimum sıcaklık değerleri daha yüksek gözlenirken, ortalama sıcaklık LED ışık kaynağı ile daha yüksek bulunmuştur ($p < 0,05$).

Anahtar Kelimeler: Ofis tipi beyazlatma, Diyet lazer, LED, renk değişimi, diş hassasiyeti, sıcaklık

Bu araştırma Hacettepe Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından desteklenmiştir. (**Proje No: THD-2018-16949**)

ABSTRACT

Uslu, A. Effect of Different Light Sources on the Clinical Efficacy of Light Activated Bleaching Treatments. Hacettepe University, Faculty of Dentistry, Department of Restorative Dentistry, Specialization Thesis, Ankara, 2019. The aim of this split-mouth, randomized clinical study was to evaluate the effect of LED or Diode laser activated bleaching applications on color change, tooth sensitivity, gingival irritation and temperature variation with 35% hydrogen peroxide bleaching gel after 9 months. Thirty-five patients with anterior teeth without caries and no restoration were included in this study. In a split-mouth design, a bleaching agent containing 35% HP (Whiteness HP, FGM) was used, one side of each jaw was activated by a diode laser (Epic X, Biolase) and the other side was activated by an LED (Radii Plus, SDI) light source. During the bleaching treatments, the temperature variations were recorded using a thermocouple (DT-3891G K type Thermometer datalogger, CEM Instruments) from the buccal surface of canine teeth. Tooth sensitivity was assessed by Visual Analogue Scale (VAS) before the treatment and during, immediately, 48 hours, 1 week, 1, 6 and 9 months after. Color change was evaluated by subjective (Vita Classic and Vita 3D Master Bleachguide) and objective methods (Vita Easy Shade, spectrophotometer) before the treatment and immediately, 48 hours, 1 week, 1, 6 and 9 months after. Color change (ΔE and ΔSGU) was performed by analysis of variance in repeated measurements. Multiple comparisons were evaluated by Bonferroni test. Temperature variation was evaluated by t-test in dependent groups. Tooth sensitivity was analyzed using Friedman test. Wilcoxon test was used to compare two light sources (Diode Laser/LED) in each time period ($p < 0.05$). No difference was found between Diode laser and LED light sources in terms of ΔSGU values in subjective color evaluation ($p > 0.05$). In the objective color evaluation, no difference was found between Diode laser and LED light sources in terms of mean ΔE values in all time periods, except for 6-month recall ($p > 0.05$). In the 6-month spectrophotometric evaluation, significantly higher ΔE values were obtained with Diode laser ($p < 0.05$). The temperature difference and maximum temperature on the surface of the tooth with Diode laser was found significantly higher than LED ($p < 0.05$). When the mean temperatures were compared, higher values were observed with LED light source ($p < 0.05$). There was no difference in tooth sensitivity and gingival irritation at any of the evaluated time periods ($p > 0.05$). Within the limitations of this *in vivo* study, there was no difference between the Diode laser and LED light sources for activating the current bleaching agent in terms of color change, tooth sensitivity, and gingival irritation ($p > 0.05$). While the temperature difference and maximum temperature values on the tooth surface were higher with Diode laser, the mean temperature was higher with LED light source ($p < 0.05$).

Key words: In-office bleaching, Diode laser, LED, color change, tooth sensitivity, temperature

This research was supported by Scientific Research Project Coordination Unit of Hacettepe University. **(Project number: THD-2018-16949)**

İÇİNDEKİLER

ONAY SAYFASI	iii
YAYIMLAMA VE FİKRİ MÜLKİYET HAKLARI BEYANI	iv
TEŞEKKÜR	v
ÖZET	vi
ABSTRACT	vii
İÇİNDEKİLER	viii
SİMGELER VE KISALTMALAR	xi
ŞEKİLLER	xiv
RESİMLER	xv
TABLolar	xvii
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	4
2.1. Vital Diş Beyazlatmanın Tarihçesi	4
2.2. Diş Hekimliğinde Renk	4
2.3. Diş Renginin Değerlendirilmesi	8
2.3.1. Renk Skalaları	8
2.3.2. Spektrofotometreler	9
2.3.3. Kolorimetreler	10
2.3.4. Spektroradyometreler	11
2.3.5. Dijital Kameralar ve Görüntü Sistemleri	11
2.4. Diş Renklenmelerinin Etiyolojileri	13
2.4.1. Dış Kaynaklı Renklenmeler	13
2.4.2. İç Kaynaklı Renklenmeler	14
2.5. Diş Beyazlatmanın Mekanizması	14
2.6. Beyazlatma Tedavisinin Endikasyonları/Kontrendikasyonları	18
2.6.1. Endikasyonlar	18
2.6.2. Kontrendikasyonlar	19
2.7. Vital Beyazlatma Yöntemleri	19
2.7.1. Ev Tipi Beyazlatma	20
2.7.2. ‘Tezgah Üstü’ Vital Beyazlatma	21
2.7.3. Ofis Tipi Beyazlatma	21

2.8. Beyazlatma Ajanlarının İçerikleri	22
2.9. Isı ve Işıkla Aktive Edilen Beyazlatma Tedavileri	23
2.9.1. Isı ile Aktive Edilen Beyazlatma Tedavileri	24
2.9.2. Işık ile Aktive Edilen Beyazlatma Tedavileri	24
2.10. Beyazlatmada Kullanılan Işık Kaynakları	25
2.11. Lazerler ile İlgili Genel Bilgiler	27
2.12. Diş Beyazlatma Uygulamalarında Kullanılan Lazer Sistemleri	36
2.13. LED Işık Cihazları ile İlgili Genel Bilgiler	37
2.14. Vital Diş Beyazlatma Tedavilerinin Diş ve Çevre Dokularına Etkileri	38
2.14.1. Renk Değişikliği	38
2.14.2. Diş Hassasiyeti	40
2.14.3. Dişeti ve Mukozal İrritasyonlar	40
2.14.4. Pulpadaki Sıcaklık Artışının Etkisi	41
2.14.5. Yüzey Morfolojisi	43
2.14.6. Beyazlatılmış Diş Yüzeyine Bağlanma	44
3. BİREYLER VE YÖNTEM	46
3.1. Çalışmaya Katılan Bireylerin Seçimi	46
3.2. Çalışmaya Dahil Edilme Kriterleri	46
3.3. Çalışmaya Dahil Edilmeme Kriterleri	47
3.4. Renk Ölçümü	48
3.4.1. Vita Skalası ile Renk Ölçümü	48
3.4.2. Spektrofotometre ile Renk Ölçümü	52
3.5. Diş Hassasiyetinin Değerlendirilmesi	52
3.6. Dişeti İrritasyonunun Değerlendirilmesi	53
3.7. Dişetlerinin Korunması	53
3.6. Sağ/Sol Arkların Randomizasyonu	54
3.7. Sıcaklık Değişiminin Değerlendirilmesi	54
3.8. Beyazlatma Jelinin Hazırlanması	55
3.9. LED Işık Kaynağı ile Aktivasyon	57
3.10. Diyot Lazer ile Aktivasyon	58
3.11. İstatistiksel Analiz	63

4. BULGULAR	66
4.1. Renk Değişikliği	66
4.1.1. Spektrofotometrik Değerlendirme	66
4.1.1.1. ΔE Değerleri	66
4.1.1.2. L, a, b Değerleri	68
4.1.2. Vita Klasik Skala	73
4.1.3. Vita 3D Master Beyazlatma Skalası	74
4.2. Sıcaklık Analizi	76
4.3. Diş Hassasiyeti	78
4.4. Dişeti İrritasyonu	81
5. TARTIŞMA	82
6. SONUÇLAR	99
7. KAYNAKLAR	100
8. EKLER	115
EK-1. Etik Kurul Onay Belgesi	115
EK-2. Hasta Bilgilendirme ve Onam Formu	117
EK-3. Hasta Takip Formu	121
EK-4. Dijital Makbuz	122
EK-5. Turnitin Ekran Çıktısı	123
9. ÖZGEÇMİŞ	129

SİMGELER VE KISALTMALAR

ADA	American Dental Association
C	Chroma
Ca	Calcium
CP	Karbamid Peroksit
CIE	Commission Internationale l'Eclairage
cm	Santimetre
cm²	Santimetrekare
CO₂	Karbondioksit
DNA	Deoksiribo Nükleik Asit
Er	Erbiyum
FDA	Food and Drug Administration
Ga-As	Gallium-Arsenid
h	Hue
H	Hidrojen
H₂O₂	Hidrojen peroksit
H₂PO₄	Dihidrojen fosfat iyonu
HCl	Hidroklorik asit
HP	Hidrojen Peroksit
HO[·]	Hidroksil Radikali
Ho	Holmium
Hz	Hertz
IR	Kızıl ötesi
J	Joule
km	Kilometre

CP	Karbamid Peroksit
KTP	Potassium Titanyl Phosphate
L	Lightness
LED	Light-Emitting Diode
LLLT	Low Laser Therapy
mm²	Minimetrekaare
N	Newton
NaOCl	Sodyum hipoklorit
Nd	Neodmimum
µm	Mikrometre
O	Atomik oksijen
O⁺²	Aktif atomik oksijen
O₂	Moleküler oksijen
O₃	Ozon
OH⁻	Hidroksil radikali
OTC	Over The Counter
PAC	Plasma Arc Curing
pH	Asidite katsayısı
ppm	Parts per milion, milyonda bir
QTH	Quartz Tungsten Halojen
r	Yarıçap
ROS	Reaktif Oksijen Türleri
SEM	Scanning Electron Microscobe
SGU	Shade Guide Unit

SR	Serbest Radikal
TME	Tempora Mandibuler Eklem
UV	Ultravirole
VAS	Visual Analog Scale
W	Watt
YAG	Yttrium Aluminium Garnet
YSGG	Yttrium Scandim Gallium Garnet
Δ	Delta



ŞEKİLLER

Şekil	Sayfa
2.1. CIELAB renk uzayı	6
2.2. Munsell' in renk sistemi	8
3.1. Vita 3D Master Beyazlatma Skalasının numerik gösterimi	50
3.2. Çalışmanın akış şeması	64
4.1. Diyot lazer ve LED sistemlerinde görülen ortalama ΔE değerlerinin grafik olarak gösterilmesi	67
4.2. Diyot lazer ve LED sistemlerinde görülen ΔL değerlerinin grafik olarak gösterilmesi	69
4.3. Diyot lazer ve LED sistemlerinde görülen ortalama Δa değerlerinin grafik olarak gösterilmesi	71
4.4. Diyot lazer ve LED sistemlerinde görülen ortalama Δb değerlerinin grafik olarak gösterilmesi	72
4.5. Diyot lazer ve LED ışık kaynaklarının dış yüzeyinde oluşturduğu sıcaklık değerlerinin maksimum, minimum ve ortalamalarının grafik olarak gösterilmesi	77
4.6. Diyot lazer ve LED ışık kaynaklarının dış yüzeyinde oluşturduğu sıcaklık farklarının grafik olarak gösterilmesi	78
4.7. Ortalama dış hassasiyeti verilerinin grafik olarak gösterilmesi	79

RESİMLER

Resim	Sayfa
3.1. Vita Klasik Skala	48
3.2. Vita 3D Master Beyazlatma Skalası	49
3.3. Vita Klasik Skala ile sağ santral dişin renginin belirlenmesi	49
3.4. Vita Klasik Skala ile sol santral dişin renginin belirlenmesi	49
3.5. Vita 3D Master Beyazlatma Skalası ile sağ santral dişin renginin belirlenmesi	50
3.6. Vita 3D Master Beyazlatma Skalası ile sol santral dişin renginin belirlenmesi	50
3.7. Vita Easy Shade Spektrofotometre (Vident, Brea, CA, ABD)	52
3.8. Görsel Analog Skala (VAS)	53
3.9. Dişetlerinin gingival bariyer ile korunması	54
3.10. Sağ ve sol üst-alt arkların belirlenmesi	54
3.11. Sıcaklık Ölçer (DT-3891G K tipi/ J tipi 4 kanallı Termometre datalogger, CEM Instruments, Shenzhen, Çin)	55
3.12. Sıcaklık ölçerin sağ kanin bukkal yüzeyine sabitlenmesi	55
3.13. Sıcaklık ölçerin sol kanin bukkal yüzeyine sabitlenmesi	55
3.14. Peroksit içerikli şişenin karıştırma kabına damlatılması	56
3.15. Kıvam arttırıcının karıştırma kabına damlatılması	56
3.16. Beyazlatma jelinin karıştırılması	56
3.17. Jelin dişlere uygulanması ve karşıt arkın nemli spançla korunması	58
3.18. LED ışık cihazı ile aktivasyon	58
3.19. Jelin dişlere uygulanması	59
3.20. Karşıt arkın nemli spançla korunması	59
3.21. Diyot lazer aktivasyonu a) Diyot lazerin üst çeneye uygulanması b) Diyot lazerin alt çeneye uygulanması c) Diyot lazerin ikinci kez üst çeneye uygulanması d) Diyot lazerin ikinci kez alt çeneye uygulanması	60
3.22. Beyazlatma sonrası Vita Klasik Skala ile sağ santral dişin renginin belirlenmesi	61
3.23. Beyazlatma sonrası Vita Klasik Skala ile sol santral dişin renginin belirlenmesi	61

- 3.24.** Beyazlatma sonrası Vita 3D Master Beyazlatma Skalası ile sağ santral dişin renginin belirlenmesi 62
- 3.25.** Beyazlatma sonrası Vita 3D Master Beyazlatma Skalası ile sol santral dişin renginin belirlenmesi 62
- 3.26.** LED (a) & Diyet lazer (b) ile aktive edilen beyazlatma tedavilerinin 9 aylık klinik takibi **1a)** Sağ santral dişin beyazlatmadan önceki renk değerlendirilmesi **1b)** Sol santral dişin beyazlatmadan önceki renk değerlendirilmesi **2a)** Sağ santral dişin LED ile aktive edilen beyazlatma işleminden hemen sonraki renk değerlendirilmesi **2b)** Sol santral dişin Diyet lazer ile aktive edilen beyazlatma işleminden hemen sonraki renk değerlendirilmesi **3a)** LED ile aktive edilen beyazlatma işleminin 9. ay renk değerlendirilmesi **3b)** Diyet lazer ile aktive edilen beyazlatma işleminin 9. ay renk değerlendirilmesi 65

TABLOLAR

Tablo	Sayfa
3.1. Vita Klasik Renk Skalası ve Vita 3D Master Beyazlatma Skalası numerik düzenlemesi	51
3.2. Çalışmada kullanılan materyaller	57
3.3. Işık kaynaklarının uygulanması	60
4.1. Diyot lazer ve LED sistemleri ile elde edilen ortalama ΔE ve standart sapma (SD) değerleri	67
4.2. Diyot lazer ve LED sistemlerinde elde edilen ortalama ΔL ve standart sapma (SD) değerleri	69
4.3. Diyot lazer ve LED sistemlerinde elde edilen ortalama Δa ve standart sapma (SD) değerleri	70
4.4. Diyot lazer ve LED sistemlerinde elde edilen ortalama Δb ve standart sapma (SD) değerleri	72
4.5. Vita Klasik Renk Skalasının numerik düzenlemesi	73
4.6. Diyot lazer ve LED sistemlerinde elde edilen ortalama ΔSGU ve standart sapma (SD) değerleri	74
4.7. Vita 3D Master Beyazlatma Skalası'nın numerik düzenlemesi	75
4.8. Diyot lazer ve LED sistemlerinde elde edilen ortalama ΔSGU ve standart sapma (SD) değerleri	76
4.9. Diyot lazer ve LED beyazlatma sistemlerinin diş yüzeyinde oluşturdukları maksimum, minimum, ortalama sıcaklık ve sıcaklık farkı değerleri ($^{\circ}C$)	77
4.10. Diyot lazer ve LED sistemlerinde elde edilen ortalama diş hassasiyeti değerleri	78
4.11. Çalışmaya katılan hastaların diş hassasiyeti verileri	80

1. GİRİŞ

Vital diş beyazlatma tedavisi, modern diş hekimliğinin en popüler estetik işlemlerinden birisi haline gelmiştir (1). Sağlıklı ve estetik diş görünümünün, bireylerin özgüvenlerinde, yaşam kalitesinde, sosyal ve iş hayatlarındaki başarısında önemli rol oynadığı bilinmektedir (1-4). Bu nedenle günümüzde bireyler sadece sağlıklı dişlerle yetinmeyip, popüler medya ve sosyal çevrelerinden etkilenerek ‘mükemmel bir gülümseme’ ye sahip olmak istemektedirler (5-7).

Diş rengi, dentin ve minenin farklı optik özelliklerinin bir kombinasyonu olarak belirlenir. Diş rengindeki değişiklikler; dişin lokalizasyonu, yapısı, beslenme alışkanlıkları, dış ve iç kaynaklı renklenmeler kişiden kişiye farklı etiyojilere bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Buna bağlı olarak tedavi sonuçları ve prognozları farklılık gösterir. Diş renklenmelerini gidermek için; beyazlatıcı diş macunları, profesyonel diş temizliği, diş beyazlatma uygulamaları, minenin mikro-abrazyonu, kompozit veya porselen veneerler ve kron kaplamalar tercih edilen yöntemlerdendir (8-10). Vital diş beyazlatma tedavisi, kompozit rezin dolgulara, veneerlere ve kron kaplamalara göre daha konservatif, hızlı, kolay, etkili bir yaklaşım olduğu için renklenmiş dişlerin tedavisinde sıkça tercih edilmektedir (8).

Vital diş beyazlatma tedavisi, hekim tarafından profesyonel olarak uygulanan ofis tipi beyazlatma; hekim kontrolünde evde uygulanan ev tipi beyazlatma ve bireylerin marketlerden ya da eczanelerden ulaşabildiği “*over-the-counter*” denilen “tezgah üstü” beyazlatma ürünleri ile uygulanabilen beyazlatma yöntemleri olarak sınıflandırılmaktadır (11).

En popüler seçeneklerden birisi olan ofis tipi beyazlatma, hekim kontrolünde klinikte uygulandığından, yumuşak doku yaralanmalarını ve beyazlatma ürünlerinin yutulma riskini en aza indirmektedir (12). Daha hızlı sonuçlar göstererek, hastaya tek bir seansta daha beyaz dişler vaad etmektedir (13). Ofis tipi beyazlatma tedavisi, ev tipi beyazlatma tedavisi ile karşılaştırıldığında; yumuşak dokunun korunması, ajanın yutulma riski, tedavi süresinin kısalması ve çabuk sonuç alınması ve buna bağlı

olarak da hastaların memnuniyeti ve motivasyonun artması bakımından daha avantajlıdır.

Ofis tipi beyazlatma sistemlerinde kullanılan yüksek konsantrasyonlu hidrojen peroksit veya öncüsü olan karbamid peroksit içerikli jeller, ısı ve ışık ile aktive edilerek de kullanılabilir (14). Işık kaynaklarının kullanımının teorik olarak avantajı, açığa çıkan ısı ile hidrojen peroksitin, serbest oksijen radikalleri oluşturması ve oksijenin ayrışma oranını arttırmasıdır (5, 14). Ancak ışık aktivasyonunun, yüksek konsantrasyonlu hidrojen peroksit beyazlatma jelleri ile daha uzun süreli ve daha etkili bir beyazlatma sağladığına dair bir kanıt yoktur (15, 16). Hidrojen peroksitin ayrışma reaksiyonunu hızlandırmak için halojen lambalar, plazma ark, LED (light emitting diodes), farklı dalga boylarında lazerler ve hibrit (LED/lazer) gibi ışık kaynakları ofis tipi beyazlatma tedavisinde kullanılabilir (9, 14).

Yapılan çalışmalarda, ışık kaynaklarının türü ve uygulama süresindeki farklılıklar, beyazlatma jellerinin farklı konsantrasyonlarda tercih edilmesi ayrıca beyazlatma jelinin diş üzerinde uygulanma kalınlığı gibi ayrıntılara yer verilmemesi literatürde çelişkili sonuçlara sebep olmaktadır (13, 16). Işık kaynaklarının sebep olabileceği aşırı ısı artışıyla, hastada gelişebilecek post-operatif diş hassasiyeti ile ilgili endişeler halen cevapsızdır.

Literatürde farklı ışık kaynakları kullanılarak uygulanan beyazlatma ajanlarının etkinliğini ve güvenilirliğini araştıran kontrollü klinik çalışma sayısı oldukça azdır (1,6).

Bu nedenle, bu randomize klinik çalışmanın amacı, hidrojen peroksit içeren bir beyazlatma ajanının, diyot lazer veya LED ışık ile aktivasyonunun; renk değişikliği, diş hassasiyeti, dişeti irritasyonu ve diş yüzeyinde oluşturdukları sıcaklık açısından bölünmüş çene çalışma modelinde, 9 aylık takipte karşılaştırmaktır.

Çalışmanın temel aldığı hipotezler;

H0₁ : Diyet Lazer ve LED ışık kaynakları kullanılarak yapılan beyazlatma tedavileri arasında renk açısından fark yoktur.

H0₂ : Her iki ışık kaynağı için de beyazlatmadan hemen sonra elde edilen renk değişim değerlerinin 9 aylık takip sonrasında elde edilen renk değerleri arasında fark yoktur.

H0₃ : Diyet lazer ve LED ışık kaynağı ile yapılan beyazlatma işlemi sırasında diş yüzeyinde oluşan sıcaklık artışı arasında fark yoktur.

H0₄ : Diyet lazer ve LED ışık kaynağı ile yapılan beyazlatma işlemi sırasında diş hassasiyeti açısından fark yoktur.

H0₅ : Diyet lazer ve LED ışık kaynağı ile yapılan beyazlatma işlemi sırasında gingival irritasyon açısından fark yoktur.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Vital Diş Beyazlatmanın Tarihçesi

Diş beyazlatma işlemi için ideal ajan arayışı 1800'lü yıllara dayanmaktadır (17). 1868 yılında vital diş beyazlatmasında oksalik asit daha sonraları hidrojen peroksit ve pirozone kullanılmıştır (18). 1910 yılında konsantre hidrojen peroksit ısıtılmış bir spatula ya da ışık kaynağı ile diş kliniklerinde kullanılmaya başlamıştır (18). 1918 yılında Abbot yüksek güçlü ışık ile hidrojen peroksitin sıcaklığını artırarak ofis tipi beyazlatma sistemlerini rapor etmiştir (14). 1960 yılında özel olarak hazırlanmış bir ağız plağı ile dişetleri için önerilen antiseptik %10 karbamid peroksit içerikli jelin aynı zamanda dişleri beyazlattığı da keşfedilmiştir (19). Hastanın 2 ile 6 hafta gece boyunca veya gün içerisinde birkaç saat, %10 karbamid peroksit içerikli beyazlatma ajanını özel bir plak ile kullanımı şeklinde uygulanan, gece plağı ile vital beyazlatma yöntemi 1989'da tanıtılmıştır (20). Daha sonra, birçok beyazlatma ürünleri ve teknikleri geliştirilmiştir, düşük konsantrasyonlarda hidrojen peroksit veya karbamid peroksit içeren ve doğrudan tüketicilere satılan "tezgah üstü" ("*Over the counter*", OTC) beyazlatıcı ajanlar piyasaya sürülmüştür (19).

Güncel olarak, ışık aktivasyonu ya da ışık aktivasyonu olmadan %15-40 hidrojen peroksit içeren beyazlatma jelleriyle mevcut ofis tipi beyazlatma tekniği tanıtılmıştır (19).

2.2. Diş Hekimliğinde Renk

Renk bilimi, diş hekimliğinde renk algısı ve tanımı açısından önemlidir ve pratik ile geliştirilebilir (21, 22). Rengin belirlendiği koşullar son derece önemlidir, ışık kaynağı, günün saati, çevre koşulları ve dişin görüldüğü açı gibi değişkenler görünen diş rengini etkiler. Işık, farklı dalga boylarından oluşur, farklı koşullar altında görüntülenen aynı diş, farklı bir renk sergileyebilmektedir; bu fenomen "metamerizm" olarak adlandırılır (22).

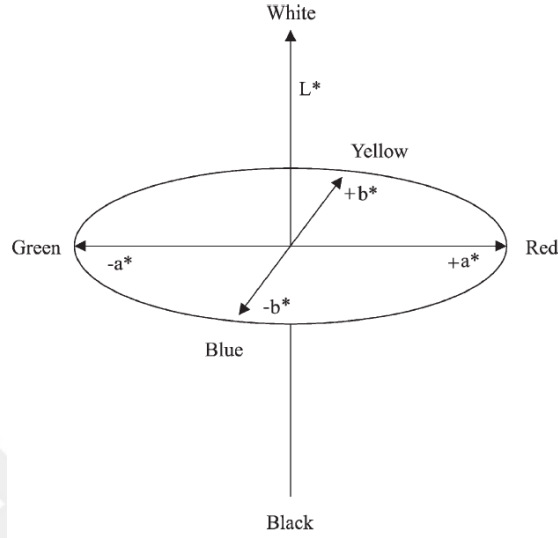
Işık, bir nesnenin üzerine düştüğünde, nesnenin fiziksel özelliklerine bağlı olarak; yansıma, saçılma, soğurma ve aktarma yoluyla değişmektedir. Bir nesnenin rengi, yüzeyinden yansıttığı farklı dalga boylarına, ışığın miktarına, yani spektral yansımaya bağlıdır. Işık gözlere ulaştığında, enerjisi retinadaki fotoreseptörler tarafından emilir ve beyin tarafından yorumlanan bir sinyale dönüştürülür (23). Dişin koronal kısmı, mine, dentin ve pulpadan oluşur. Bu yapılardaki herhangi bir değişikliğin, ışığın iletim ve yansıtma özelliklerinden dolayı dişin dış görünümünde bir değişime neden olması muhtemeldir. Diş renginin görünümü, yansıtılan ışığın kalitesine bağlıdır ve bunun bir sonucu olarak, o anki ışığa bağlıdır (22).

Diş rengini değerlendirirken, metamerizmin etkilerini azaltmak için kullanılan aydınlatıcı ışık kaynağının standart hale getirilmiş olması gerekmektedir. Bir diş kliniğinde üç ışık kaynağı bulunabilir; doğal, floresan ve akkor lamba. Aydınlatma için kullanılan bir ışık kaynağının, spektrumun karakteristik uçlarında bir etkiye sahip olduğu bilinmektedir. Örneğin, akkor ışık, spektrumun kırmızı-sarı ucunu vurgulayacak ve mavi ucu zayıflatacaktır. Tersine, bir floresan ışık kaynağı, spektrumun mavi-yeşil ucuna doğru daha fazla enerjiye sahiptir ve bu renkleri buna göre vurgulamaktadır. Metamerizmin etkilerini azaltmaya yardımcı olan ve hatta renk dağılımı sağlayarak, özel olarak geliştirilmiş renk düzeltmeli ışıklar mevcuttur. Doğal güneş ışığı da değişiklik gösterir; öğle vakti gökyüzü minimal atmosfer penetrasyonu ile mavi görünür. Sabahın erken saatlerinde ve akşamüzeri güneş ışığı kırmızı-turuncu görülür, böylece kısa dalga boylu mavi ışık atmosfer tarafından dağıtılır ve sadece kırmızı ve turuncu ışınlar penetre olur (22).

Estetik açıdan diş rengini belirlemek zordur ve renk algısı oldukça öznel olup, bireysel değişikliklere açıktır (22). Aynı diş rengi belirlenirken farklı diş hekimleri arasında anlaşmazlık olduğu gibi, aynı diş aynı hekim tarafından farklı zamanlarda değerlendirildiğinde farklı renk belirlenebildiği Culpepper (24) tarafından belgelenmiştir.

Renk algısının daha iyi yorumlanabilmesi ve üniversal bir renk tanımı için, 1976'da Commission Internationale de l'Eclairag (CIELAB) renk uzayı tanıtılmıştır. CIE tristimulus değerleri XYZ, bir aydınlatıcı maddenin spektrumunun, bir nesnenin

spektral verilerinin ve insan renk eşleştirme fonksiyonlarının integralleri ile tanımlanır (25). Renkler üç algısal özellikle ilişkili üç boyutta tanımlanmıştır; açıklık (*lightness*), ton (*hue*) ve doygunluk (*chroma*) (5).



Şekil 2.1. CIELAB renk uzayı

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

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

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

L eksenini (dikey eksen), açıklık olarak bilinir ve 0 (siyah) ile 100 (beyaz) arasındadır. Diğer iki koordinat, a eksenini kırmızı ve yeşil renk miktarını temsil eder, pozitif a kırmızıya meyilli, negatif a yeşile meyillidir. b koordinat eksenini sarı ve mavi miktarını belirtir, pozitif b sarıya doğru ve negatif b maviye doğru meyillidir. a ve b koordinatları nötr renkler için sıfıra yaklaşır (beyaz) ve renk yoğunluğu arttıkça rakamsal olarak artış gösterir (26).

X_n , Y_n , Z_n , seçilen aydınlatıcı altında beyaz referansın tristimulus değerleridir. Hue (h_a) ve kroma (C_{ab}) dik açılı a , b eksenlerini kutupsal koordinatlara dönüştürerek tanımlanır (23).

$$h_{ab} = \tan^{-1} (b / a) \text{ (} 0^\circ \text{ kırmızı, } 90^\circ \text{ sarı)}$$

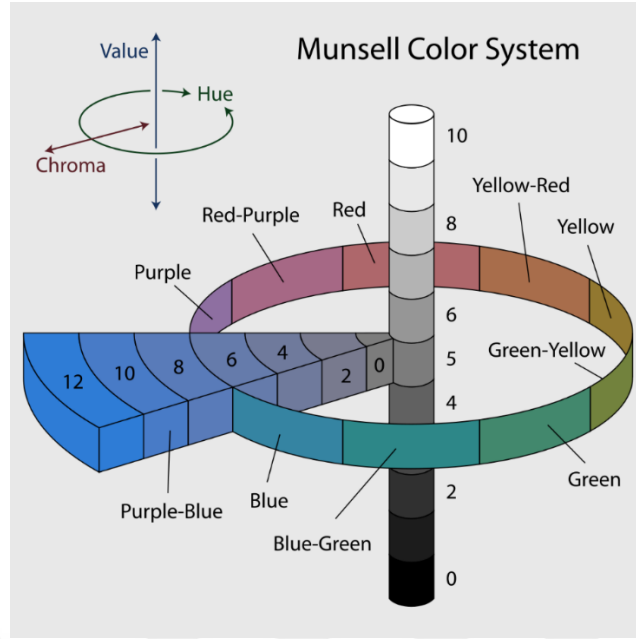
$$C_{ab} = \sqrt{a^2 + b^2}$$

Uzaydaki bir noktanın üç koordinatla tanımlandığı gibi, belirli bir renk L , C ve h veya L , a ve b koordinatları ile tanımlanabilir. Bu nedenle, mevcut skalalarının standardizasyonunu incelemek, klinisyenler arasında iletişimi kolaylaştırmak ve diş restorasyonlarında gerçek rengi kontrol etmek için diş renginin konumunu bilmek mümkündür (26).

Birçok durumda, renkler arasındaki farkların ölçülmesi, genellikle rengin mutlak değerinin ölçüsünden daha faydalı olabilir. Renk farkı ΔE_{ab} , CIELAB renk uzayındaki iki uyarının koordinatları arasındaki Öklid mesafesi ile tanımlanır (23).

$$\Delta E = \sqrt{\Delta L^2 + \Delta a^2 + \Delta b^2}$$

Renk, Munsell'in *hue*, *value* ve *chroma* terimlerine göre de tanımlanmıştır (27). *Hue*, farklı renk ailelerinin, örneğin kırmızılardan, mavilerin ve yeşillerin arasında ayırım yapılmasını sağlayan açıklayıcı bir terimdir. *Value*, siyahtan beyaza doğru bir ölçekte rengin göreceli aydınlığı ve karanlığıdır. *Chroma*, renk doygunluğunun derecesidir ve örneğin, pembeden kırmızıya dönüşen bir rengin gücünü açıklar (22).



Şekil 2.2. Munsell' in renk sistemi

2.3. Diş Renginin Değerlendirilmesi

Diş renginin belirlenmesinde ve diş rengine uygun renkte restoratif materyalin belirlenmesi, görsel renk değerlendirmeleri, görsel ve enstrümantal değerlendirmeler arasında karşılaştırmalar, renk uyumluluğu, renk stabilitesi, diş beyazlatma çalışmaları gibi birçok klinik uygulama ve araştırmada renk skalaları, spektrofotometreler, kolorimetreler, spektroradiometreler ve dijital görüntü analiz teknikleri gibi yöntemler kullanılmaktadır (23, 28, 29) .

2.3.1. Renk Skalaları

Diş renginin klinik olarak değerlendirilmesinde en yaygın kullanılan yöntem, rehber renk skalaları ile görsel renk eşleştirmesidir (30). Renk skalaları genel olarak ışıklandırma, yaş, cinsiyet, göz yorgunluğu ve renk görme eksiklikleri gibi faktörler sebebiyle görsel renk seçimini etkileyebileceğinden, tutarsız ve subjektif bir yöntem olarak kabul edilebilir (5, 23, 31, 32). Ancak, hızlı ve düşük maliyetli bir yöntem olması (5), bireylerin renk ayırt edici yeteneklerinin eğitim ve deneyim (22, 33) ile geliştirilebilir olması nedeniyle diş rengindeki değişiklikleri ölçmek için sıklıkla kullanılmaktadır (23, 34, 35).

Diş renk skalaları birçok tip ve formda olabilir, esasen temel tasarım *chroma* ve / veya *value* göre düzenlenebilen bir dizi standart diş rengini içermektedir (23). En yaygın kullanılan renk skalalarından biri, renk seçimi için genellikle en düşük *value* dan, açıktan koyuya göre düzenlenmiş olan 1956' da tanıtılan VITA Klasik Renk Skala'sıdır (VITA Zahnfabrik, Bad Sackingen, Almanya) (16, 36-38). Genel olarak, renk aralığı yetersizdir ve sekmeler arasındaki renk farklılıkları tekdüze ve sistematik değildir (39, 40).

3D Master Toothguide (VITA Zahnfabrik, Bad Sackingen, Almanya) 1998'de tanıtılmıştır ve daha geniş ve daha düzgün bir renk aralığına, daha iyi renk dağılımına ve diş rengi ölçümünün diğer renk kılavuzlarına kıyasla daha iyi tekrarlanabilirliğine sahip olacak şekilde tasarlandığı rapor edilmiştir (40-42). Renk çubukları bir spektrofotometre kullanılarak ölçülmüş ve çubuklar arasındaki renk farklılıklarının neredeyse hepsi (% 99.08) aynı bulunmuştur (26). Öte yandan, Lee ve ark. (43) renk çubukları arasında yapılan ölçümlerin standart değişim göstermediğini bildirmiştir. Yakın zamanda, VITA Bleachedguide 3D Master skalası, diş beyazlatmanın takip edilebilmesi için ilave olarak daha açık renk tonları içerecek şekilde tasarlanmış ve geliştirilmiştir (38, 44).

2.3.2. Spektrofotometreler

Spektrofotometreler, görünür spektrum boyunca 1-25 nm aralıklarla bir nesneden yansıtılan ışık enerjisi miktarını ölçer ve ölçülen spektral yansımayı renk koordinatlarına (CIELAB, CIEXYZ ya da CIELCH) ve çeşitli diş renk değerlerine dönüştürebilir (28). Tek bir renk değeri veya bir diş yüzeyi boyunca renkteki ince farklılıkları gösteren bir harita olarak tanımlanabilir (23).

Çalışmaların çoğunda görsel ve enstrümantal renk belirleme yeteneğinin sistematik olarak gözden geçirilmesinde, bir spektrofotometre kullanıldığında daha kesin sonuçlara ulaşıldığı bildirilmiştir (23, 30). Örneğin, Paul ve ark. (45), görsel renk seçiminin sadece % 26,6'sının, spektrofotometrik renk seçiminin ise % 83.3 ile eşleştiğini rapor etmiştir. Benzer şekilde, Bahannan (32), diş hekimliği öğrencileri arasında renk seçimi kalitesini karşılaştırdığı bir çalışmada, görsel renk seçimi ile %

36,3, bir spektrofotometre kullanıldığında ise % 80,4 oranında doğru renk seçimi yapıldığını bildirmiştir.

Klinik kullanım için, farklı tasarımlara, yazılıma ve veri çıktısına sahip çeşitli ticari spektrofotometreler bulunmaktadır (28, 46-48). Literatürde, çeşitli cihazların tekrarlanabilirliğini ve doğruluğunu karşılaştıran birçok *in vitro* ve *in vivo* çalışmalar yer almaktadır (48-52). Maksiller ve mandibular dişlerin rengini ölçen bir klinik çalışmada, VITA Easyshade (VITA Zahnfabrik, Bad Sackingen, Almanya) ve SpectroShade (MHT Optic Research AG, İsviçre) arasında CIELAB değerlerinde anlamlı bir fark olmadan mükemmel tekrarlanabilirlik gözlemlendiği bildirilmiştir (53). Bu nedenle, spektrofotometreler, seramik kronların *in vivo* renk ölçümü, mine gelişimsel kusurları, diş rengi prevalansı ve diş beyazlatma çalışmaları gibi dental araştırma alanlarında geniş uygulama alanı bulmuştur (23). Bununla birlikte, bu cihazları kullanırken dikkatli olunmalıdır; çünkü çalışmalar eşleşen tekrarlanabilirlik derecesinin ortam aydınlatıcısından (47) ve dişlere uygulanabilecek arka plandan etkilenebileceğini göstermiştir (23, 54). Optik lensin *in vivo* ölçüm sırasında buğulanması yanlış okumalara neden olabilir (55). Bu cihazlar sabit tutulması gereken temas ölçüm cihazları olduğu için, bazı cihazların uçları hastaların dişeti dokularında küçük rahatsızlıklara sebep verebilir (55).

2.3.3. Kolorimetreler

Kolorimetreler, yansıtılan ışığı bir nesneden görünür spektrumun kırmızı, yeşil ve mavi alanlarına filtreleyerek ve tipik olarak bunları CIELAB değerlerine dönüştürerek tristimulus değerlerini (CIE XYZ) ölçer (23). Anahtar optik elemanları; bir ışık kaynağı ve CIE renk eşleştirme veya bunların doğrusal bir kombinasyonuyla yakın eşleşmesi amaçlanan üç filtreden oluşan bir dedektör içermektedir (23). Genel olarak, kolorimetrelerin güvenilir olduğu, iyi tekrarlanabilir ve renk farkı ölçümleri için kesin sonuçlar verdiği rapor edilmiştir (31, 56). Kolorimetre, kullanım kolaylığı ve benzer renkteki örnekler arasındaki küçük renk farklılıklarının tespit ve ölçümünde hassasiyet gösterdiği bildirilmiştir (57).

2.3.4. Spektrometreler

Spektrometreler, görünür spektrum boyunca nesnelere yayılan veya yansıyan radyometrik ışık miktarlarını ölçer (23). Renk değerleri sırasıyla parlaklık ve ışınım birimleri için parlaklık ve aydınlık ile ifade edilerek, renk koordinatlarına dönüştürülebilir (CIEXYZ, CIELAB ve CIECLH) (58). Spektrofotometreler ve spektrometreler arasındaki temel fark, spektrometrelerin yerleşik ışık kaynaklarına sahip olmamaları ve temasız ölçüm cihazları olmalarıdır (23).

Geleneksel temaslı ölçüm cihazlarında, aydınlatıcı ışığın ölçüm yapılan materyal içindeki yayılımında ve geri yansıtılmasında, dişler gibi translüent materyaller için kenarlardan kayıp meydana gelir (59). Translüent dental malzemeler için, kenar kaybı etkisinden, dış ışık kaynaklarını kullanan ve malzeme yüzeyine delikler eklemeye gerek duyulmayan spektrometreler gibi temasız renk ölçüm sistemleri kullanılarak önlenir (60).

Spektrometre kullanılarak diş rengini ölçmenin avantajları temel olarak temasız ölçüm yaklaşımları olmaları ile ilişkilidir (61). Bazı çalışmalar, spektrometreye dayalı renk ölçümünün, diğer temas ölçüm cihazlarına kıyasla, insan renk algısına daha yakın olduğunu göstermiştir (62, 63). Ancak, nispeten yüksek maliyetleri ve ölçüm için standart bir aydınlatma/görüntüleme koşullarına ihtiyaç duyulduğundan, spektrometreler ile diş rengi ölçümü yapılan çalışmalar, diğer renk ölçüm cihazlarının kullanıldığı çalışmalardan daha az sayıdadır (23).

2.3.5. Dijital Kameralar ve Görüntü Sistemleri

Temasız renk ölçüm yöntemlerinden bir diğeri ise dijital görüntülemedir. Dijital kameralar; objeyi, ışığa duyarlı bir malzemeye, her piksel için kırmızı, yeşil ve mavi değerlerle temsil edilen çıktı görüntüleri ile kaydeder (23). Diş hekimliğinde renk seçimi ve iletişim için dijital kamera ve görüntüleme sistemlerinin kullanımına ilgi artmaktadır (64, 65).

Dijital kamera ve görüntüleme sistemleri ile temassız ölçüm yapılabilmesi sağlanarak tüm dış yüzeyi değerlendirilebilir, translüsensi ve yüzey eğriliği nedeniyle sistematik hata en aza indirilebilir (66). Ayrıca ileriki zamanlarda tekrar analiz olanağı sağlayarak yeniden kullanılabilir görüntüler için veri tabanı sağlanır; hızlı ve basit bir eğitim ile teknisyene ihtiyaç duymadan kullanılabilir (30).

Dijital görüntüleme ve temas ölçüm yöntemleri arasındaki performansı karşılaştıran çalışmalarda, uygun obje-kamera mesafesi, kamera ayarları ve uygun aydınlatma kullanıldığında, dijital görüntüleme kolorimetrelere bir alternatif olarak önerilmiştir (67). Spektrofotometrik ve dijital görüntüleme yöntemleri ile renk ölçümü yapılan bir çalışmada, her iki yöntemin de beyazlatma etkinliğini karşılaştırılabilir ve objektif bir değerlendirme sağladığı rapor edilmiştir (68). Başka bir çalışmada, dijital kamera görüntüleme sistemlerinin dış renginin nicelleştirilmesinde güvenilir olduğu, spektrofotometrinin (kolorimetrenin) dış renkleri için göreceli olarak yanlış mutlak değerler verdiği, ancak dijital görüntüleme yöntemiyle aynı sıralama düzenini verdiği bildirilmiştir (66). Dış beyazlatma çalışmalarının incelendiği 4 yıllık bir meta-analiz, uzun süreli dış beyazlatma çalışmaları için dijital görüntü analizinin kullanımını ve güvenilirliğini onaylamıştır (69).

Dijital görüntüleme sistemlerinin dezavantajı olarak metamerizm olgusunun, potansiyel bir problem oluşturabileceği bildirilmiştir (23, 70). Bu nedenle, dijital görüntüleme için aydınlatma ve görüntüleme koşulları çok önemlidir. Dijital görüntüleme, dış kaynaklı renklenmeler ve renk seçimi gibi iç kaynaklı renklenmelerin dışındaki diğer görünüm niteliklerini ölçmek için kullanılabilir (23).

Dijital görüntüleme ve bilgisayar yazılımı tarafından desteklenen renk seçimi ve geleneksel renk skalaları ile yapılan renk seçiminin karşılaştırıldığı bir çalışmada dijital görüntüleme sistemleri geleneksel yöntemlere göre daha güvenilir bulunmuştur (71). Dijital görüntüleme sistemleri için renk eşleştirme doğruluğunun, kolorimetrik veya spektrofotometrik analiz ile karşılaştırılabilir olduğu rapor edilmiştir (23, 72, 73).

2.4. Diş Renklenmelerinin Etiyolojileri

Dişlerin ağız içindeki konumu, bireyin cinsiyeti, yaşı ve etnik kökeni gibi faktörlerin diş rengi üzerindeki olası etkilerinin incelendiği çalışmalarda; genel olarak maksiller ön dişlerin, mandibular ön dişlerden daha sarı olduğu (74) ve maksiller santral dişlerin, lateral dişlere ve kanin dişlere göre daha açık renkli olduğu sonucuna varılmıştır (74-76). Dişlerin gingival üçlülere, insizal üçlülerine göre göreceli olarak daha koyu bir renk sergiler (77). Bu varyasyon mine ve dentin kalınlıkları ve translüsensi özelliklerinin farklı oluşuna bağlı olarak ışığı farklı yansıtma özelliklerinden kaynaklanır (77). Diş rengi, ışığın minedeki ve dentindeki dağılımından ve emiliminden etkilenir (23). Mine, dentine göre daha translüent olduğundan, dentin özellikleri genel diş renginin belirlenmesinde büyük rol oynar (23, 78).

Dişin iç tabakalarının rengi ve dış yüzeydeki renklenmelerin kombinasyonu diş rengini belirler (9). Dişlerin renklenme etiolojileri, beyazlatma tedavisinin sonuçlarında ve tedavi sürecinde değişiklik gösterebilmektedir. Bu nedenle, beyazlatma işleminden önce dişler dikkatlice incelenmeli ve renklenme etiolojileri tespit edilmelidir (19). Diş renklenmeleri, dış veya iç kaynaklı olabilir.

2.4.1. Dış Kaynaklı Renklenmeler

Dış kaynaklı renklenmeler, renklendirici maddelerin mine yüzeyine emilimiyle özellikle pelikül içine girerek diş yüzeyine yapışmasıyla meydana gelir (5, 22, 23). Renklenmeler esas olarak pelikülde lokalizedir, şeker ve amino asitler arasındaki reaksiyonla ya da zardaki eksojen kromoforların tutulumuyla görülür (79). Diş fırçasının ve diş macununun aşındırıcı etkisinin daha az ulaştığı diş bölgelerinde oluşma eğilimindedir (9). Genellikle sigara kullanımı, tütün çiğneme, çay, kahve, kırmızı şarap gibi tanen bakımından zengin diyet ve klorheksidin, kalay, demir gibi bazı katyonik ajanların kullanımı ve kötü oral hijyen, dış kaynaklı renklenmelere sebep olabilir (23). Çoğu dış kaynaklı diş renklenmeleri rutin profilaktik işlemlerle giderilebilir (19).

2.4.2. İç Kaynaklı Renklenmeler

İç kaynaklı renklenmeler genellikle daha derin iç lekeler veya mine kusurları nedeniyle görülür (19). Yaşlanma, mine mikro çatlakları, diş çürüğü (19), amalgam restorasyonlar, tetrasiklin türevi ilaç kullanımı, aşırı florür alımı, bebeklik döneminde şiddetli sarılık geçirilmesi, porfiria, amelogenesis/dentinogenesis imperfekta, mine tabakasının incilmesi, pulpa nekrozu, travma, kalsifik metamorfiz, kök kanal dolgusu, kök rezorpsiyonu gibi nedenler iç kaynaklı renklenmelere sebep olabilir (19, 22).

Fizyolojik yaş değişimi, dişlerin renklerinin koyulaşmasına sebep olur. Sekonder dentin tabakasının artışı, dış kaynaklı renklenmelerin oluşması ve minede görülen aşınmalar ile birlikte daha koyu diş rengi açıklanabilir. Ayrıca diş eti çekilmesi diş rengini doğrudan veya dolaylı olarak etkileyebilir (22).

İç kaynaklı renklenmeler düzenli profilaktik işlemlerle giderilemez ancak, kromojenleri oksitlemek için mine ve dentin içine nüfuz eden beyazlatıcı ajanlarla azaltılabilirler (19).

2.5. Diş Beyazlatmanın Mekanizması

Beyazlatıcı ajanlar genellikle değişen konsantrasyonlarda hidrojen peroksit (H_2O_2) (HP) veya bunun öncüsü olan karbamid peroksit (CP) içermektedir (19). Hidrojen peroksit, beyazlatma tedavisinin ana aktif bileşenidir (19); serbest radikallere ayrılıp mine ve dentin içine nüfuz eder ve dişte renk değişikliğine neden olan polimerik organik pigmentlerin oksidasyonunu sağlar (17). CP ise üre ve HP'e ayrılarak beyazlatma işleminin gerçekleşmesini sağlar (19). Karbamid peroksit, HP ve üre olarak parçalanır; HP konsantrasyonu, CP yüzdesinin yaklaşık üçte biri kadardır (80).

Diş beyazlatma ajanları içerisinde % 3-40 arasında değişen konsantrasyonlarda bulunan (19) HP; renksiz bir sıvıdır, sudan biraz daha visköz yapıdadır ve 34,01 g/mol'lük bir molar kütleyle sahiptir. Düşük moleküler

ağırlığından ötürü, dentin içine nüfuz edebilir ve burada oksijeni serbest bırakır; böylece organik ve dentin tübüllerinin içindeki bileşiklerin çift bağlarını kırabilir. Reaktif oksijen molekülleri ve hidrojen peroksit anyonları üreten güçlü bir oksitleyici ajan olarak işlev görür. Hidrojen peroksit vücudun normal işlevi sırasında da doğal olarak üretilir, kontrol edilir, kullanılır ve yok edilir. İnsan vücudu, glutatyon redoks döngüsü, katalaz, askorbat, süperoksit dismutaz, prostaglandin E1, glutatyon peroksidaz, E vitamini ve plazma peroksidazdan faydalanarak kendisini oksidatif strese karşı koruyabilmektedir (17).

Diş yapısı içinde renklenmeye sebep olan lekeler; sıklıkla heteroatomlar, karbonil ve fenil halkaları içeren, tek veya çift bağ içeren konjuge zincirli, kromofor olarak adlandırılan organik bileşiklerdir (9, 17). Diş beyazlatma mekanizması henüz tam olarak açıklanamamış olsa da kromoforların renginin açılması ve beyazlatma; konjuge zincirdeki bir veya daha fazla çift bağın parçalanması, konjuge zincirin ayrılması veya içindeki diğer kimyasal kısımların oksidasyonu ile gerçekleştiği bilinmektedir (9, 17). Kabul edilen teori, renklenmeye sebep olan moleküllerin renksiz bileşiklere oksitlenmesi şeklindedir (17).

HP çok çeşitli organik ve inorganik bileşikleri okside eder. Bu reaksiyonların mekanizmaları substrata, reaksiyon ortamına ve katalizöre bağlıdır. Sıcaklık, pH, ışık ve geçiş metallerinin varlığı dahil olmak üzere reaksiyon koşullarına bağlı olarak bir dizi farklı aktif oksijen türü oluşabilmektedir (9). Alkali koşullar altında, hidrojen peroksit ile beyazlatma genellikle perhidroksil anyonuyla (HO^{-2}) ilerler (9, 19). Diğer koşullarda ise, hidrojen peroksit yapısındaki O-H veya O-O bağının homolitik bölünmesiyle örneğin, $\text{H}^{\cdot} + \text{OOH}$ ve 2^{\cdot}OH (hidroksil radikali) verecek şekilde, serbest radikal oluşumu gerçekleşebilir (9).

Beyazlatma mekanizması üç farklı fazla anlatılabilir; ilk olarak beyazlatma ajanı diş yapısının iç tabakalarına ilerler, ikinci olarak renkli molekülle etkileşime girer ve son olarak diş yüzeyi, ışığı farklı yansıtacak şekilde değişir. Bu olaylar sonrasında dişin son renk değişikliği gerçekleşir. İdeal olarak, beyazlatma olayı işlemler sırasında sınırlı kalır, böylelikle diş yapısına zarar en aza indirilir (17).

Difüzyon: Diş beyazlatma, HP'in organik kromoforlarla etkileşime girmesi için mine ve dentin içine nüfuz etmesine dayanmaktadır. Diş sert dokuları, sıvılara yüksek oranda geçirgendir, mine ve dentindeki en fazla sıvı akışı sırasıyla, interprizmatik aralıklarda ve dentin tübüllerindedir. Bu nedenle, mine ve dentinin yarı geçirgen membran gibi davranması ve HP'in Fick'in ikinci difüzyon yasasına göre hareket etmesi beklenir. Buna göre, bir molekülün difüzyonu yüzey alanı, difüzyon katsayısı ve konsantrasyon ile doğru orantılı, difüzyon mesafesiyle ters orantılıdır (17).

Genel olarak HP penetrasyonunun, yüksek konsantrasyon (81-84), uzun süreli uygulama (82, 85), artan sıcaklık, (81, 85) genç bireylerdeki dentin tübül ağzlarının genişliği (86), dişin ağızdaki konumu (87), asitle pürüzlendirme (88) ya da restorasyonlar (89) ve ışık aktivasyonu ile arttırıldığı bulunmuştur (17). Penetrasyon, ayrıca özel formülasyonlar ve dağıtım sistemleriyle geliştirilmiştir (17, 90-93). Ancak, bu çalışmaların klinik önemi açık değildir, çünkü ağız boşluğunun dinamikleri tam olarak taklit edilememiştir; özellikle, vital dişerin pulpal basıncının varlığı gözardı edilmemelidir (17). Bununla birlikte, özellikle aşırı duyarlılık, dişeti çekilmesi, aşınma, servikal abrazyon ve restorasyonlarında sızıntı ve potansiyel olarak yan etkiler ve sitotoksik etkiler nedeniyle, HP'in pulpa dokusuna nüfuz ettiği noktaya kadar verimin arttırılması amaçlanmıştır (17).

HP'in mine ve dentin içine difüzyonu ve dentin yapısı ile etkileşimi arasındaki ilişkinin, difüzyonun sadece fiziksel geçişi ile değil, her diş dokusu için özel kimyasal afinitesi ile belirlenen bir konsantrasyon gradyanıyla sonuçlandığını göstermiştir (94). Özellikle, hidrojen peroksit difüzyon sırasında sadece kromoforlarla değil, aynı zamanda sağlam diş yapısıyla da etkileşime girer. Bu nedenle, beyazlatma etkinliğinden ödün vermeden optimum konsantrasyon ve uygulama zamanlarını, pulpanın hidrojen peroksit ile penetrasyonunu en aza indiren protokolleri belirlemek gerekmektedir (17).

Etkileşim: Geleneksel olarak, diş beyazlatma mekanizması, temel olarak hidrojen peroksitin diş yapısı içindeki organik kromoforlarla etkileşime dayanan "kromofor teorisi" ile temsil edilmektedir. Organik kromoforlar, elektron

bakımından zengin bölgelere sahip aromatik bileşikler gibi konjuge pi sistemlerinden veya şelatlar gibi biyoinorganik metalik komplekslerden oluşan renkli moleküllerdir(95). Reaktif oksijen türleri, renklenmeye neden olan pigment moleküllerle karşılaştığında, zincirlerini daha basit yapılara dönüştürürler veya görünümünü azaltacak şekilde optik özelliklerini değiştirirler (17). Bu reaksiyonlar ayrıca orijinal pigment moleküllerden daha fazla polar ve daha düşük moleküler ağırlıkta ürünler vereceklerdir, bu da renklenmelerin nemli bir ortamda çıkarılmasını kolaylaştıracaktır. Beyazlatıcı ajanın pigment moleküllerle nasıl etkileşime girdiği henüz belirlenmemiş olsa da, kimyasal oksidasyonun dahil olduğu düşünülmektedir. Bu nedenle, pH, kimyasal aktivatörler, sıcaklık ve çeşitli dalga boylarında ışık aktivasyonunun rollerini anlamak önemlidir (17).

Bozunma hızı ve oluşan aktif oksijen türü, peroksite sıcaklığına ve konsantrasyonuna, ayrıca pH'a ve yardımcı katalizörlerin ve metalik reaksiyon ortamlarının varlığına bağlıdır (96). Ayrıca, hangi kimyasal bağın ayrıldığına bağlı olarak hidrojen peroksit reaktif oksijen molekülü artışına sebep olabilir. Bunlar, hidroksil radikalini, hidroperoksil radikalini, hidroperoksil radikal anyonunu, süperoksit radikal anyonunu ve süperoksit radikal katyonunu içerir. Nemli bir ortamda, peroksil radikali, süperoksit radikaliyle dengede olacaktır. Hidrojen peroksitten üretilen reaktif oksijen türleri, pH ve metal katyonların varlığı gibi faktörlere bağlıdır. Bu oksijen reaktifleri genellikle biyolojik moleküllerden hidrojen atomlarını çıkarabilirler. Bu tür kimyasal reaksiyonlar biyolojik membranlara zarar verebilir, ancak pigment moleküllerin bozulmasına da neden olabilir (17).

Yüzey değişikliği: Pürüzlü bir yüzeyde daha dağınık yansıma meydana gelir ve nesne daha parlak görülür; pürüzsüz bir yüzey daha speküler yansımalara yol açar ve mavimsi-beyaz renkli yansımalara sebep olan kısa dalga boylu geri yansımaları artırır. Bu da dişlerdeki ışık yansımada ve renk algısında önemli rol oynar (5, 17).

Beyazlatma sonrası yüzey pürüzlülüğünde bir artış olması beklenmese de, pürüzlülüğün arttığı yerlerde, ışık yansıma spektrumunda artış gerçekleşir ve sonuçta dijital rengin daha iyi görülmesine neden olabilir (17, 97-99). Beyazlatma sonrası yüzeydeki gelişmiş yansıma, sırayla, erken çürük lezyonlarda da görülebileceği gibi,

mineyi daha opak hale getirecektir (17, 100-102). Diş beyazlatma sırasında oluşan demineralizasyonun beyazlatma etkisine katkıda bulunabileceği ileri sürülmüştür (17, 97, 103-105). Bu olasılık, diş beyazlatma işleminden sonra artan mineral alımına bağlı olarak renk regresyonu (geri dönüşü) ile desteklenmiştir (106).

Minenin kimyasal bileşimi ve kristalografisi ile diş rengi arasındaki ilişkiyi değerlendirilen bir çalışmada, diş rengi (hue) tonu, mine içindeki hidroksiapatit (HA) kristallerinin büyüklüğü ile ilişkililikten; doyunluk (*chroma*), bu HA kristallerinin karbonizasyonu ile ilişkili bulunmuştur ve açıklık (*lightness*) ise hem HA kristallerinin büyüklüğü hem de karbonizasyonu ile ilişkilendirilmiştir (107).

Optik olguyu geliştirmek için uygulanan diğer yenilikçi yaklaşımlarla, kovarin gibi kimyasalları, beyazlatıcı ajanlar içine ekleyerek dişin optik özelliklerinin değiştirilmesi amaçlanmıştır (108). Bunun sonucunda mavi kovarinin, sarı mavi eksende doyunlukta büyük bir negatif kaymaya sebep olduğu ve beyazlık indeksini arttırdığını gösterilmiştir (108). Dişlerin optik özelliklerinde meydana gelen değişiklikleri değerlendiren tüm çalışmalar, diş beyazlatmada kabul edilen “kromofor etkisinin” sürdürülemediğini göstermektedir. Diş beyazlatma ile ilişkili etkileşimlerin ve optik değişikliklerin karmaşıklığını yansıtacak şekilde bu teoriyi değiştirmenin gerekli olduğu belirtilmiştir (17).

2.6. Beyazlatma Tedavisinin Endikasyonları/Kontrendikasyonları

2.6.1. Endikasyonlar

- Yaygın renklenmeler
- Yaşlanma
- Sigara, çay ve kahve gibi diyetel renklenmeler
- Daha estetik bir görünüm arayışındaki hastalar (düğün, mezuniyet, nişan vb. gibi kişisel aktiviteler öncesi)
- Florozis

- Tetrasiklin renklenmeleri
- Restoratif tedavilerden önce ve sonra
- Veneer kron öncesi devital ve koyu dişler (109)

2.6.2. Kontrendikasyonlar

- Çok geniş pulpalı ve hassas dişler
- Geniş restorasyonlu, çatlak, kırık ve metalik lekeli dişler
- Süt dişleri
- Şiddetli dişeti hastalıkları olan bireyler
- Dentin ve sementin ekspozе olduğu durumlar.
- Peroksite veya kullanılan malzemelere alerjisi olan bireyler
- Yüksek beklentileri olan hastalar
- Çürük ve peri-apikal lezyonlar
- Hamilelik ve laktasyon dönemindeki hastalar
- Diş hassasiyeti, çatlaklar ve ekspozе dentin varlığı
- Gülümseme hattında geniş restorasyonlar ve kronlar
- Görülebilir diş eti çekilmeleri ve sarımsı kök yüzeylerinin açığa çıktığı yaşlı hastalar (109)

2.7. Vital Beyazlatma Yöntemleri

Beyazlatma tedavileri, vital ve devital dişlerde uygulanmalarına göre sınıflandırılabilir. Vital dişlerde uygulanan beyazlatma teknikleri; klinikte hekim kontrolünde uygulanan ofis tipi beyazlatma, diş hekimi kontrolünde klinik dışında

uygulanan ev tipi beyazlatma ve tezgah üstü ürünleri içermektedir. Bu teknikler ayrı ayrı uygulanabileceği gibi kombine olarak da kullanılabilir.

2.7.1. Ev Tipi Beyazlatma

1989 yılında tanıtılan ev tipi beyazlatma, diş hekimi tarafından hastaya özel olarak hazırlanmış plaklar yardımıyla daha düşük konsantrasyonlu beyazlatıcı jel ile uygulanan beyazlatma yöntemidir. %5-35 karbamid peroksit ya da %2-10 HP içeren beyazlatma ajanlarının rezervuarlı ağız plakları ile günde 6-8 saat arasında değişen sürelerde 2-6 hafta kullanılması esastır (110, 111).

Ev tipi beyazlatma tedavisi, uygulama kolaylığı, ışık aktivasyonuna gerek duyulmaması, daha az peroksit konsantrasyonu, hastanın klinikte geçirdiği zamanın kısılması ve daha düşük maliyet gibi bir takım avantajlar sunmaktadır (19).

Ev tipi beyazlatmanın yaygın ve koyu diş renklemelerinde daha etkili ve güvenilir olduğu bildirilmiştir (112). Ofis tipi ve ev tipi beyazlatma yöntemlerinin etkinlik derecesi benzer olsa bile, ofis tipi beyazlatma tedavisinde geri dönüşün daha hızlı olduğu bildirilmiştir (111, 113). Bazı yazarlar ev tipi beyazlatma tedavisinin ofis tipi protokole göre daha etkili ve daha stabil sonuçlar verdiğini söylerken (114), işlemden hemen sonrası ve uzun dönem takip sonuçlarının benzer olduğu da rapor edilmiştir (115, 116).

Ev tipi beyazlatma en sık önerilen tedavi seçeneği olsa da; etkili sonuçlar almak için hastaların 2-3 hafta gibi uzun bir süre plak kullanmalarının gerekmesi ve tedavi süresinin uzaması, jelin tadını beğenmemeleri, öğürtü refleksi, mide tahrişi gibi nedenlerle hasta işbirliğinin nispeten düşük olması ve profesyonel kontrolün yeterli olmaması gibi bazı dezavantajları beraberinde getirmektedir (80). Ayrıca kullanılan plaklar sebebiyle, hastalarda minör ortodontik hareketler, temporomandibuler disfonksiyon ve boğaz ağrısı da, az görülen yan etkiler olarak literatürde belirtilmiştir (8).

2.7.2. ‘Tezgah Üstü’ Vital Beyazlatma

Diş hekiminin danışmanlığı ve kontrolü olmadan hastanın eczane, internet ve marketlerden ulaşabildiği ‘Tezgah Üstü’ (*over-the-counter*) beyazlatma ürünleri ile yapılan beyazlatmadır. Diş üzerine yapışan bantlar, prefabrik plaklar, sakızlar, ağız gargaraları, diş macunları, diş üzerine sürülen cilalar gibi çeşitli sistemlerden oluşmaktadır (117, 118). Kolay, ucuz ve düşük hidrojen peroksit (% 3-6) veya karbamid peroksit içeren daha az komplike sistemlerdir (118). Bazı *in vitro* (119-122) ve *in vivo* (123-125) çalışmalar, beyazlatıcı diş macunlarının etkinliğini rapor ederken (126), farklı beyazlatıcı özellikte ve normal dişmacunlarını karşılaştıran yakın zamanlı bir çalışmada ise, kontrol grubuyla herhangi bir farklılık gözlenmediği bildirilmiştir (126).

2.7.3. Ofis Tipi Beyazlatma

Ofis tipi beyazlatma tedavileri, yüksek konsantrasyonlu (% 25- 40) HP veya CP içeren bir pat veya jel formunda ticari ürün ile klinikte hekimin uyguladığı beyazlatma yöntemidir (19). Yüksek HP konsantrasyonuna bağlı olarak, gingival doku rubber-dam ya da dişeti için özel olarak tasarlanmış ışıkla polimerize olan rezin içerikli dişeti bariyerleri ile korunmalıdır (14).

Ofis tipi beyazlatma, geniş renklenmeler ya da tek dişi etkileyen renklenmelerde, ev tipi beyazlatma için yeterli zamanı olmayan hastalarda, tedavi süresinin kısılması, ev tipi beyazlatmada kullanılacak plağı ya da jelin tadını tolere edemeyen kişilerde ve uyumsuz hastalarda hızlı tedavi istendiğinde iyi bir alternatiftir (14). Buna ek olarak, hastanın maruz kaldığı yan etkileri en aza indirirken, çevre yumuşak dokuların korunması, beyazlatma ajanının yutulmasının önlenmesi gibi büyük avantajlar sağlamaktadır (12).

Ofis tipi beyazlatmanın dezavantajları, kullanılan yüksek konsantrasyonlu HP’in kostik etkisi, uzun seanslar gerektirmesi ve buna bağlı maliyetlerin artışı olarak bildirilmiştir (8, 14).

Ofis tipi beyazlatmada hızlı sonuçlar elde edilmesine rağmen, tek seans uygulama ile diş beyazlığında optimum sonuçlara ulaşılamayacağı ve ilave beyazlatma seanslarının gerekli olabileceği vurgulanmıştır. En iyi sonuçları elde etmek için, uygulamanın bir randevu sırasında birkaç kez tekrarlanması veya birden fazla randevu gerekebilmektedir. Ayrıca ev tipi beyazlatma işlemi sonrası bir tür takviye tedavi olarak uygulanabileceği gibi, klinikte hemen elde edilen sonuçlar ile hastanın motivasyonunu artırmak için önce ofis tipi beyazlatma uygulanıp ev tipi beyazlatma tedavisi ile de devam edilebilir (14). Ev tipi ve ofis tipi beyazlatma yöntemlerini karşılaştıran yakın zamanlı bir meta-analizde yöntemler arasında diş hassasiyeti ya da beyazlatma etkinliği açısından fark bulunmadığı rapor edilmiştir (127).

2.8. Beyazlatma Ajanlarının İçerikleri

Mevcut beyazlatma maddeleri hem aktif hem de aktif olmayan bileşenler içermektedir. Aktif bileşenler HP veya karbamid peroksit bileşiklerini içerir (19). Kıvamlaştırıcılar, taşıyıcılar, sürfaktan veya pigment dağıtıcılar, koruyucu ve tatlandırıcılar aktif olmayan içeriklerdir.

Kıvam artırıcı maddeler: Karbopol beyazlatma malzemelerinde en sık kullanılan kıvam artırıcı maddedir. Konsantrasyonu genellikle % 0,5 ile % 1,5 arasındadır. Bu yüksek molekül ağırlıklı poliakrilik asit polimeri iki ana avantaj sunar. Birinci olarak, beyazlatma malzemelerinin viskozitesini arttırarak beyazlatma jelinin kalıpta daha iyi tutulmasını sağlar. İkinci olarak ise, aktif oksijen salma süresini 4 kat arttırır (128).

Taşıyıcı: Ticari beyazlatma maddelerinde en yaygın kullanılan taşıyıcılar, gliserin ve propilen glikoldür. Taşıyıcı, nemi muhafaza edebilir ve diğer katkı maddelerinin çözülmesine yardımcı olabilir.

Sürfaktan ve pigment dağıtıcı: Sürfaktan veya pigment dağıtıcıları olan jeller, olmayanlardan daha etkilidir (129). Aktif beyazlatıcı maddenin dağılmasına izin

veren bir yüzey-ıslatma maddesi olarak işlev görür. Ayrıca, pigmentleri süspansiyon halinde korur.

Koruyucu: Metil, propilparaben ve sodyum benzoat yaygın olarak koruyucu maddeler olarak kullanılır. Beyazlatıcı ürünlerde bakteri gelişimini önlemektedirler. Buna ek olarak, bu ajanlar demir, bakır ve magnezyum gibi ara metalleri serbest bırakarak HP'in parçalanmasını hızlandırabilir.

Tat vericiler: Beyazlatma ürünlerinin tadını güzelleştirerek tüketicinin kullanımını kolaylaştırmak için kullanılırlar. Nane, nane mumu, keklik üzümü, taflan, anason ve sakkarin tat verici olarak kullanılmaktadır (19).

2.9. Isı ve Işıkla Aktive Edilen Beyazlatma Tedavileri

Elektromanyetik radyasyon kaynakları ilk kez 1937'de % 35 HP içeren beyazlatma jelini ısıtarak beyazlatmanın etkinliğini artırmak için Ames tarafından kullanılmıştır (130). Hidrojen peroksit içerikli jelin aktivasyonunu hızlandırmak için kızılötesi lamba kullanımı 1980'lerin başlarına kadar uzanmaktadır (15). Bu uygulama etkili bulunmuş olsa da, pulpa dokusunda oluşabilecek termal stresler sebebiyle geliştirilmesi gerektiği düşünülmüştür (15, 131).

Ofis tipi beyazlatmada kullanılan yüksek konsantrasyonlu HP, ısı ve ışık kaynaklarıyla aktive edilebilmektedir (14). Kuartz-tungsten-halojen (QTH) lambalar, plazma ark lambalar, LED (light emitting diodes), farklı dalga boylarında lazerler ve hibrit ışık kaynakları (LED/lazer), beyazlatma jelindeki hidrojen peroksitin ayrışma reaksiyonunu hızlandırmak için kullanılmaktadır (9, 14).

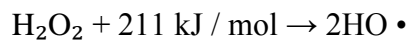
Mekanizmaların detayları ve bunların ışık ya da lazer ile ilişkisinin henüz açıklığa kavuşmamasına rağmen, HP ile birlikte ışık ya da lazer aktivasyonunun teorik avantajı, açığa çıkan ısı ile HP'in, oksijen serbest radikalleri oluşturması ve oksijenin ayrışma oranını arttırmasıdır. Böylece beyazlatma etkinliğini arttırabileceği düşünülmüştür (5, 14, 132).

Konuyla ilgili literatürde çelişkili sonuçlar (13, 16) bulunmaktadır ve henüz ışık aktivasyonunun, beyazlatma jelleri ile daha kalıcı veya daha etkili bir beyazlatma sağladığına ya da sağlamadığına dair kesin bir karara varılamamaktadır (15, 16). Nitekim, ışık cihazı aktivasyonu beklenen sonuca daha kısa sürede ulaşılması ve hastanın ofiste geçirdiği zamanın kısaltılması açısından büyük bir avantaj sağlamaktadır (1, 133).

2.9.1. Isı ile Aktive Edilen Beyazlatma Tedavileri

Beyazlatma işlemini hızlandırmak için, beyazlatıcı ajan, ısı ile aktive edilebilir. HP'in sıcaklığını artırmak için yüksek yoğunluklu ışık kullanımı Abbot tarafından 1918 yılında gerçekleştirilmiştir (134). Isıtılmış bir spatula ile uygulama (30-55°C) veya ekstra ısıtılmış bir beyazlatıcı jel uygulaması da açıklanmıştır (135, 136).

Hidrojen peroksitten hidroksil radikallerinin serbestleşmesi, aşağıdaki denkleme göre sıcaklık artışı ile hızlandırılır;



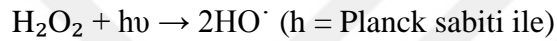
10 ° C'lik her sıcaklık artışı için hidrojen peroksitin parçalanma hızında 2,2 kat artış görülmektedir. Hidroksil radikallerinin artışıyla (termokataliz), beyazlatma etkinliğinde bir artış düşünülebilir. Bununla birlikte, sıcaklık artışıdaki yararlı aralık, dental pulpaya zarar gelmesi nedeniyle sınırlıdır (14).

2.9.2. Işık ile Aktive Edilen Beyazlatma Tedavileri

Beyazlatma jeli ışıkla aktive edildiğinde, ışık enerjisinin küçük bir parçası emilir ve ısıya dönüştürülür. Büyük olasılıkla, ışıkla aktive olan beyazlatma işlemlerinin ana mekanizması bu şekildedir. Sonuç olarak ısıya dönüşen enerji artışı için ışık emiliminin artması istenmektedir (14).

Işık Emilimi ve bunun bir sonucu olarak ısı dönüşümünün artması amacıyla beyazlatma ürünlerine karoten gibi spesifik renklendiriciler eklenmektedir. Karotenin turuncu-kırmızı rengi mavi ışığın emilimini artırır. Kırmızı ve kızılötesi ışığın emilimini arttırmak için, nm veya daha düşük μm ölçeğindeki küçük silika parçacıkları eklenebilir ve bu da beyazlatma ürünlerine mavimsi bir görünüm kazandırır (14).

HP'ten hidroksil radikallerinin salınması ışıkla doğrudan uyarılma (fotoliz) yoluyla da mümkündür. Belirli bir frekanstaki ışığın absorbe edilmesiyle HP iki hidroksil radikale parçalanır (14).



Gerekli enerji ancak 248 nm ve daha düşük dalga boylu, yüksek frekanslı bir ışıkla sağlanabilir, bu da ağız boşluğunda kullanımını imkansız getirmese de zorlaştırır (14).

2.10. Beyazlatmada Kullanılan Işık Kaynakları

Beyazlatma uygulamalarında, jellerin aktivasyonu için, kuartz-tungsten-halojen (QTH) lambalar, plazma ark lambalar, LED (light emitting diode) ışık kaynakları, farklı dalga boylarında lazerler ve hibrit (LED/lazer) cihazlar gibi ışık kaynakları beyazlatma jellerinin aktivasyonu için önerilmektedir (14).

Genellikle, QTH ve plazma ark lambaları, UV ve IR radyasyonun canlı hücreler üzerindeki olası yan etkilerini azaltmak ve yayılan dalga boyu aralığını 400-580 nm' ye daraltmak için, filtrelerle donatılmıştır. Optik filtrelerin, gelen radyasyonu belirli bir aralıkta tamamen bastıramayacakları açıktır. Bu nedenle, QTH ve plazma ark lambalarındaki IR-filtresi ile IR'nin baskılanması tam değildir ve IR'nin bir kısmı hala yayılmaktadır. QTH ve plazma ark lambaları kullanılarak doğrudan yayılan IR radyasyonu, yayılan görünür ışığın emilimine ve ısı dönüşümüne katkıda bulunur ve ek bir pulpal sıcaklık artışına yol açabilir (14, 137).

Işıkla aktive edilen beyazlatma tedavisi için pazarlanan çoğu ışık sistemi, beyazlatma için ekstra bir ayara sahip olan (beyazlatma modu) rezin polimerizasyonu için kullanılan ışık kaynaklarıdır. Beyazlatma işlemleri için özel olarak tasarlanmış ışık sistemleri, tüm dental arkın ya da birden fazla dişin aktive edilebileceği şekilde dizayn edilmiştir (14).

Beyazlatma amaçlı lazer sistemlerinin etki mekanizması, dalga boyuna, radyasyonun gücüne ve uygulama moduna bağlıdır. Beyazlatma uygulamaları için kullanılan lazer sistemleri genellikle lazer ışınının odak noktasını genişleten bir aplikatör ile kullanır, böylece lazer ışığı birkaç dişin yüzeyine yayılır. Sonuç olarak, lazer ışınının bazı spesifik özellikleri kaybolur, ancak doku hasarı riski azalır. Jelin (veya dişin) yüzeyindeki birim alan başına düşen güç, geleneksel QTH lambaları veya plazma ark lamba sistemleri aralığında veya daha düşük olabilir (14).

Işığın diş dokusundaki absorpsiyon özellikleri, lazer ve ışıkla aktifleşen beyazlatmayla ilişkili risklerin değerlendirilmesinde yardımcıdır. Su ve diş mineralinde yüksek emilim katsayısına sahip dalga boyları, ısı dönüşümünün gerçekleştiği diş yüzeyinde absorbe olur. Bu dalga boyları, 3000 nm civarında, diş sert dokusunun derinine nüfuz eder ve bu nedenle canlı pulpa için büyük bir tehdit oluşturur. Kırmızı ve kızılötesine yakın spektral aralıktaki ışık tamamen farklı davranır, çünkü bu dalga boyu aralığı biyolojik dokuya daha kolay nüfuz eder. Bu spektral aralıktaki ışık, diş sert dokusunun daha derinine nüfuz edebilir ve bu da pulpal dokuya termal zarar verme olasılığını artırır. Görünür spektrumda, mor ışık daha yüksek saçılma nedeniyle biyolojik dokuda kırmızı ışıktan daha kolay absorbe olur. Görünür ışığın diş sert dokusuna nüfuz etme derinliği, azalan saçılma katsayıları nedeniyle mor, mavi, yeşil, sarı, turuncu ve kırmızı olmak üzere sırayla azalır (14).

Görünür ışığın ısıya dönüştürülmesinin sadece ilgili fotonların emilmesi durumunda mümkün olabileceğine dikkat edilmelidir. Beyazlatma jeline, diş sert dokusunda veya pulpal dokuda oluşacak sıcaklık artışı, maddenin kendisine ve dalga boyuna göre değişen ışık absorpsiyonuna bağlıdır (14).

Lazer sistemlerinin etkinliği ve güvenliği açısından atım modu önemli bir parametredir. Atımlı lazer sistemleri, milisaniye ya da daha kısa bir sürede çok yüksek güç yoğunluğu oluşturmaktadır. Atım süresi ve tekrarlamaya oranının uygun seçimiyle, atımlar arasında yeterli bir "soğuma" süresi sağlanır ve ısı kaynaklı termal doku hasarı en aza indirilebilir. Bu nedenle, atımlı lazer sistemleri, sürekli dalga lazer (*continuous wave lasers*) sistemlerine göre daha doku dostudur (138, 139).

ışıkla aktive beyazlatma tedavilerinde kullanılan LED sistemleri genellikle yan yana monte edilen çok sayıda LED'lerden oluşur. LED ışıklar, 20-80 nm bant genişliğine dağılan ışık yayar. Bu nedenle LED'ler, monokromatik lazerler ile QTH ve plazma ark lambaları gibi geniş bant aralığındaki ışık kaynakları arasında yer alır. ışıkla aktive edilen beyazlatma için mevcut olan sistemlerde kullanılan LED'lerin emisyonu mavi aralık içindedir ve QTH veya plazma ark lambaları kadar IR spektral aralığına uzanmaz. Bu nedenle, ışıkla aktive edilen beyazlatma için mevcut LED sistemleri, ilave bir IR filtresi ile donatılmamıştır. Ancak, kaçınılmaz olarak LED'lerle birlikte gelen IR emisyonunun bir kısmı hala mevcuttur, çünkü kullanılan LED'in emisyon spektrumunun "kanatları" IR bölgesine yayılır. LED sistemlerinden kaynaklanan termal pulpa hasarı kesinlikle göz ardı edilmemelidir ve özellikle yüksek güçlü LED'lerin uzun süre kullanımında dikkate alınmalıdır (14).

2.11. Lazerler ile İlgili Genel Bilgiler

"Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation" kelimelerinin baş harflerinden oluşan "LASER" terimi, dilimize 'lazer' olarak geçmiştir ve "radyasyon salınımının (emisyonunun) uyarılması ile ışık şiddetinin arttırılması" anlamına gelmektedir. 1916'da Albert Einstein (140) tarafından ortaya konulan "Kuantum Teorisi"ne dayanmaktadır. Einstein, eğer uygun boyuttaki foton, ışığı oluşturana en küçük parçacık, daha önce uyarılmış bir atoma çarparsa, aynı boyutta başka bir foton yayabilceğini ileri srmştir. Bu teori, radyasyonun kendiliğinden ve uyarılmış salınımı teorisinin gelişiminin temelini oluşturmuştur. Enerji yüklenen atom sayısı arttıka daha fazla sayıda birbirine eř yeni fotonlar meydana gelir ve böylece ışık amplifikasyonu (oğalımı) oluşur ve bu da lazer ışınını oluşturur.

1960'da Maiman tarafından (ruby) yakut kristali ile yapılan ilk çalışan lazerin tanıtılmasıyla, lazer sistemleri ile ilgili diş hekimliği pratiğinde birçok farklı alanda çalışmalar yapılmıştır (141). 1961'de, neodmiyum lazer, daha sonraları farklı dalga boylarında lazer sistemleri geliştirilmiştir (142-144). 1962'de, argon lazer; 1964 yılında, CO₂ lazer tanıtılmıştır. Günümüzde diyot lazerler diş hekimliği alanında yoğun bir şekilde kullanılmaktadır (141, 145).

Sert dokuda uygulanan CO₂, Neodmiyum Yttrium Alüminyum Garnet (Nd: YAG); hem sert doku hem de yumuşak doku uygulamaları sunan Er: YAG gibi sert doku lazerleri bulunmaktadır. Bunların yüksek maliyetleri ve diş pulpasının termal olarak zarar görme potansiyeli nedeniyle kullanımları sınırlıdır (146, 147). Diğer yandan soğuk veya yumuşak doku lazerleri olarak adlandırılan, sık kullanılan kompakt, düşük maliyetli cihazlar olan yarı iletken diyot cihazlarına dayanan, düşük seviye lazer tedavisi (LLLT) veya 'biyostimülasyon' amacıyla kullanılan lazerler bulunmaktadır (148). Konvansiyonel yöntemlere göre kolaylık, verimlilik, özgüllük, rahatlık ve maliyetten ötürü, lazerler diş hekimliğinde çok çeşitli (149-152) tedaviler için endikedir (141).

Lazer ışığının oluşturulması, ışığın güçlendirilmesi, lazer cihazında bulunan 'aktif ortam' adı verilen kimyasal elementler, moleküller veya bileşiklerden oluşan optik bir alanda meydana gelir. Lazer ışığının temeli, atomların farklı enerji düzeylerine sahip yörüngeleri arasındaki elektron geçişine dayanmaktadır. Aktif ortamın yapısını oluşturan atomların en son yörüngelerindeki elektronlarına, dışarıdan enerji verilerek, daha kararsız olan bir üst yörüngeye çıkarılır, enerji kesildiğinde, kazanmış olduğu enerjiyi foton şeklinde yayar ve elektron tekrar kararlı konumu olan, bir alt yörüngeye geçer. Yayılan foton enerjisi, aktif ortamda bulunan aynalar sayesinde tekrar yansır. Fotonların diğer uyarılmış atomlara çarpmasıyla "uyarılmış salınım" süreci başlar. Tekrar tekrar uyarılma ve paralel aynalar sayesinde aynı fazda fotonlar toplanır. Böylece birbiriyle aynı fazda aynı frekansta ve aynı yönde, şiddeti artarak uyarılmış, uyarılan atom frekans karakterini taşıyan tek dalga boyunda monokromatik lazer ışığı oluşur ve aktif ortamda aynalar sayesinde yönlendirilir. Böylece, ışık bir dağıtım cihazında birleştirilebilir. Lazer ışığının oluşum esası, milyonlarca küçük enerji paketçikleri olan fotonların, çok dar bir

hüzme halinde, aynı yönde, hem yan yana hem de art arda birleşmesidir (153) . Işık, dalgalar halinde sabit hızla hareket eden, elektromanyetik enerji formudur (149). Lazer ışığı, normal ışıktan farklı olarak, aynı fazda, monokromatik (tek renkli), paralel, dağılmayan, aynı yönlü, yüksek güç yoğunluğuna ve enerjiye sahiptir. Lazer ışınının en önemli özelliği, hedeflenen tek bir noktaya odaklanır, dağılmaz ve diğer ışık kaynakları gibi farklı dalga boylarını barındırmaz (143).

Genellikle lazerler, aktif ortamında bulunan gaz, kristal veya katı halde yarı iletken maddelerle isimlendirilir. Örneğin, gaz yapıda lazer sistemleri Argon ve CO₂ lazerlerdir. Aktif ortamında katı kristal bulunan lazerlere Erbiyum (Er) YAG veya Neodymium (Nd) YAG'daki yttrium, alüminyum ve garnet (YAG) örnek olarak verilebilirken; katı halde yarı iletken bulunanlara örnek olarak ise Diyot lazer gösterilebilir. Bazı medikal lazer cihazlarda ise sıvı aktif ortam mevcuttur (143, 154).

Lazer ışığı, optik özelliklerine bağlı olarak hedef doku ile dört olası etkileşime geçebilir (155, 156). Emilim (Absorption), geçme (Transmission), Yansıma (Reflection) ve Saçılma (Scattering) (132).

Emilim (Absorption) : Lazer enerjisinin amaçlanan hedef tarafından emilmesidir. Absorbe edilen enerji miktarı, pigmentasyon ve ışık emici maddelerin (yani, kromoforlar) varlığı, kullanılan lazer dalga boyu ve lazer emisyon modu gibi özelliklere bağlıdır. Işık emilimi, fototermal etkiler (ısı emisyonu), floresan (ışık emisyonu), foto oksidasyon (foto-beyazlatma) veya fotodinamik etkiler olmak üzere bir dizi fotokimyasal olayla sonuçlanabilir (132).

Geçme (Transmission): Lazer enerjisinin hedef üzerinden iletilmesidir. Bu, lazer enerjisinin hedef tarafından absorbe edilmemesi, bunun yerine zararsız bir şekilde geçmesi nedeniyle oluşur. Bu etki kullanılan lazerin dalga boyuna ve hedef dokunun optik özelliklerine büyük ölçüde bağlıdır (132).

Yansıma (Reflection): Işık huzmesinin, hedef üzerinde bir etkisi olmadan hedef yüzeyinden yansımastır. İki yansıma modeli vardır; speküler yansıma ve dağınık yansıma. Gelen ışığın çok çeşitli yönlerde yansıdığı dağınık yansımaların

aksine speküler yansıma, ışığın bir yüzeyden ayna benzeri mükemmel yansımasıdır. Speküler ve dağınık yansıma arasındaki ayrımın bilinen bir örneği, parlak boya ve mat boya arasındaki bitirme farkıdır. Yüzeyin mikroskopik olarak pürüzlü veya pürüzsüz olması, kullanılan lazer dalga boyu ile orantılı olarak yansıma modeli üzerinde büyük bir etkiye sahiptir (132).

Saçılma (Scattering): Işığın hedef doku üzerinden birçok yönde yayılmasıdır. Bu etki lazer enerjisinin yoğunluğunu herhangi bir noktada azaltan bir özelliktir (132).

Lazer-doku etkileşimi, temel olarak seçilen lazer dalga boyunun, seçilen tedavi edilecek farklı dental doku üzerindeki etkilerine bağlıdır (157). Öncelikle etkileşim, dalga boyunun farklı dokuların spesifik kromoforlarına olan yakınlığı ile belirlenmektedir (157, 158). İntraoral yumuşak dokudaki birincil kromoforlar melanin, hemoglobin ve sudur (141). Dişin mine-dentin dokularının, ana kromoforları ise hidroksiapatit ve su içeriğidir (157).

Lazer, biyolojik dokularda fotokimyasal, fototermal, fotomekanik-fotoelektrik olmak üzere üç temel fotobiyolojik etki oluşturmaktadır;

Fotokimyasal Etkiler: Lazerin hedef dokuda herhangi termal bir etki oluşturmaksızın oluşturduğu kimyasal değişikliklerdir (159).

Fototermal Etkiler: Doku içerisinde oluşan ani ısı artışı ile termal etkiler görülür. Termal etki, hedef dokunun hidroksiapatit ve su içeriğine, bağlıdır ve komşu dokularda istenmeyen yan etkiler görülebilir (160).

Lazer ışığı dokuya temas ettiğinde oluşabilecek etkiler:

- 40-50 °C de enzimatik değişiklikler olur ve ödem gelişir.
- 60-65 °C nin üstünde kanın pıhtılaşması (koagülasyon) ve protein denatürasyonu görülür.

- 70-90 °C de dehidratasyon ve doku kaynaşması gözlenir.
- 100-150 °C de hızlı bir buharlaşma ile dokuda madde kaybı oluşur.
- 200 °C nin üzerinde ise dokuda karbonizasyon ve yanmalar görülür (159).

Fotomekanik ve fotoelektriksel etkiler: Fotomekanik etkiler, mekanik şok dalgaları sonucu oluşan hızlı termal genişleme (fotoablasyon) veya optik geri kırılmalar (fotodistrüpsiyon) olarak belirtilir. Fotoelektriksel etki ise, elektriksel şarjla dokunun uzaklaştırılması (fotoplazmoliz) olarak tanımlanır (159).

Lazer destekli beyazlatma işlemlerinde lazer ışığı, lazer-hedef etkileşimi gerektirdiğinden geleneksel ışıktan farklıdır (15). İlk etkileşim, beyazlatma jelinde fotokimyasal, fotokatalitik ve fototermal olarak; ikinci etkileşim ise dişte, bilhassa dentinde gerçekleşir. Beyazlatıcı jelin aktivasyonu, lazer ışığına duyarlı spesifik renklendiriciler eklenerek arttırılır. Lazerin beyazlatma jelinde oluşturduğu fototermal etki ile, jelde kontrollü ısı artışı meydana gelir ve HP'in ayrışmasına neden olur (15).

Yoğun ışık kaynakları ile ofis tipi beyazlatma tedavisinin bazı destekleyicileri, beyazlatma jellerine çeşitli renklendirici maddelerin eklenmesinin jelde ışığın emiliminin artmasına ve bunun sonucunda da pulpa dokusunun daha az ısınmasına neden olduğunu iddia etmiştir. Jeli ısıtmanın yanı sıra (fototermal etki), renklendiriciler fotodinamik reaksiyonlar gibi diğer fotokimyasal reaksiyonları da tetikleyebilirler (132, 161).

Beyazlatma işleminde, lazer ışığının beyazlatma jeli tarafından emilmesi gerekmektedir. HP, optik olarak açık renklidir; bu, görünür ışık dalga boylarını emme yeteneğinin çok düşük olduğu anlamına gelir; bununla birlikte ultraviyole, orta kızılötesi ve uzak kızılötesi ışığı absorbe ederek bozulmasına neden olabilir. Renklendirici bir ajan eklenmeden, HP'in görünür veya kızılötesi lazer ışığını büyük ölçüde absorbe etmesi beklenemez. Uygun kromoforları seçerek, bir dizi işlem tetiklenebilir. Emilen enerji, sıcaklığın yükselmesiyle orantılı olarak reaktif oksijen ürünlerinin (ROS) üretimini artıran bir miktar lokal ısınmaya sebep olur. Işığın

absorbe edilmesiyle jelde açığa çıkan ısı, jele bitişik olan dişte genel bir ısınmaya sebep olmasa da, pulpal doku seviyesinde termal strese neden olabileceğine dikkat edilmelidir. Farklı emici maddeler seçilerek, fotodinamik etkiler gibi diğer fotokimyasal işlemler elde edilebilir ve bu da daha yüksek reaktif oksijen ürünü seviyelerine yol açar. Ayrıca ışığın jelde emilmesi, diştten direkt geçen ve aynı ışık yolu üzerindeki dental pulpa dokusuna, mine ve dentine ulaşan ışık miktarını azaltır (132, 162).

Dentin, mine ve dental pulpanın ışığı emme özellikleri birbirinden farklıdır; ultraviyole ışık ve kızılötesi ışık sert dokularda daha iyi emilir ve bu da diş pulpasında termal stres riski oluşturur (132).

Yeşil ışık, en az emilen görünür ışıktır. Bu optik etki, komşu diş yapısına ısıtma ve/veya hasar vermeden, görünür yeşil ışığın etkin iletimini kullanılarak mineden, dişteki tetrasiklin komplekslerini hedef almak için, kullanılabilir. Yeşil ışığın tetrasiklin üzerindeki etkisi, foto oksidasyon veya direkt foto-beyazlatma olarak tanımlanabilir. Bu tür etkiler lazer destekli beyazlatma için ek bir değer sağlayabilir (132, 162).

Hedef doku ile reaksiyonu belirleyen temel lazer ışığı elementleri, lazer tarafından yayılan radyan enerjinin dalga boyu (nm), ışının güç yoğunluğu (birim alan olarak ölçülen bir santimetre kare cinsinden - W / cm^2) ve sürekli /atımlı iletim gibi atım hızı (Hz) ve atım süresi gibi ışın enerjisinin zamansal özellikleridir. Atımlı bir lazerle, watt cinsinden ortalama çıkan güçten bahsetmektense, Joule'deki atım başına düşen enerji miktarı hakkında konuşmak daha pratiktir ($1 J = 1W / s$). Diğer faydalı ayarlar, enerji yoğunluğu (J / cm^2) ve birim alandaki enerji miktarıdır (akıcılık). Bu faktörlere ek olarak, temas ile kontakt ve non-kontakt modu, odaklanmış/odaklanmamış çıkış modu ve lazer ışık demetinin çapı gibi, lazer enerjisinin nasıl iletildiğindeki farklılıklar ile ilgili başka değişkenler de vardır (132).

Lazerin dalga boyunun yanında, lazerin etki mekanizması, iletilen radyasyonun gücünden ve çalışma şeklinden büyük ölçüde etkilenir. Uygulama modu, hedefin ısınma dinamiğini etkiler; yani, sürekli dalga modunda darbeleri

moddan daha fazla ısı açığa çıkar. Düşük ışınımlarda ve / veya enerjilerde, lazer-doku etkileşimleri ya tamamen optiktir veya fotobiyostimülasyonun, fotokimyasal ve optik etkilerin bir kombinasyonudur. Lazer gücü veya atım enerjisi arttığında, fototermal etkileşimler baskın olmaya başlar. Atımlı lazerler çok kısa sürede çok yüksek güç yoğunlukları yaratabilir ve bu da fotoablasyona yol açabilir (12, 14, 163). Fotoablasyon, beyazlatıcı bir jelde istenmeyen bir etkidir (132).

Yukarıda anlatılan özelliklerin yanı sıra, beyazlatma etkinliğini arttırmak için bir lazer dalga boyu seçerken, ışığın hedef dokudaki "soğurulma" özelliğini (dalga boyuna ve hedefe bağlı olan) ve lazer enerjisinin ne kadarının ısıya dönüştüğünü göz önünde bulundurmak gerekmektedir. Fotonların emilmesi, beyazlatma ürünüde, diş sert dokularında ve / veya pulpada meydana gelen sıcaklık yükselişini etkileyecektir. Lazer ile jelin özellikleri arasında, yani emme spektrumunu ve rengini etkileyen parametreler arasında uyum olmalıdır. Jelin diş üzerindeki kalınlığı ve oluşan radikallerin düzenini etkileyen pH değeri de dikkate alınmalıdır (132).

Fotokimya

Bir molekül, kararlı durumundan yalnızca belirli enerji farkına tam olarak karşılık gelen fotonlar ile ışındığında fotonları absorbe edebilir ve uyarılmış duruma yani daha yüksek bir enerji seviyesine çıkar. Spektrum, moleküller tarafından spesifik enerji fotonları emildiğinde ortaya çıkar. Molekül, ışığı/fotonları absorbe ettiğinde, daha yüksek enerjili yörüngedeki elektronu sayesinde 'tekli uyarılmış' duruma geçer. Uyarılan elektronun, elektron eğrisindeki yörüngeler arası geçişi değiştirilerek molekül 'üçlü uyarılmış' duruma zorlanır ve daha fazla ışık / foton alabilir. Enerji fazlalığı, ısı emisyonu (titreşim) veya foton emisyonu (tekli uyarılmış moleküller için floresan ve üçlü uyarılmış moleküller için fosforesans) ile kaybedilir. Ayrıca, tekli veya üçlü uyarılmış haldeyken bazı moleküller, kararlı durumlarında mümkün olmayan bazı kimyasal reaksiyonlara daha duyarlıdır. Tüm bunlar birlikte fotokimya olarak açıklanır. HP esaslı beyazlatmanın arttırılması için fotokimyasal reaksiyonlar faydalı olabilir (132).

1. Isı Artışı ve Fototermal Etki

Beyazlatma jelini ısıtmak için özel tasarımı lambalar ve lazerler kullanılabilir. Kimyasal reaksiyonların yüksek sıcaklıkta daha hızlı gerçekleşmesi sebebiyle beyazlama etkinliği artar. 10°C'lik sıcaklık artışı, hidrojen peroksitin ayrışmasını 2,2 kat hızlandırabilir (14, 132). Ayrıca, sıcaklıktaki artış, peroksitin diş yapılarına daha iyi nüfuz etmesini sağlar (81). Lambalarda, elektrik akımının ısıya yetersiz dönüşümü nedeniyle ısı üretebilir (örneğin, lambalardaki tungsten teller ısı üretir). Daha direkt bir yaklaşım olarak, “soğuk” lambaların ve lazerlerin, fototermal etki ile hedef dokuda sıcaklık artışı yaratmasıdır. Işık, beyazlatıcı jelin veya diş yapılarının molekülleri tarafından emilir ve moleküler titreşimin gerçekleşmesini sağlar, bunun sonucu olarak da ısı artışına neden olur (81). Bu olayın gerçekleşebilmesi için, ışığın, molekülün absorpsiyon spektrumuna ve lambanın veya lazerin emisyon spektrumuna bağlı olarak moleküller tarafından absorbe edilmesi gerekmektedir. Ancak ısı artışının hedef dokunun dehidrasyonuna ve pulpanın geri dönüşümsüz hasarına yol açabileceği olasılığı nedeniyle dikkatli olunmalıdır (14, 164, 165).

2. Fotooksidasyon Etki ve Direkt Foto-Beyazlatma

Üçlü uyarılmış durumdaki moleküller, bir elektron kaybetmeye yani okside olmaya meyillidirler. Bu işleme “foto oksidasyon” denir. Bu olay kromoforlar için gerçekleştiğinde, π - π konjuge sistemleri bozulur ve sonuç olarak beyazlarlar, yani doğrudan foto-beyazlama işlemi gerçekleşmiş olur. Diş beyazlatma işleminde ışığın diş dokularına nüfuz edebilmesi gerekir (transmission). UV çok iyi foto-beyazlatma özelliklerine sahiptir, ancak dişlere iyi penetre olamaz ve yumuşak doku hasarı, yanma ve pulpa termal hasara neden olur. Su veya hidroksilapatit tarafından absorbe edilemediği için foto-beyazlatma için en uygun görünür ışık, yeşil ışıktır. Bu şekilde yeşil ışığı absorbe edebilen diş yapısındaki kromoforlara iyi penetre olabilir. Yüksek ışık yoğunluğundan dolayı, lazer ışığı foto-beyazlatma işleminde diğer ışık kaynaklarından daha etkilidir (14, 132, 166-168).

3. Fotoliz Etkisi

Fotoliz ya da foto-ayırışma olayı, molekül tarafından emilen bir ışığın kimyasal bir bağın bozunmasını ve bu molekülün parçalanmasını tetikleyen süreçtir. Bu şekilde HP, UV ışığını absorbe ederek iki hidroksil radikaline ($\text{HO}\cdot$) ayrışabilir. $\text{HO}\cdot$ çok daha güçlü bir beyazlatma maddesi olduğundan, beyazlatma uygulamasının etkinliği artar. Ancak, UV ışığını kullanırken dikkatli olunmalıdır (132, 169, 170).

4. Fenton Reaksiyonu ve Fotokataliz

Demir iyonları, sürekli oksidasyon ve redüksiyon ile hidroksil radikallerinin ($\text{HO}\cdot$) ve hidroperoksil radikallerinin ($\text{HO}_2\cdot$) üretimini katalizleyebilir. Bu reaksiyon 'Fenton reaksiyonu' olarak bilinir. Oluşan $\text{HO}\cdot$ dış beyazlatma işlemini güçlendirir. Bu reaksiyonun dezavantajı ise, eşmolar miktarda $\text{HO}_2\cdot$ (HP'den daha zayıf) oluşması ve $\text{HO}\cdot$ parçalanmasının da demir iyonları tarafından katalizlenmesidir. Fotokataliz bu sorunu çözebilir. UV ışığı ile aktif hale getirilen Fe^{+3} , sudan daha fazla $\text{HO}\cdot$ oluşumunu katalize edecektir. Bu işleme foto-Fenton reaksiyonu denir. Bu durumda, HP'nin fotolizi nedeniyle $\text{HO}\cdot$ da oluşacaktır. Yine, ağız ortamında UV ışığının kullanılması önerilmemektedir (132, 169, 170).

5. Fotodinamik Etki

Bu teknik, ışığa duyarlı kromoforların ışıkla uyarıldığı fotodinamik etkiye dayanmaktadır. Üçlü uyarılmış durumda, oldukça enerjik elektronlar salınabilir ve $\text{HO}_2\cdot$ $\text{HO}\cdot$ oluşturan O_2 ve H_2O_2 'yi indirgeyebilirler. Ayrıca, sistemler arası geçiş sırasında (singletten triplete kadar) kromoforlar, ortak moleküler oksijenin formu olan triplet oksijen ($^3\text{O}_2$) ile spin-yörünge birleşmesiyle tekli oksijen ($^1\text{O}_2$) oluşturacaktır. Toplamda, fotodinamik beyazlatma etkinliğindeki artış, en güçlü iki beyazlatma maddesinin, yani hidroksil radikal ve tekli oksijenin oluşumunu mümkün kılar ve dolayısıyla çok güçlü bir artıştır (132, 171-175).

2.12. Diş Beyazlatma Uygulamalarında Kullanılan Lazer Sistemleri

Lazerle aktive beyazlatma işleminin daha kısa sürede tamamlanması hasta konforunu artırır (133). Beyazlatma işlemi için kullanılan lazerler; Argon iyon, KTP, He-Ne, Diyot, Nd:YAG, CO₂, Er,Cr:YSGG ve Er:YAG lazerlerdir (14, 176).

Argon iyon lazer: (mavi) 488 nm dalga boylu argon iyon lazer, kırmızı renkli karoten sayesinde absorbe edilen, dişin sert dokularına sınırlı penetrasyon derinliği gösteren, düşük termal hasar oluşturma riski olan lazerlerdir. (Mavi-Yeşil) 514 nm dalga boylu argon iyon lazer ise hemoglobin, mineralize diş dokuları ve su tarafından düşük oranda absorbe edilirken, termal hasar oluşturma riski oldukça düşüktür.

KTP (potasyum titanil fosfat) lazer: Dalga boyu 532 nm (yeşil) olan KTP lazer, hemoglobinde yüksek oranda; su ve diş mineralinde düşük absorpsiyon özelliği gösterir. Diş sert dokularında orta penetrasyon kapasitesi gösterir. Günümüzde en etkili diş beyazlatma dalga boyu KTP lazer olarak gösterilmektedir (15).

He-Ne lazer (helyum neon) lazer: Dalga boyu 632 nm olan He-Ne lazer, diş mineralinde ve suda düşük; hemoglobinde ve pigmentlerde orta dereceli absorpsiyon gösterir. Diş sert dokularında daha derinlere penetrasyon gösterir.

Nd:YAG lazer (Neodmiyum yitriyum alüminyum garnet): 1064 nm dalga boylu Nd:YAG lazer, koyu pigmentlerce absorbe edilirken, diş mineralinde ve suda düşük absorpsiyon özellikleri gösterir. Derin diş sert dokularına nüfuz eder ve ısı artışıyla pulpada hasar riski oluşturabilir. CO₂ lazerlerden sonra en yüksek sıcaklık artışı, kullanılan beyazlatma jelinin renginden (transparan, kırmızı ve mavi) bağımsız olarak, Nd: YAG lazerlerde görülür.

Diyot lazer: 810-980 nm dalga boyundaki diyot lazerler, su ve diş mineralinde düşük; pigment dokularda yüksek absorpsiyon gösteren lazerlerdir. Sıcaklık artışıyla pulpada hasar oluşturabilir. Lazer ışığının uygulanan beyazlatma jeli tarafından seçici emillimiyle ışık penetrasyonunun diş dokularının derinlerine nüfuzunu önler (15).

Diyot lazerler, bazı alüminyum veya indiyum, galyum ve arsenik kombinasyonları kullanılarak yarı iletken kristallerden üretilmiş katı aktif lazerlerdir. Dental kullanım için mevcut dalga boyları, alüminyum içeren aktif ortam için yaklaşık 800 nm ile indiyumdan oluşan aktif ortam için 980 nm'dir (133).

Er,Cr:YSGG (Erbiyum kromiyum yitriyum, skandiyum galyum garnet) lazer: Diş mineralize dokularında (OH⁻) yüksek, suda çok yüksek absorpsiyon gösteren 2940 nm dalga boylu Er,Cr:YSGG lazerin diş sert dokularına olan düşük penetrasyon derinliği sebebiyle pulpada hasar oluşturma riski nispeten daha azdır.

Er:YAG (Erbiyum yitriyum alüminyum garnet) lazer: 2940nm dalga boyundaki, diş mineralinde (OH⁻) yüksek, suda en yüksek emilim gösteren Er:YAG lazerler, beyazlatma işlemi sırasında diş sert dokularına düşük penetrasyonu nedeniyle pulpada hasar oluşturma riski nispeten düşüktür. Er:YAG lazerin dalga boyu, ana bileşeni su olan beyazlatma jellerinde absorpsiyon gösterdiğinden, beyazlatma ajanının içerisine absorban partikül ilavesi gereksinimine gerek kalmaz.

CO₂ (Karbondioksit) lazer: 9400-10600nm dalga boyundaki CO₂ lazer, diş mineralinde (fosfat) en yüksek, suda yüksek absorpsiyon gösteren diş sert dokularına düşük penetrasyon kapasitesi gösterir. Pulpa hasar oluşturma riski, atımlı modda kullanıldığında göreceli olarak düşüktür (14). Amerikan Diş Hekimleri Birliği (American Dental Association, ADA) tarafından kontrollü klinik çalışmaların olmaması nedeniyle bu dalga boyu beyazlatma için onaylanmamıştır (15, 177).

2.13. LED Işık Cihazları ile İlgili Genel Bilgiler

Klinikte uygulanan beyazlatma tedavilerine ilgi arttıkça yeni teknolojiler geliştirilmektedir. LED teknolojisi, spektrumun görünür bölgesinde, düşük güç tüketimi ile ışık üreten HP'i aktive eden ışık cihazlardır (178, 179). LED'den gelen ışık, düzgün bir şekilde kutuplaşmış yarı iletken malzeme bağlantısını (kuantum efekti) geçerken enerji verilmiş elektron rekombinasyonu ile üretilir.

Halojen lambalarda ısınan metalik filamentin parlamasıyla oluşan ışıktan farklı olarak, LED de üretilen ışık dar bir bant genişliğine sahiptir (179-181). Bu nedenle LED, filtrelenmiş halojen ışıktan daha dar bir emisyon (yayıma) spektrumuna sahiptir. LED cihazları, kızıl ötesine yakın yayılan diyot lazerler ile birlikte uygun enerji yoğunluğu ile beyazlatılan dişlerin hassasiyetini azaltmak için kullanılmıştır. Bu çalışmalar, yakın kızılötesi lazerin pulpa dokusunun enflamatuvar tepkisini iyileştirebileceğini, pulpa hasarını azalttığını ve beyazlatma işleminden sonra ağrıyı hafifletebileceğini göstermiştir (179).

Farklı beyazlatma ajanlarının halojen, düşük güçlü diyot, LED, iki farklı dalga boylu Nd:YAG ve Er:YAG ışık cihazlarıyla aktive edilen çalışma sonucunda beyazlatma etkinliğinin kullanılan ışık kaynağının ajandan daha fazla önemli olduğu bildirilmiştir (182). Ayrıca LED ile fotoaktivasyonun en iyi tedavi seçeneği olduğu sadece küçük bir pulpal sıcaklık artışı görüldüğü ve renk değişikliğinde anlamlı farklılık gözlemlendiği rapor edilmiştir (182).

2.14. Vital Diş Beyazlatma Tedavilerinin Diş ve Çevre Dokularına Etkileri

Vital diş beyazlatma işlemlerinin diş rengi üzerindeki etkilerinin yanı sıra oral ortamdaki sert ve yumuşak dokular üzerindeki olumsuz etkileri literatürde bildirilmiştir. Diş hassasiyeti, diş eti veya mukozal irritasyon vital diş beyazlatma işleminin en yaygın yan etkileridir. Diş hekimleri, mevcut bilimsel kanıtlara dayalı olarak farklı beyazlatma yöntemlerinin faydaları ve riskleri hakkında hastalarını bilgilendirmek ve doğru teşhise dayalı en iyi tedavi seçeneklerini önermek için kendilerini eğitmelidir (8).

2.14.1. Renk Değişikliği

Diş renginin değişimi ve tekrar ölçülebilirliğini standartlaştırabilmek ve analiz edilebilmesi için CIELAB renk sistemi kullanılmaktadır. Ağız ortamı koşullarında ancak ΔE^* (renk değişimi) değerinin 3,3 ya da 3,6 den daha fazla

olması durumunda objektif algılanabilir renk değişiminden bahsedilebileceği rapor edilmiştir (19, 183).

Bir ışık cihazı ile aktive edilen ofis tipi beyazlatma tedavisinde, lazer cihazlarının diğer ışık kaynaklarından daha etkili olduğu řu anki literatür bilgileri ile söylenemez. Er:YAG, diyot lazer ve LED ışık cihazı aktivasyonu karşılaştırılan ofis tipi beyazlatma sistemlerinde renk değişiminin karşılaştırdığı bir *in vitro* çalışmada, renk değişimi açısından sistemler arasında anlamlı bir farklılık olmadığı belirtilmiştir (184). Aynı şekilde Nd:YAG lazer ve halojen ışık kaynağı aktivasyonunu karşılaştıran bir çalışmada benzer renk değişimi rapor edilmiştir (185). Halojen, infrared, argon lazer ve karbondioksit lazer ışık cihazlarının karşılaştırıldığı başka bir araştırmada ışık cihazlarının etkinliğinin kullanılan beyazlatma jeline göre farklılık gösterdiği belirtilmiştir (12).

Birçok klinik çalışma sonucu, lazer ve diğer ışık kaynakları aktivasyonunun benzer renk değişikliği oluşturduğunu bildirmiştir (13, 186, 187). Nd:YAG lazer ile bölünmüş çene modeli üzerinde aktive edilen ve edilmeyen ofis tipi beyazlatma tedavisinin karşılaştırıldığı klinik bir araştırmada istatistiksel olarak anlamlı bir renk farklılığı görülmemiştir (186). Diyot lazer, plazma ark, LED ve ışık kaynağı aktivasyonu olmayan ofis tipi beyazlatma tedavilerinin karşılaştırıldığı bir klinik çalışmada renk değerlendirilmesi renk skalası ile yapıldığında gruplar arasında fark görülmeyenken, spektrofotometre ile, diyot lazerin diğer gruplara göre anlamlı farklılık gösterdiği rapor edilmiştir. Diyot lazer ile aktive edilen renk değerlendirmesinde ΔL , Δa , Δb değerlerinin diğer gruplardan anlamlı derecede yüksek olduğu belirtilmiştir (13). Diyot lazerle aktivasyonun herhangi bir ışık cihazı kullanılmayan beyazlatmaların karşılaştırıldığı *in vitro* çalışmalarda diyot lazerle destekli beyazlatmanın daha etkili olduğu raporlanmıştır (11, 188).

Ev tipi beyazlatma, diyot lazer ve LED ışık cihazlarıyla aktive edilen beyazlatma sistemlerinin (farklı bireyler üzerinde) karşılaştırıldığı klinik bir çalışmada LED ışık cihazı ile aktivasyon yapılan hasta grubunda açıklık, doğunluk ve renk tonu değerleri istatistiksel olarak anlamlı daha yüksek olduğu bildirilmiştir (189).

İki farklı diyet lazer dalga boyu ile farklı uygulama sürelerini inceleyen bir in vitro çalışmada lazer cihazlarının basit ve kısa uygulama süresi ile en kullanılabilir cihazlar olarak bildirilmiştir (190).

2.14.2. Diş Hassasiyeti

Diş hassasiyeti, beyazlatma işlemi sırasında ve sonrasında görülen en önemli yan etkidir (191). Duyarlılığın, beyazlatma ajanı içindeki hidrojen peroksit ya da karbamid peroksitin ayrışması sırasında üretilen yan ürünlerin dentin tübüllerine difüzyonundan ve pulpa odasına ulaşmasıyla ilişkili olduğu düşünülmektedir (8). Ayrıca, çoğu beyazlatma jelinde taşıyıcı olarak kullanılan hidrofilik yapıdaki gliserin, beyazlatma işlemi sırasında diş dokularında dehidratasyona sebep olarak, diş hassasiyetine neden olabilir (8). Sonuç olarak beyazlatma işlemi sonrası hissedilen diş hassasiyetinin etiyojisi multifaktöryeldir ve oluşan hassasiyetin derecesi peroksitin konsantrasyonu, uygulama süre/sıklığı ve ışık aktivasyonu ile pulpada oluşan ısı artışına göre değişiklik gösterebilmektedir (192, 193).

2.14.3. Dişeti ve Mukozal İrritasyonlar

Bazı hastalarda, beyazlatma işlemleri sırasında dişetinde veya mukozada irritasyonlar, dokunun beyaza dönmesi ya da yanıklar görülebilir. Yumuşak doku tahrişi, diş etine uyumu iyi olmayan ev tipi beyazlatmada kullanılan plaklarından kaynaklanabilir. Hastaya işlem ayrıntılı anlatılmalı ve hasta kontrollere çağırılmalıdır. Hastanın kullanacağı plakların uyumu iyi yapılmalı, cilalanmalı veya hastaya jeli daha az kullanması tavsiye edilmelidir. Ofis tipi beyazlatma işlemleri sırasında hasta kaynaklı hatalar elimine edilmiş olsa da genellikle daha yüksek HP konsantrasyonu kullanılır. HP, kostik bir madde olduğundan dişeti veya mukozal dokunun yanıklarına neden olabilir. Ofis tipi beyazlatma prosedürleri sırasında yumuşak dokuları korumak için üretici tarafından önerilen bir rubber dam veya ışıkla sertleşen rezin bariyer kullanılmalıdır (8).

2.14.4. Pulpadaki Sıcaklık Artışının Etkisi

Bir ışık kaynağı ile aktive edilen beyazlatma işleminde pulpa dokusunda oluşabilecek ısı artışı halen araştırılmaktadır. Beyazlatma sırasında kullanılan farklı ışık kaynaklarının pulpa dokusu üzerindeki etkilerini inceleyen yakın zamanlı bir sistematik derlemede, farklı ışık parametrelerinin farklı özellikler gösterdiği bildirilmiştir (194). Pulpada açığa çıkacak ısı artışı ışık cihazının dalga boyuna, gücüne, uygulanma periyodundaki aralara, kullanılan beyazlatma jelinin kalınlığına, uygulama süresine, ışık cihazının beyazlatma ucu ile diş arasındaki mesafeye, kullanılan jelin içeriğine bağlıdır (194, 195).

Farklı ışık kaynaklarının ve farklı lazer dalga boylarının pulpada oluşturdukları sıcaklık değişiminin karşılaştırıldığı çalışmalarda, diyot lazerin diğer ışık kaynaklarına göre daha fazla sıcaklık değişimine sebep olduğu belirtilmiştir (195-197). Geri dönüşümsüz pulpa harabiyetine neden olmaması için pulpa dokusundaki sıcaklık artışı eşik değer olan 5,5°C'yi geçmemelidir (198). Bu nedenle oluşan sıcaklık artışının derecesi önemlidir. Diyot lazer (810nm), Er:YAG lazer ve LED ile aktive edilen ofis tipi beyazlatma sırasında pulpada oluşan ısı artışının incelendiği *in vitro* bir çalışmada en fazla ısı artışının diyot lazer grubunda görüldüğü, bunu Er:YAG lazer ve LED'in takip ettiği görülürken, oluşan ısı artışlarının hiç birinin pulpada geri dönüşümsüz harabiyete sebep olabilecek eşik değer üzerinde olmadığı rapor edilmiştir (199). Diyot lazerin farklı iki dalga boyunun karşılaştırıldığı beyazlatmada oluşan ısı artışının pulpal hasara sebep olamayacak seviyede olduğu bildirilmiştir (188).

Genel olarak, tüm ışık cihazı ile aktive edilen beyazlatma işlemlerinin diş yüzeyinde ve pulpada sıcaklık artışına sebep olma ihtimali göz önünde bulundurulmalıdır. Kullanılan beyazlatma jeli sıcaklık artışını azaltarak, bir izolatör görevi görmektedir (14).

Beyazlatma jeli kullanılmadan yapılan lazer aktivasyonunun, işlem sırasında yaklaşık 16 ° C'lik bir intrapulpal sıcaklık artışı ile sonuçlandığı görülürken, bir jel

uygulandığında sadece bir 8,7 ° C sıcaklık artışının kaydedildiği rapor edilmiştir (14, 193).

Sıcaklık artışı ayrıca jel içerisindeki renk pigmentlerinin miktarına ve türüne de bağlı olabilir (197). Nyborg ve Brannstrom (200) 1960'larda yaptıkları deneylerinde, belirgin intrapulpal sıcaklık artışının, pulpada patolojik değişikliklere yol açtığını kanıtlamıştır. Isıtılmış bir el aleti ile (150°C), 30 sn ısıya maruz bırakılan dişlerin 4 hafta sonra yapılan histolojik değerlendirmesinde hastaların herhangi bir şikayeti olmasa da lokalize pulpal nekroz alanların görüldüğü bildirilmiştir (14).

Bir hayvan çalışmasında, 5,5°C intrapulpal sıcaklık artışının, test hayvanlarının % 15'inde (Macaca rhesus maymunu) geri dönüşümsüz pulpa hasarına yol açtığı; hayvanların %60'ında intrapulpal sıcaklık artışı 11,1°C'ye ulaştığında tedavi edilen dişlerde, geri dönüşümsüz pulpa değişiklikleri görüldüğü ve tüm muayene edilen dişlerde intrapulpal sıcaklık normal seviyenin 16,6 °C üzerine çıkarıldığında geri dönüşümsüz nekrotik yanıtlar gözlemlendiği bildirilmiştir (14, 198). Bu çalışmaların sonuçlarından dolayı, günümüzde 5,5°C'lik intrapulpal sıcaklık artışı, geri dönüşümsüz pulpa hasarını önlemek için aşılmaması gereken eşik değeri olarak kabul edilmiştir (14, 193).

Bununla birlikte, açığa çıkan ısının, dentin yaralanmasının, değişikliklerinin ve muhtemelen postoperatif hassasiyetin veya pulpa nekrozunun ana nedeni olduğu tartışılmıştır. Bu hipotezle ilgili, Baldissara ve ark. (201), ısı uygulanmasından (8,9–14,7°C) 60-91 gün sonra çekilen molar ve premolarların histolojik değerlendirmelerinde pulpal hücrelerin ısıya düşük duyarlılık gösterdiğini tespit etmişlerdir (14). Çalışmada uygulanan termal uyaran, preparasyondan sonra geçici kron uygulaması sırasında açığa çıkan ısı ile eşdeğer bulunmuştur (14, 201). En azından kısa zaman dilimi içinde ısının, diş tedavileri ve özellikle protetik tedavi sırasında postoperatif pulpa patolojilerinde major faktör olarak görünmediğini bildirmişlerdir (14).

2.14.5. Yüzey Morfolojisi

Vital dişlerin beyazlatılması, kullanılan ürünlere göre değişen süre boyunca, mine yüzeyiyle doğrudan temas etmeyi içermektedir. Bazı taramalı elektron mikroskobu çalışmaları, beyazlatmayı takiben, mine morfolojisinde değişiklikler bildirirken (202) değişiklik meydana gelmediğini (20, 203) bildiren çalışmalar da mevcuttur (8).

Yakın zamanda yayınlanmış olan, %35'lik HP içerikli beyazlatma jelinin 970 nm diyot lazerle aktive edildiği, edilmediği ve jelsiz diyot lazer kullanılan uygulamaların, dentin üzerindeki etkisinin konfokal lazer taramalı mikroskop yardımıyla incelendiği *in vitro* bir çalışmada HP'in diyot lazerle kombinasyonunun intrakoronel dentin yüzeyinin korunması açısından olumlu gelişme sağlayarak dentin kimyasal stabilitesinin ve morfolojisinin daha iyi korunmasını sağladığı bildirilmiştir (204). Bu çalışma sonuçları daha önceki diyot lazerin dentin tübülleri üzerindeki etkisini kimyasal stabiliteyi bozmadan arttırdığını ileri süren çalışmaları desteklemiştir (205-207).

810 ve 980nm dalga boylarında diyot lazerle aktive edilen beyazlatmanın mine yüzeyindeki değişikliği inceleyen bir *in vitro* çalışmada, mine yüzey değişikliği derecesini azaltabileceği rapor edilmiştir. Bu sadece lazerle aktifleştirilen beyazlatma jeliyle değil, aynı zamanda geleneksel beyazlatma ajanıyla da gözlenmiştir (208).

Mine yüzey pürüzlülüğü (184, 209) ve mine yüzeyinin sertliğinin lazerle desteklenen beyazlatma sonrası incelendiğinde herhangi bir farklılık görülmediği birçok çalışmada (185, 196, 210) rapor edilmiştir. Ancak aksini bildiren yayınlar da mevcuttur (209-211).

Kullanılan lazerin türü, beyazlatma jelinin konsantrasyonu, mine dokusunun veya örneklerin saklanma koşullarının farklılığı gibi nedenlerle literatürdeki bu çelişkili sonuçlarla açıklanabilir. Diğer taraftan *in vitro* ortamda incelenen bu çalışmaların ağız ortamını iyi taklit edememesi, tükürüğün koruyucu, tamponlayıcı ve remineralize edici özelliklerinin dikkate alınmama ihtimali unutulmamalıdır.

Deneilerin metodolojisinde, kullanılan beyazlatma maddesinin içeriğine, uygulama süresine, kullanılan beyazlatma ajanının miktarına, diş yapısındaki yüzey pürüzlülüğüne göre büyük değişiklik gösterdiği görülmektedir (8). Diş minesini; mineral miktarı, organik yapısı ve su içeriği gibi kimyasal farklılıklar ve mikro yapıya ilişkin olarak geniş lokalize varyasyonlar sergilemektedir. Bu tartışmaların nedeni olarak açıklanabilir (8).

2.14.6. Beyazlatılmış Diş Yüzeyine Bağlanma

Beyazlatılmış mine ve dentine, adeziv restoratif materyallerin kesme/gerilme bağlanma dayanıklılıkları birçok çalışmada incelenmiştir (212). Çalışmaların çoğu, adeziv restoratif materyallerin beyazlatmadan hemen sonra uygulandığında mine ve dentin bağlanma kuvvetlerinin önemli ölçüde azaldığını bildirmiştir (39, 73, 75, 213). Bağlanma kuvvetinde görülen bu azalmaya çeşitli faktörlerin sebep olabileceği düşünülmüştür. Muhtemel mekanizmanın, mine yüzeyinde ve dentin tübüllerinde beyazlatma işlemi sırasında salınan ve kalan serbest oksijen radikalleri varlığına bağlı olarak, adeziv rezin sistemlerin polimerizasyonunun inhibisyonuna ve bunun da bağlanma kuvvetinde azalmaya sonuçlanabileceği ileri sürülmüştür. Minenin, kalsiyum, fosfor içeriğinde azalma ve peroksit bazlı beyazlatma ajanlarının mine yüzeyindeki kristallerde morfolojik değişimlere sebep olması da bağlanma kuvvetini olumsuz etkilemektedir. Bu nedenle beyazlatma işleminden sonra adeziv restoratif işlemler için belirli bir süre beklenmelidir (214, 215). Bununla birlikte, bağlanma kuvvetindeki azalmanın birkaç gün sonra normale döndüğü bildirilmiştir (8). Diş beyazlatma işleminden sonra, adeziv işlemden önce önerilen bekleme süresi 3 ile 7 gün (216), 7 - 14 gün (217) ile 3 hafta (218) arasındadır.

LED/ lazer ile aktive edilen ve edilmeyen beyazlatma işlemini takiben dentin yüzeylerine bir kompozit rezinin bağlanma dayanımının karşılaştırıldığı bir *in vitro* çalışmada, aktive edilen ışık cihazından bağımsız olarak en az 10 gün beklenmesi tavsiye edilmiştir(219). Daha uzun beklenmesi gerektiğini bildiren yazarlar da mevcuttur (215).

Lazer destekli beyazlatma sonrasında, adeziv restorasyonların diş dokularına bağlanma değerleri ile işlem görmemiş mineye bağlanma arasında anlamlı bir fark olmadığı gösterilirken (185, 220), beyazlatma yapılmamış mineye bağlanmanın daha güçlü olduğunu bildiren çalışmalar da mevcuttur (221, 222). Farklı ışık kaynakları ve lazerlerin karşılaştırıldığı ofis tipi beyazlatma çalışmalarında ise kullanılan ışık kaynakları arasında bir farklılık bulunmadığı bildirilse de (222, 223), yakın zamanlı bir çalışmada Er:YAG lazerle aktive edilen mine dokusuna bağlanmanın, diyet lazer ve LED ışık cihazıyla aktive edilen beyazlatma tedavisi sonrası mineye bağlanmaya kıyasla daha yüksek olduğu görülmüştür (184). Diyet, Er:YAG, LED dalga boylarıyla aktive edilen beyazlatma tedavilerinde mine yüzeylerine ortodontik braketlerin bağlanma dayanıklılığının araştırıldığı bir başka çalışmada ışık cihazları arasında anlamlı bir fark bulunmadığı bildirilmiştir (223). Literatürdeki bu tutarsız sonuçlar kullanılan lazer dalga boyu, gücü, enerji yoğunluğu, atım süresi, uygulama süresi ve beyazlatma jellerinin HP konsantrasyonlarındaki farklılıklarla açıklanabilir.



3. BİREYLER VE YÖNTEM

Bu klinik çalışma, Hacettepe Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Restoratif Diş Tedavisi Anabilim Dalı'nda yürütülmüştür.

Araştırma için Hacettepe Üniversitesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'ndan 26.04.2018 tarihli 2018/06-15 (KA-180023) karar numaralı etik kurul onayı alınmıştır (EK 1).

3.1. Çalışmaya Katılan Bireylerin Seçimi

Çalışmaya beyazlatma tedavisi talebi ile Hacettepe Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Restoratif Diş Tedavisi kliniğine başvuran, yaş ortalaması 23,74 (20-34 yaş) olan 35 birey (24 kadın ve 11 erkek) dahil edilmiştir. Bu araştırmanın güç (power) analizi, Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi Biyoistatistik Anabilim Dalı'nda gerçekleştirilmiş olup %90 gücünde, 1. tip hata (α) düzeyi 0,05 olacak şekilde minimum örneklem sayısı $n=33$ olarak belirlenmiştir.

Kriterlere uyan hastalara yapılacak işlem ile ilgili ayrıntılı bilgi verildikten sonra çalışmaya dahil olmak isteyen hastalardan Aydınlatılmış Onam Formu alınmıştır (EK 2).

Çalışmaya dahil edilen bireylerin periodontal muayeneleri ve diş taşı temizliği Hacettepe Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Periodontoloji Anabilim Dalı'nda tamamlanmış, beyazlatma işleminden en az iki hafta önce profilaksi patı ve su ile diş yüzeyleri temizlenmiştir. Tedavi boyunca diş temizliğinin standardize edilmesi için hastalardan günde iki kez dişlerini fırçalamaları istenmiştir.

3.2. Çalışmaya Dahil Edilme Kriterleri

- ❖ Dişlerinin Vita Klasik Skala'sına göre A2 ya da daha koyu renkte olması
- ❖ Dişlerin tamamen sürmüş ve kök oluşumlarının tamamlanmış olması

- ❖ Katılımcının ağız hijyeninin iyi olması
- ❖ Periodontal açıdan sağlıklı bir ağıza sahip olması
- ❖ Dişlerde spektrofotometre ile ölçüm yapılabilmesini engelleyecek çapraşıklık olmaması
- ❖ Katılımcının periodik kontrollere gelmeye gönüllü olması

3.3. Çalışmaya Dahil Edilmeme Kriterleri

- ❖ Katılımcının aydınlatılmış onam formunu okuduktan sonra çalışmaya katılmayı kabul etmemesi
- ❖ Hamilelik veya laktasyon
- ❖ Hidrojen peroksit veya rezin alerjisi
- ❖ Daha önce yapılmış beyazlatma tedavisi
- ❖ Gingivitis veya periyodontitis varlığı
- ❖ Sigara kullanımı
- ❖ Ön dişlerde çürük, çatlak veya restorasyon bulunması
- ❖ Ön dişlerde kök kanal tedavisi bulunması
- ❖ Dişlerde hassasiyet şikayeti VAS > 3 olması
- ❖ Dişlerde iç kaynaklı renklenmeler (tetrasiklin renklenmesi, florosis, kök kanal tedavili dişler) olması
- ❖ Mine, dentin aşınması varlığı
- ❖ Mine displazileri varlığı
- ❖ Bruksizm alışkanlığı

Çalışmaya dahil edilen bireylerin tümüne aynı klinikte ve aynı hasta koltuğunda bakılmıştır. Katılımcılardan alınan tüm ölçümler Hasta Takip Formları'na kaydedilmiştir (EK 3).

Hastaların dudaklarına ve çevresine vazelin sürüldükten sonra elastik yanak ve dudak retraktörü (OptraGate, Ivoclar Vivadent), ardından beyazlatma tedavileri için kullanılan dil basacaklı ekartör takılmıştır.

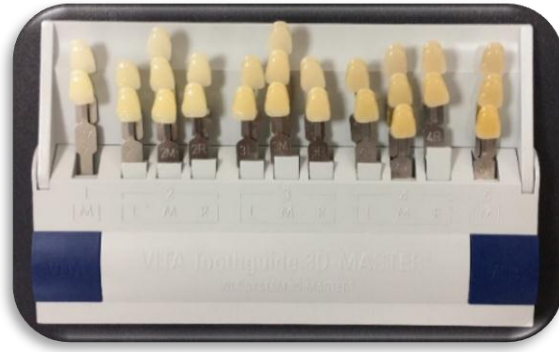
3.4. Renk Ölçümü

3.4.1. Vita Skalası ile Renk Ölçümü

Hastadan varsa rujunu silmesi istenmiş, dikkat dağıtıcı renkli aksesuarlarının uzaklaştırılması rica edilmiştir. Vita Klasik Renk Skalası A1-D4 (16) (VITA Classical Shade Guide, Vita Zahnfabrik, Almanya) ve Vita 3D Beyazlatma Skalası (72) (VITA Bleachedguide 3D-MASTER, Vita Zahnfabrik, Almanya) kullanılarak ünit ışığı kapalı bir şekilde üst sağ-sol santral dişlerin renkleri 25 cm uzaklıktan (16), 10 saniye içerisinde değerlendirilmiştir ve dijital fotoğraf makinası (Nikon dijital kamera D90, makro lens, twin flaş, Nikon Corp., Japonya) ile fotoğrafları alınmıştır.



Resim 3.1. Vita Klasik Skala



Resim 3.2. Vita 3D Master Beyazlatma Skalası



Resim 3.3. Vita Klasik Skala ile sağ santral dişin renginin belirlenmesi



Resim 3.4. Vita Klasik Skala ile sol santral dişin renginin belirlenmesi



Resim 3.5. Vita 3D Master Beyazlatma Skalası ile sağ santral dişin renginin belirlenmesi



Resim 3.6. Vita 3D Master Beyazlatma Skalası ile sol santral dişin renginin belirlenmesi



Şekil 3.1. Vita 3D Master Beyazlatma Skalasının numerik gösterimi

Tablo 3.1. Vita Klasik Renk Skalası ve Vita 3D Master Beyazlatma Skalası numerik düzenlemesi

Vita Klasik Renk Skalası																						
Açıklık (<i>Lightest</i>) →							Koyuluk (<i>Darkest</i>)															
B1	A1	B2	D2	A2	C1	C2	D4	A3	D3	B3	A3.5	B4	C3	A4	C4							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16							
Vita 3D Beyazlatma Skalası																						
Açıklık (<i>Lightest</i>) →											Koyuluk (<i>Darkest</i>)											
1M1	1M2	2L1.5	2L2.5	2M1	2M2	2M3	2R1.5	2R2.5	3L1.5	3L2.5	3M1	3M2	3M3	3R1.5	3R2.5	4L1.5	4L2.5	4M1	4M2	4M3	4R1.5	4R2.5
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23

3.4.2. Spektrofotometre ile Renk Ölçümü

Üst sağ-sol santral dişlerin bukkal yüzeylerinin orta üçlüsüne denk gelecek kısımlarından CIELAB renk sistemi baz alınarak 6 mm çapında proba sahip spektrofotometre (Vita Easy Shade, Vident, Brea, CA, ABD) ile objektif renk ölçümü yapılmıştır. L, a, b değerleri kaydedilmiştir. Renk ölçümleri, dişlerin orta üçlüsünde olacak şekilde; beyazlatmadan önce, hemen sonra, 48 saat ve 1 hafta, 1 ay, 6 ay ve 9 ay sonrasında gerçekleştirilmiştir.



Resim 3.7. Vita Easy Shade Spektrofotometre

3.5. Diş Hassasiyetinin Değerlendirilmesi

Hastaların hissettikleri diş hassasiyetleri beyazlatmadan önce, beyazlatma sırasında, hemen sonra, 48 saat, 1 hafta, 1, 6 ve 9 ay sonrasında Görsel Analog Skalası (*Visual Analog Scale-VAS*) kullanılarak tespit edilmiştir. Hastalar hassasiyet düzeylerini 0'dan 10'a kadar derecelendirilmiş bir cetvel üzerinden bildirmişlerdir.

Kullanılan hassasiyet skorları;

0-1 : Hassasiyet yok

2-3 : Hafif düzeyde hassasiyet

4-6 : Orta düzeyde hassasiyet

7-8 : Çok şiddetli hassasiyet

9-10: Dayanılmaz hassasiyet



Resim 3.8. Görsel Analog Skala (VAS)

3.6. Dişeti İrritasyonun Değerlendirilmesi

Hastalarda dişeti irritasyonu varlığı beyazlatmadan önce, hemen sonra, 48 saat ve 1 hafta, 1, 6 ve 9 ay sonra Gingival İndeks (224) kullanılarak periodontal sond yardımı ile tespit edilmiştir.

Kullanılan Gingival İndeks değerleri;

0: Sağlıklı dişeti, enflamasyon yok.

1: Dişetinde hafif enflamasyon, renk değişikliği ve hafif ödem, sondlamada kanama yok.

2: Dişetinde orta derecede enflamasyon, kızarıklık, ödem, sondlamada kanama var.

3: Dişetinde ileri derecede enflamasyon, kızarıklık, ödem, spontan kanamalar mevcut.

3.7. Dişetlerinin Korunması

Dişetlerini korumak için, beyazlatma setinin içinden çıkan rezin içerikli gingival bariyer (Top dam, FGM Dental Products, Joinville SC, Brezilya) gülüş hattının bir arkasında kalan diş dahil olacak şekilde 1mm kalınlığında, 3mm genişliğinde üretici firmanın önerileri dikkate alınarak uygulanmıştır. Ardından LED

ışık kaynağı ile (Radii Plus, SDI, Victoria, Avustralya) 20 saniye polimerize edilmiştir.



Resim 3.9. Dişetlerinin gingival bariyer ile korunması

3.6. Sağ/Sol Arkların Randomizasyonu

Katılımcıların sağ ve sol üst-alt arkları Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi Biyoistatistik Bölümü'nde hazırlanan randomizasyon tablosu kullanılarak LED ve Diyet Lazer ile aktive edilecek bölgelere karar verilmiştir.



Resim 3.10. Sağ ve sol üst-alt arkların belirlenmesi

3.7. Sıcaklık Değişiminin Değerlendirilmesi

Beyazlatma işlemi öncesinde sıcaklık ölçer cihazının (DT-3891G K tipi/ J tipi 4 kanallı Termometre datalogger, CEM Instruments, Shenzhen, Çin) ucu kanin dişin bukkal yüzeyine yerleştirilmiştir. Tüm beyazlatma işlemi süresince kanin dişin bukkal yüzeyinden 1 saniye aralıklarla ısı kaydı alınmıştır.



Resim 3.11. Sıcaklık Ölçer



Resim 3.12. Sıcaklık ölçerin sağ kanin bukkal yüzeyine sabitlenmesi



Resim 3.13. Sıcaklık ölçerin sol kanin bukkal yüzeyine sabitlenmesi

3.8. Beyazlatma Jelinin Hazırlanması

Katılımcıların sağ ve sol üst-alt çene arklarında %35 hidrojen peroksit içeren tüm ışık cihazları ile aktive edilebilen (LED ve Diyot lazer, plazma ark, halojen vb.) ve herhangi bir ışık cihazı ile aktive edilmeden de kullanılabilen visköz yapılı ofis

tipi beyazlatma jeli olan Whiteness HP (FGM Dental Products, Joinville SC, Brezilya) kullanılmıştır. Peroksit ve kıvam arttırıcı olarak iki ayrı tüp şeklinde ambalajlı beyazlatma jeli her işlemde önce, üretici talimatlarına uygun olacak şekilde (3 damla peroksit- 1 damla kıvam arttırıcı) hazırlanmıştır.



Resim 3.14. Peroksit içerikli şişenin karıştırma kabına damlatılması



Resim 3.15. Kıvam arttırıcının karıştırma kabına damlatılması



Resim 3.16. Beyazlatma jelinin karıştırılması

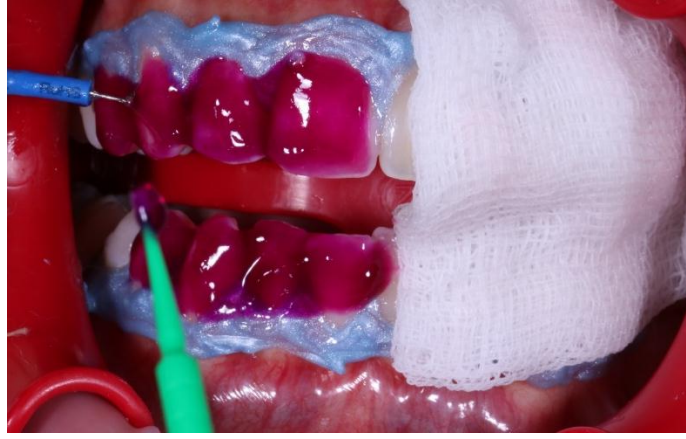
Tablo 3.2. Çalışmada kullanılan materyaller

Kullanılan Materyal/ Cihaz	Ürün Adı	İçeriği	Üretici
Beyazlatma Jeli	Whiteness HP	%35 Hidrojen peroksit, yoğunlaştırıcı, renklendirici, glikol, su (pH= 6-7)	FGM Dental Products, Joinville SC, Brezilya
LED ışık cihazı	Radii Plus	Dalga boyu aralığı: 440-480 nm Işık yoğunluğu: 1500 mW/ cm ³	SDI, Victoria, Avustralya
Diyot lazer	Epic X	Dalga boyu: 940 nm ± 10 nm	Biolase, Irvine, CA, ABD

3.9. LED Işık Kaynağı ile Aktivasyon

Bireylere LED ışık kaynağı için koruyucu gözlük takılmıştır. LED ışık kaynağının (Radii plus 440-480 nm, Full arch bleaching LED attachment, SDI, Victoria, Avustralya) beyazlatma başlığı ve standı hastanın konumuna göre ayarlanmıştır. Yeni hazırlanan beyazlatma jeli aplikatör yardımı ile diş yüzeyine uygulanmış, ardından mikro fırça ile diş yüzeyinde eşit (1mm kalınlıkta) olacak şekilde dağılması sağlanmıştır. LED ışık kaynağı ile aktive edilmeyecek diğer üst-alt çene arkları nemli bir spanç ile örtülmüştür. LED ışık beyazlatma başlığı yerleştirilmiştir. Üretici talimatlarına uygun olacak şekilde yapılan 8 dakikalık aktivasyon sonrası LED ışığı kendiliğinden kapanmıştır. Beyazlatma başlığı uzaklaştırıldıktan sonra beyazlatma jeli diş üzerinden pamuk peletler yardımıyla uzaklaştırılmıştır. Ardından bu işlem bir kez daha tekrarlanmıştır.

Beyazlatma jelinin diş üzerinde kalma süresi toplam 16 dakikadır. Tüm beyazlatma işlemi süresince sıcaklık ölçer ile kanin dişin bukkal yüzeyindeki sıcaklık değişimleri kaydedilmiştir.



Resim 3.17. Jelin dişlere uygulanması ve karşıt arkın nemli spançla korunması



Resim 3.18. LED ışık cihazı ile aktivasyon

3.10. Diyet Lazer ile Aktivasyon

Bireylere diyet lazer için uygun olan koruyucu gözlük takılmıştır. Yeni hazırlanan beyazlatma jeli aplikatör yardımı ile diş yüzeyine uygulanmıştır, ardından mikro fırça ile diş yüzeyinde eşit (1mm kalınlıkta) olacak şekilde dağılması sağlanmıştır. Diyet lazer ile aktive edilmeyecek diğer üst-alt çene arkları nemli bir spanç ile örtülmüştür. Diyet lazer (Epic X Dental Diyet Lazer Cihazı, Biolase, ABD) beyazlatma modunda (7 W, 940 nm) beyazlatma ucu ile hastanın üst yarım çene arkına 30 sn, ardından alt yarım çene arkına 30 saniye uygulanmıştır. 60 saniye ara verildikten sonra üst çene arkına 30 saniye alt çene arkına 30 saniye olacak şekilde uygulama tekrarlanmıştır. Beş dakika bekleme süresinden sonra beyazlatma jeli diş üzerinden pamuk peletler yardımıyla silinmiştir ve bu beyazlatma prosedürü bir kez

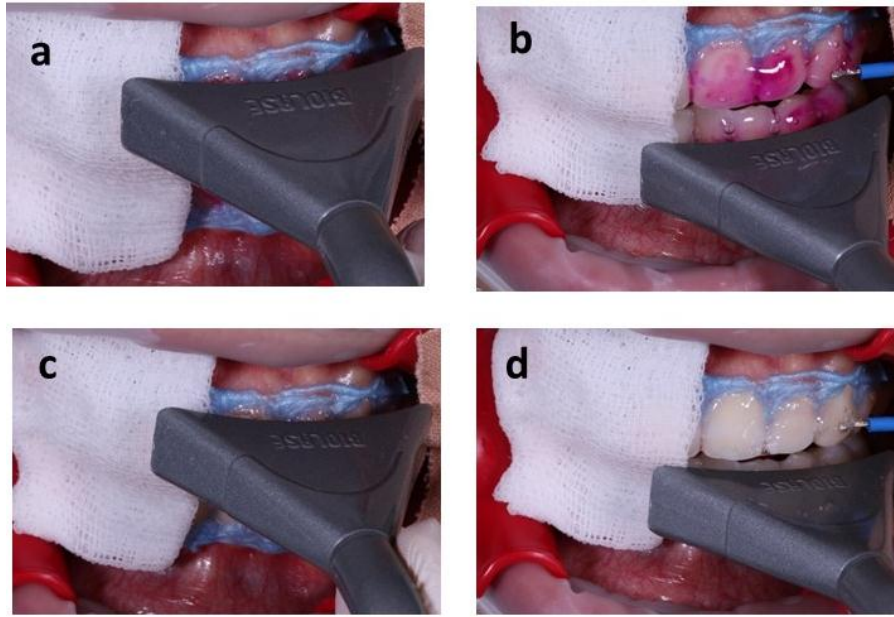
daha tekrarlanmıştır. Beyazlatma jelinin diş yüzeyine teması; toplam 16 dakikadır. Tüm beyazlatma işlemi süresince sıcaklık ölçer ile kanin dişin bukkal yüzeyindeki sıcaklık değişimi kaydedilmiştir.



Resim 3.19. Jelin dişlere uygulanması



Resim 3.20. Karşıt arkın nemli spançla korunması



Resim 3.21. Diyot lazer aktivasyonu **a)** Diyot lazerin üst çeneye uygulanması **b)** Diyot lazerin alt çeneye uygulanması **c)** Diyot lazerin ikinci kez üst çeneye uygulanması **d)** Diyot lazerin ikinci kez alt çeneye uygulanması

Tablo 3.3. Işık kaynaklarının uygulanması

Işık Aktivasyonu	Uygulama
Diyot Lazer	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Jel uygulamasından sonra, ➤ 30 sn üst yarım arka uygulama ➤ 30 sn alt yarım arka uygulama ➤ 1 dakika ara ➤ 30 sn üst yarım arka uygulama ➤ 30 sn alt yarım arka uygulama ➤ 5 dakika bekleme ➤ İşlem x2
LED	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Jel uygulamasından sonra, ➤ 8 dakika LED ışık uygulaması ➤ İşlem x2

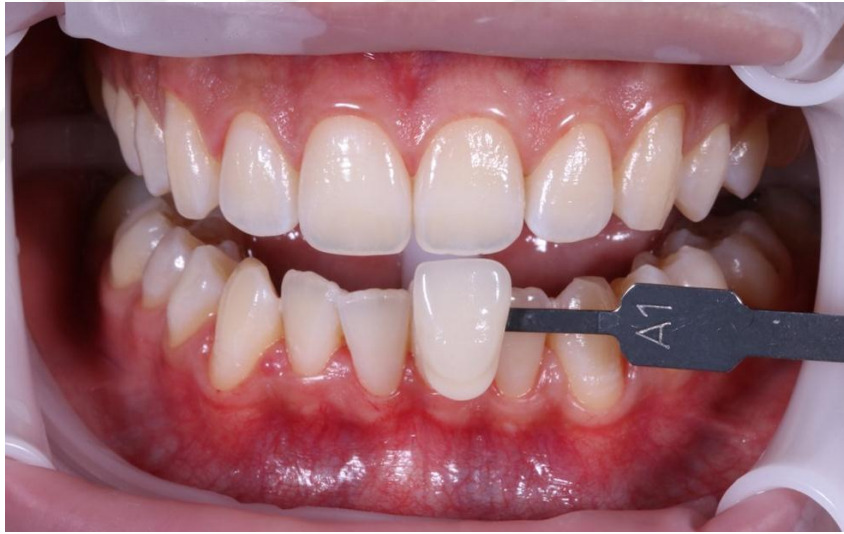
Katılımcıların sağ ve sol üst-alt çenelerinin beyazlatma işlemleri tamamlandıktan sonra tüm dişler bol su ile yıkanmıştır. Gingival bariyer periodontal sond ile kaldırılmış ve tüm ağız ve dişler tekrar bol su ile yıkanmıştır. Ağız dokularının ve diş minesinin rehidrate olması için dişetlerinin ve dişlerin üzeri nemli bir spanç ile birkaç dakika bekletilmiştir.

Bireylerin farklı ışık kaynağı kullanılan sağ ve sol üst santral dişlerinden, Vita Klasik Renk Skalası ve Vita 3D Beyazlatma Skalası kullanılarak ünit ışığı kapalı

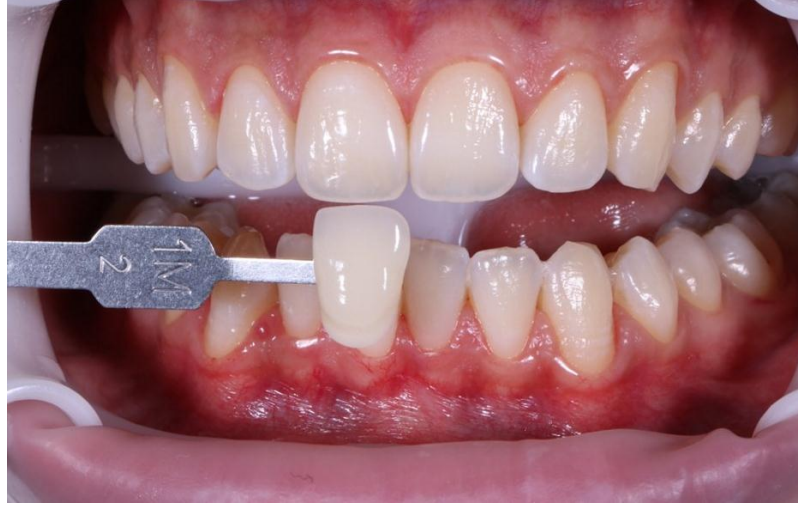
olacak şekilde 10 saniye süre içinde renk değerlendirmesi yapılmıştır ve digital fotoğraf makinası ile tüm dişlerin renk skalaları ile birlikte fotoğrafları alınmıştır.



Resim 3.22. Beyazlatma sonrası Vita Klasik Skala ile sağ santral dişin renginin belirlenmesi



Resim 3.23. Beyazlatma sonrası Vita Klasik Skala ile sol santral dişin renginin belirlenmesi



Resim 3.24. Beyazlatma sonrası Vita 3D Master Beyazlatma Skalası ile sağ santral dişin renginin belirlenmesi



Resim 3.25. Beyazlatma sonrası Vita 3D Master Beyazlatma Skalası ile sol santral dişin renginin belirlenmesi

Katılımcılardan diş hassasiyetlerini iki farklı beyazlatma sistemi için de VAS' a göre değerlendirmeleri istenmiştir.

Beyazlatma sonrasında katılımcılara çay, kahve, kola, salçalı yiyecekler gibi renklendirici gıdalardan ve asitli içeceklerden 1 hafta uzak durmaları önerilmiştir.

Katılımcılar beyazlatma işleminden 48 saat sonra, 1 hafta sonra 1, 6 ve 9 ay sonrasında kontrole çağırılmıştır. Tüm kontrollerde bireylerin diş renkleri, skalalar ve spektrofotometre ile değerlendirilmiş ve dişleri fotoğraflanmıştır. Ayrıca, hastalardan diş hassasiyetlerini değerlendirmeleri istenmiştir.

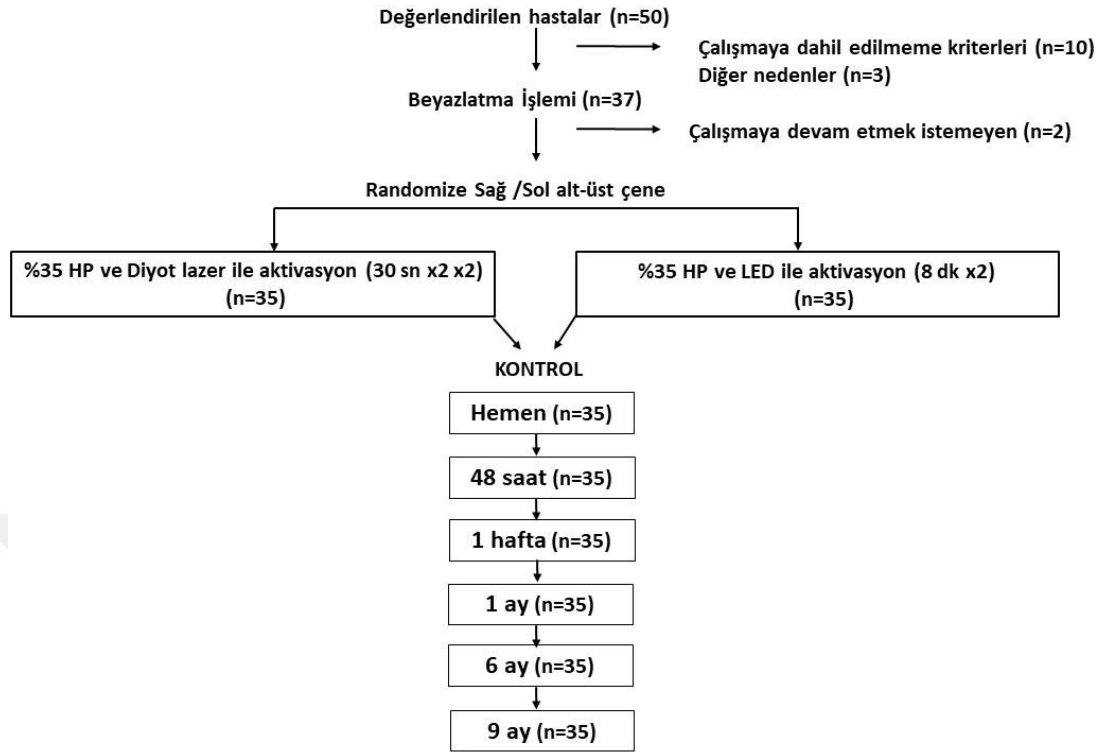
Çalışmanın akış şeması Şekil 4’te gösterilmiştir.

3.11. İstatistiksel Analiz

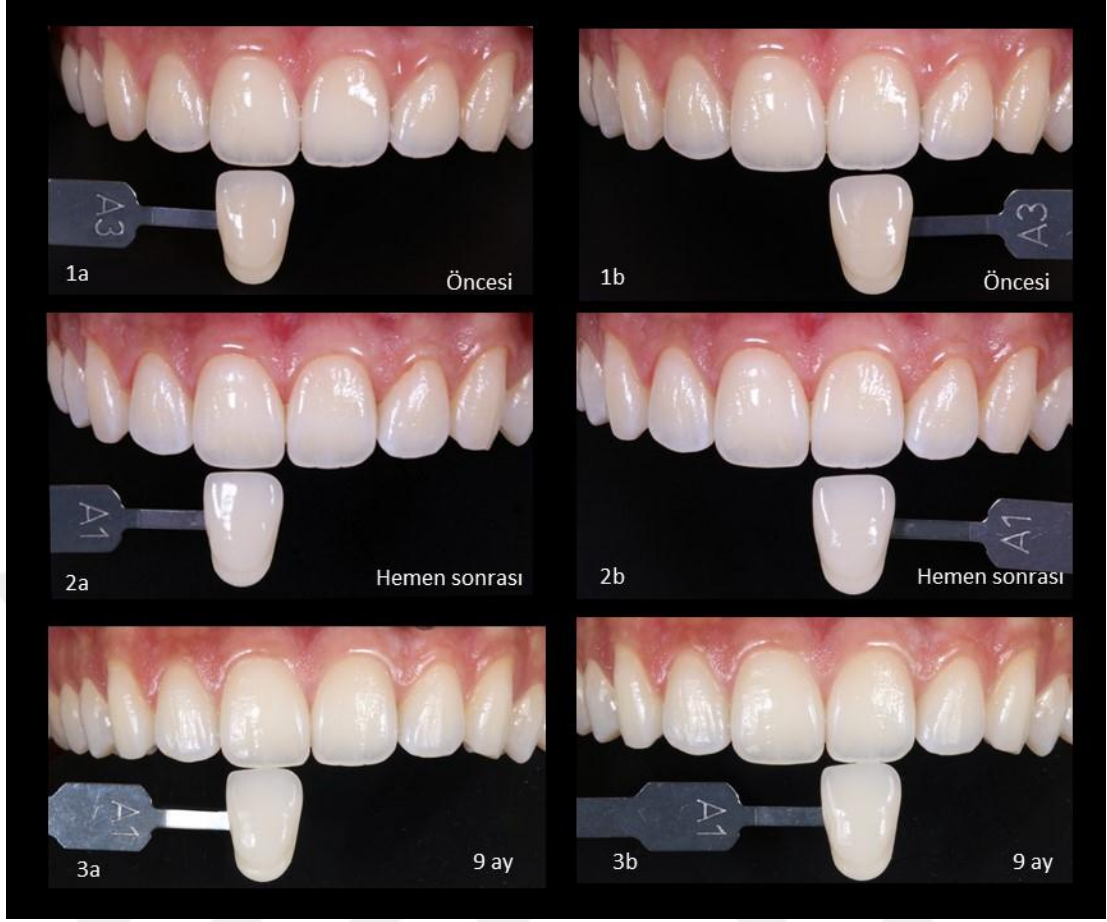
Araştırmada elde edilen verilerin istatistiksel analizi Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi Biyoistatistik Anabilim Dalı’nda yapılmıştır.

Spektrofotometre, Vita Klasik Skala ve Vita 3D Master Beyazlatma Skalası ölçümleri sonucu elde edilen veriler, tekrarlı ölçümlerde varyans analizi, çoklu karşılaştırmalarda ise Bonferroni testi ile yapılmıştır. Sıcaklık ölçer cihazından elde edilen veriler, bağımlı gruplarda t-testi ile değerlendirilmiştir. Diş hassasiyeti verileri için, her bir beyazlatma sisteminin kendi içinde zaman dilimleri arasındaki fark Friedman testi kullanılarak analiz edilmiştir. Her bir zaman diliminde iki ışık kaynağı (Diyot lazer/LED) karşılaştırılırken Wilcoxon testi kullanılmıştır. Dişeti irritasyonu verileri istatistiksel olarak karşılaştırma yapılabilecek düzeyde değişiklik göstermediği için, bulgular sayısal olarak verilmiştir.

Tüm istatistiksel hesaplamalar için IBM SPSS 22.0 yazılım programı (IBM SPSS, Chicago, IL, ABD) kullanılmıştır ve $p < 0,05$ istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir.



Şekil 3.2. Çalışmanın akış şeması



Resim 3.26. LED (a) & Diyet lazer (b) ile aktive edilen beyazlatma tedavilerinin 9 aylık klinik takibi **1a)** Sağ santral dişin beyazlatmadan önceki renk değerlendirilmesi **1b)** Sol santral dişin beyazlatmadan önceki renk değerlendirilmesi **2a)** Sağ santral dişin LED ile aktive edilen beyazlatma işleminden hemen sonraki renk değerlendirilmesi **2b)** Sol santral dişin Diyet lazer ile aktive edilen beyazlatma işleminden hemen sonraki renk değerlendirilmesi **3a)** LED ile aktive edilen beyazlatma işleminin 9. ay renk değerlendirilmesi **3b)** Diyet lazer ile aktive edilen beyazlatma işleminin 9. ay renk değerlendirilmesi

4. BULGULAR

4.1. Renk Değişikliği

4.1.1. Spektrofotometrik Değerlendirme

4.1.1.1. ΔE Değerleri

Spektrofotometre ölçümleri sonucu elde edilen beyazlatma öncesi (başlangıç), hemen sonrası (sonrası), 48 saat, 1 hafta, 1 ay, 6 ve 9 ay L, a, b verileri;

$\Delta E = \sqrt{\Delta L^2 + \Delta a^2 + \Delta b^2}$ formülü kullanılarak;

ΔE_1 : (hemen sonrası-başlangıç)

ΔE_2 : (48 saat- başlangıç)

ΔE_3 : (1 hafta- başlangıç)

ΔE_4 : (1 ay- başlangıç)

ΔE_5 : (6 ay- başlangıç)

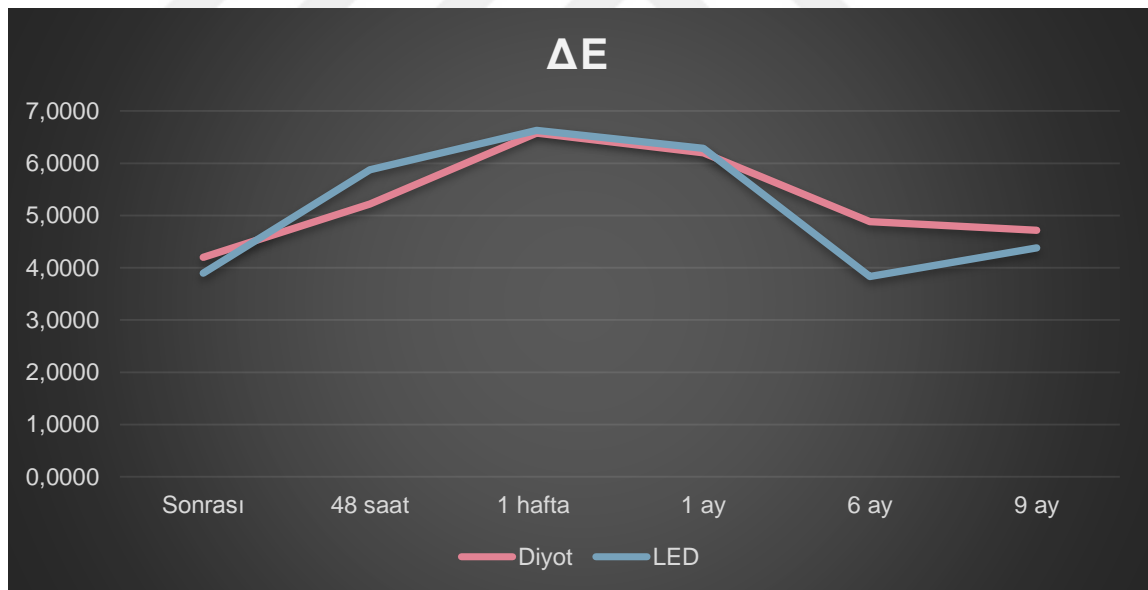
ΔE_6 : (9 ay- başlangıç) değerleri hesaplanmıştır.

Diyot lazer ve LED beyazlatma sistemlerinde zamanlara göre elde edilen ortalama ΔE ve standart sapma (SD) değerleri Tablo 4.1' de gösterilmiştir.

Tablo 4.1. Diyet lazer ve LED sistemleri ile elde edilen ortalama ΔE ve standart sapma (SD) değerleri

ΔE	Diyot Lazer	LED
	Ortalama \pm SD	Ortalama \pm SD
ΔE_1 (Başlangıç-sonrası)	4,19 \pm 3,05 ^{a, A}	3,89 \pm 2,55 ^{a, A}
ΔE_2 (Başlangıç- 48s)	5,21 \pm 2,29 ^{abc, A}	5,87 \pm 2,40 ^{b, A}
ΔE_3 (Başlangıç- 1hafta)	6,57 \pm 2,76 ^{bc, A}	6,62 \pm 2,77 ^{b, A}
ΔE_4 (Başlangıç-1ay)	6,20 \pm 2,48 ^{be, A}	6,28 \pm 2,63 ^{b, A}
ΔE_5 (Başlangıç-6ay)	4,88 \pm 2,59 ^{ae, B}	3,83 \pm 2,32 ^{a, A}
ΔE_6 (Başlangıç-9ay)	4,71 \pm 2,73 ^{a, A}	4,37 \pm 2,77 ^{a, A}

* Aynı sütundaki farklı üst yazı küçük harfler gruplar arası anlamlı farklılığı göstermektedir ($p<0,05$).
* Aynı satırdaki farklı üst yazı büyük harfler gruplar arası anlamlı farklılığı göstermektedir ($p<0,05$).



Şekil 4.1. Diyet lazer ve LED sistemlerinde görülen ortalama ΔE değerlerinin grafik olarak gösterilmesi

Kullanılan beyazlatma sistemlerinin zaman dilimleri arasında gösterdiği ΔE değerlerinin karşılaştırılmasında, Diyet lazerle ΔE_1 ile ΔE_3 ve ΔE_1 ile ΔE_4 arasında; ΔE_3 ile ΔE_5 ve ΔE_3 ile ΔE_6 arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0,05$). LED kullanıldığında ise ΔE_1 değeri; ΔE_5 ve ΔE_6 hariç tüm diğer zaman

gruplarından farklı bulunmuştur ($p<0,05$). ΔE_5 ve ΔE_6 değerlerinin, birbirleri ve ΔE_1 hariç diğer zaman dilimleri ile aralarındaki fark istatistiksel olarak anlamlıdır ($p<0,05$).

Her iki beyazlatma sistemi için de beyazlatma sonrası 6. (ΔE_5) ve 9. (ΔE_6) ayda elde edilen ΔE değerleri, beyazlatmadan hemen sonrasında elde edilen değerler (ΔE_1) ile benzer bulunmuştur.

Zaman dilimlerinde, LED ve Diyet lazer ışık kaynakları karşılaştırıldığında, sadece 6. ayda istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur ($p<0,05$). Diğer değerlendirme zamanlarının hiçbirinde Diyet lazer ve LED arasında fark görülmemiştir ($p>0,05$).

4.1.1.2. L, a, b Değerleri

$\Delta L = (L_2 - L_1)$ formülü kullanılarak;

ΔL_1 : (hemen sonrası-başlangıç)

ΔL_2 : (48 saat- başlangıç)

ΔL_3 : (1 hafta- başlangıç)

ΔL_4 : (1 ay- başlangıç)

ΔL_5 : (6 ay- başlangıç)

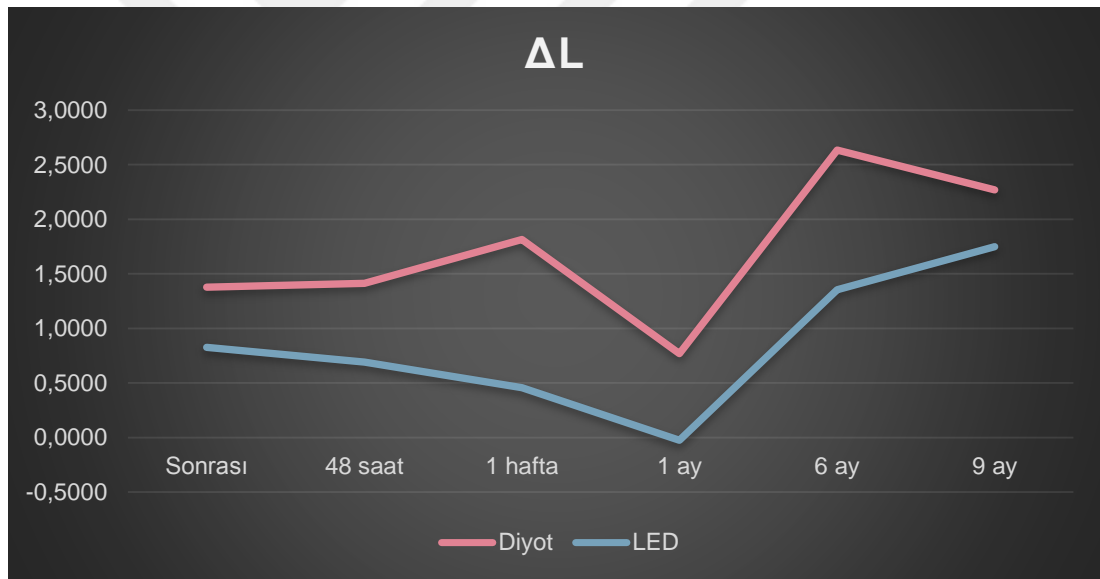
ΔL_6 : (9 ay- başlangıç) değerleri hesaplanmıştır.

Diyet lazer ve LED beyazlatma sistemleri kullanılarak zamanlara göre elde edilen ortalama ΔL ve standart sapma (SD) değerleri Tablo 4.2' de gösterilmiştir.

Tablo 4.2. Diyot lazer ve LED sistemlerinde elde edilen ortalama ΔL ve standart sapma (SD) değerleri

ΔL	Diyot Lazer	LED
	Ortalama \pm SD	Ortalama \pm SD
ΔL_1 (Başlangıç-sonrası)	1,37 \pm 4,41 ^{ab, A}	0,82 \pm 3,72 ^{ab, A}
ΔL_2 (Başlangıç-48s)	1,41 \pm 3,95 ^{ab, A}	0,69 \pm 3,73 ^{ab, A}
ΔL_3 (Başlangıç-1hafta)	1,81 \pm 4,08 ^{ab, B}	0,45 \pm 3,09 ^{ab, A}
ΔL_4 (Başlangıç-1ay)	0,76 \pm 4,20 ^{a, A}	-0,02 \pm 3,41 ^{a, A}
ΔL_5 (Başlangıç-6ay)	2,63 \pm 3,68 ^{b, B}	1,35 \pm 2,63 ^{ab, A}
ΔL_6 (Başlangıç-9ay)	2,26 \pm 3,24 ^{ab, A}	1,74 \pm 2,72 ^{b, A}

* Aynı sütundaki farklı üst yazı küçük harfler gruplar arası anlamlı farklılığı göstermektedir ($p < 0,05$).
* Aynı satırdaki farklı üst yazı büyük harfler gruplar arası anlamlı farklılığı göstermektedir ($p < 0,05$).



Şekil 4.2. Diyot lazer ve LED sistemlerinde görülen ΔL değerlerinin grafik olarak gösterilmesi

Kullanılan beyazlatma sistemlerinin zaman grupları arasında gösterdiği ΔL değerlerinin karşılaştırılmasında, Diyot lazer kullanıldığında ΔL_4 - ΔL_5 arasındaki fark; LED kullanıldığında ise ΔL_4 - ΔL_6 arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p < 0,05$).

Zaman dilimlerinde, LED ve Diyot lazer sistemleri karşılaştırıldığında, sadece 1 haftada ve 6 ayda Diyot lazer grubu, istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksek bulunmuştur ($p<0,05$). Diğer zaman dilimlerinde Diyot lazer ve LED arasında fark görülmemiştir ($p>0,05$).

$\Delta a = (a_2 - a_1)$ formülü kullanılarak;

Δa_1 : (hemen sonrası-başlangıç)

Δa_2 : (48 saat- başlangıç)

Δa_3 : (1 hafta- başlangıç)

Δa_4 : (1 ay- başlangıç)

Δa_5 : (6 ay- başlangıç)

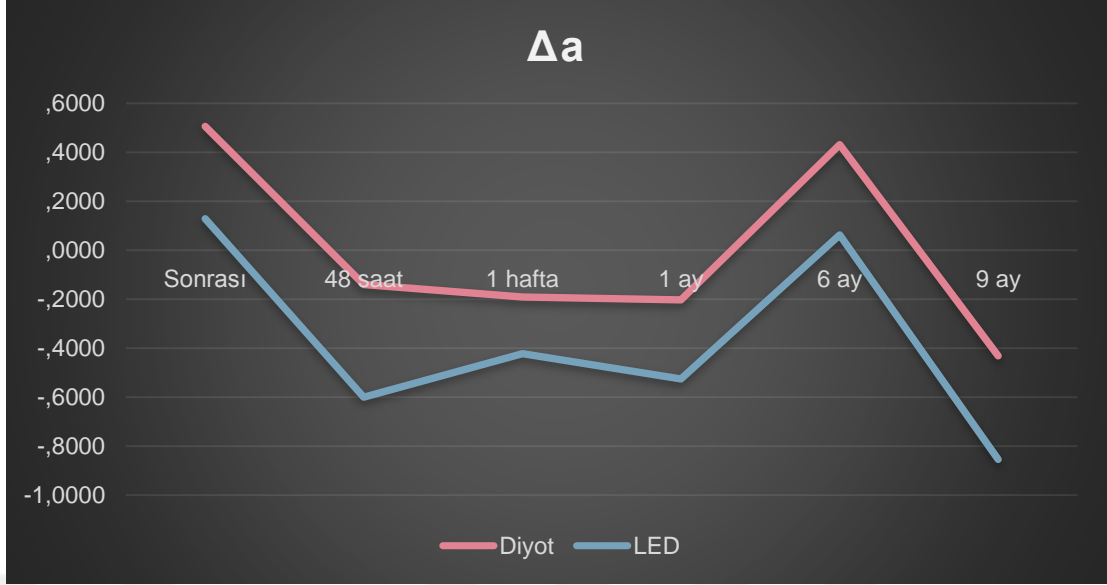
Δa_6 : (9 ay- başlangıç) değerleri hesaplanmıştır.

Diyot lazer ve LED beyazlatma sistemleri kullanılarak zamanlara göre elde edilen ortalama Δa ve standart sapma (SD) değerleri Tablo 4.3' te gösterilmiştir.

Tablo 4.3. Diyot lazer ve LED sistemlerinde elde edilen ortalama Δa ve standart sapma (SD) değerleri

Δa	Diyot Lazer	LED
	Ortalama \pm SD	Ortalama \pm SD
Δa_1 (Başlangıç-sonrası)	0,50 \pm 1,29 ^{a, A}	0,12 \pm 1,43 ^{a, A}
Δa_2 (Başlangıç-48s)	-0,14 \pm 1,07 ^{b, A}	-0,60 \pm 1,42 ^{b, B}
Δa_3 (Başlangıç-1hafta)	-0,19 \pm 1,37 ^{b, A}	-0,42 \pm 1,54 ^{ab, A}
Δa_4 (Başlangıç-1ay)	-0,20 \pm 1,60 ^{ab, A}	-0,52 \pm 1,84 ^{ab, A}
Δa_5 (Başlangıç-6ay)	0,43 \pm 1,46 ^{ab, A}	0,62 \pm 1,50 ^{a, B}
Δa_6 (Başlangıç-9ay)	-0,43 \pm 2,57 ^{ab, A}	-0,85 \pm 2,13 ^{ab, A}

* Aynı sütundaki farklı üst yazı küçük harfler gruplar arası anlamlı farklılığı göstermektedir ($p<0,05$).
* Aynı satırdaki farklı üst yazı büyük harfler gruplar arası anlamlı farklılığı göstermektedir ($p<0,05$).



Şekil 4.3. Diyet lazer ve LED sistemlerinde görülen ortalama Δa değerlerinin grafik olarak gösterilmesi

Kullanılan beyazlatma sistemlerinin zaman dilimleri arasında gösterdiği Δa değerlerinin karşılaştırılmasında, Diyet lazer kullanıldığında $\Delta a_1 - \Delta a_2$ arasındaki fark; LED kullanıldığında $\Delta a_1 - \Delta a_2$ ve $\Delta a_2 - \Delta a_5$ arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p < 0,05$).

Değerlendirilen zaman dilimlerinde, LED ve Diyet lazer sistemleri karşılaştırıldığında, sadece 48 saatte ve 6 ayda LED grubu istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermiştir ($p < 0,05$). Diğer zaman gruplarında Diyet lazer ve LED arasında fark görülmemiştir ($p > 0,05$).

$\Delta b^* = (b_2 - b_1)$ formülü kullanılarak;

Δb_1 : (hemen sonrası-başlangıç)

Δb_2 : (48 saat- başlangıç)

Δb_3 : (1 hafta- başlangıç)

Δb_4 : (1 ay- başlangıç)

Δb_5 : (6 ay- başlangıç)

Δb_6 : (9 ay- başlangıç) değerleri hesaplanmıştır.

Diyot lazer ve LED beyazlatma sistemleri kullanılarak zamanlara göre elde edilen ortalama Δb ve standart sapma (SD) değerleri Tablo 4.4' te gösterilmiştir.

Tablo 4.4. Diyot lazer ve LED sistemlerinde elde edilen ortalama Δb ve standart sapma (SD) değerleri

Δb	Diyot Lazer	LED
	Ortalama \pm SD	Ortalama \pm SD
Δb_1 (Başlangıç-sonrası)	0,24 \pm 2,01 ^{a, A}	-0,44 \pm 2,28 ^{a, A}
Δb_2 (Başlangıç-48s)	-2,95 \pm 2,33 ^{b, A}	-3,97 \pm 2,87 ^{b, B}
Δb_3 (Başlangıç-1hafta)	-4,76 \pm 2,60 ^{c, A}	-5,52 \pm 3,01 ^{c, B}
Δb_4 (Başlangıç-1ay)	-4,14 \pm 2,67 ^{bc, A}	-4,94 \pm 2,65 ^{bc, B}
Δb_5 (Başlangıç-6ay)	-0,87 \pm 2,72 ^{ae, A}	-1,67 \pm 2,55 ^{e, B}
Δb_6 (Başlangıç-9ay)	-1,26 \pm 2,46 ^{e, A}	-1,77 \pm 2,87 ^{e, A}

* Aynı kolondaki farklı üst yazı küçük harfler gruplar arası anlamlı farklılığı göstermektedir ($p < 0,05$).
* Aynı satırdaki farklı üst yazı büyük harfler gruplar arası anlamlı farklılığı göstermektedir ($p < 0,05$).



Şekil 4.4. Diyot lazer ve LED sistemlerinde görülen ortalama Δb değerlerinin grafik olarak gösterilmesi

Kullanılan beyazlatma sistemlerinin Δb değerlerinin farklı zaman dilimlerine göre karşılaştırılmasında, Diyet lazer kullanıldığında $\Delta b_1 - \Delta b_5$, $\Delta b_2 - \Delta b_4$, $\Delta b_3 - \Delta b_4$, $\Delta b_5 - \Delta b_6$ hariç; LED kullanıldığında $\Delta b_2 - \Delta b_4$, $\Delta b_3 - \Delta b_4$ ve $\Delta b_5 - \Delta b_6$ hariç diğer değerlendirme zamanları arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p < 0,05$).

LED ve Diyet lazer sistemleri karşılaştırıldığında, 48 saatte, 1 haftada, 1 ayda ve 6 ayda istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur ($p < 0,05$). Bu değer LED'de daha yüksektir. Diğer zaman dilimlerinde Diyet lazer ve LED arasında fark görülmemiştir ($p > 0,05$).

4.1.2. Vita Klasik Skala

Vita Klasik Renk Skalası sonucunda elde edilen değerler Tablo 4.5' te gösterildiği şekilde rakamsal verilere dönüştürülmüştür.

Tablo 4.5. Vita Klasik Renk Skalasının numerik düzenlemesi

Vita Klasik Renk Skalası															
Açıklık (<i>Lightest</i>)											Koyuluk				
(<i>Darkest</i>)															
B1	A1	B2	D2	A2	C1	C2	D4	A3	D3	B3	A3.5	B4	C3	A4	C4
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16

ΔSGU (*Shade Guide Unit*) = (Renk skalasına karşılık gelen rakamsal veriler arasındaki fark)

ΔSGU_1 : (hemen sonrası-başlangıç)

ΔSGU_2 : (48 saat- başlangıç)

ΔSGU_3 : (1 hafta- başlangıç)

ΔSGU_4 : (1 ay- başlangıç)

ΔSGU_5 : (6 ay- başlangıç)

Δ SGU₆: (9 ay-öncesi) değerleri hesaplanmıştır.

Diyot lazer ve LED beyazlatma sistemleri kullanılarak Vita Klasik Renk Skalası ile zamanlara göre elde edilen ortalama Δ SGU ve standart sapma (SD) değerleri Tablo 4.6' da gösterilmiştir.

Tablo 4.6. Diyet lazer ve LED sistemlerinde elde edilen ortalama Δ SGU ve standart sapma (SD) değerleri

Δ SGU	Vita Klasik Skala	
	Diyot lazer	LED
	Ortalama \pm SD	Ortalama \pm SD
Δ SGU ₁ (Başlangıç-sonrası)	5,62 \pm 2,22 ^{a, A}	5,54 \pm 2,38 ^{a, A}
Δ SGU ₂ (Başlangıç- 48s)	5,48 \pm 2,27 ^{a, A}	5,48 \pm 2,53 ^{a, A}
Δ SGU ₃ (Başlangıç- 1hafta)	5,54 \pm 2,26 ^{a, A}	5,45 \pm 2,41 ^{a, A}
Δ SGU ₄ (Başlangıç-1ay)	5,31 \pm 2,32 ^{a, A}	5,22 \pm 2,56 ^{a, A}
Δ SGU ₅ (Başlangıç-6ay)	5,05 \pm 2,16 ^{a, A}	5,14 \pm 2,45 ^{a, A}
Δ SGU ₆ (Başlangıç-9ay)	4,71 \pm 2,38 ^{a, A}	4,80 \pm 2,41 ^{a, A}
* Aynı sütundaki farklı üst yazı küçük harfler gruplar arası anlamlı farklılığı göstermektedir (p<0,05). * Aynı satırdaki farklı üst yazı büyük harfler gruplar arası anlamlı farklılığı göstermektedir (p<0,05).		

Kullanılan beyazlatma sistemlerinin zaman dilimleri arasında gösterdiği Δ SGU değerlerinin karşılaştırılmasında, hem Diyet lazer hem LED için istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır (p>0,05).

Değerlendirilen zaman dilimlerinin hiçbirinde Diyet lazer ve LED sistemleri arasındaki renk değişimi Vita Klasik Skalası ile değerlendirildiğinde, gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır (p>0,05).

4.1.3. Vita 3D Master Beyazlatma Skalası

3D Master Beyazlatma Skalası sonucunda elde edilen değerler Tablo 4.7' da gösterildiği gibi rakamsal verilere dönüştürülmüştür.

Tablo 4.7. Vita 3D Master Beyazlatma Skalası'nın numerik düzenlemesi

Vita 3D Beyazlatma Skalası																						
Açıklık (<i>Lightest</i>)											Koyuluk (<i>Darkest</i>)											
1M1	1M2	2L1.5	2L2.5	2M1	2M2	2M3	2R1.5	2R2.5	3L1.5	3L2.5	3M1	3M2	3M3	3R1.5	3R2.5	4L1.5	4L2.5	4M1	4M2	4M3	4R1.5	4R2.5
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23

Δ SGU (*Shade Guide Unit*) = (Renk skalasına karşılık gelen rakamsal veriler arasındaki fark)

Δ SGU₁: (hemen sonrası-başlangıç)

Δ SGU₂: (48 saat- başlangıç)

Δ SGU₃:(1 hafta- başlangıç)

Δ SGU₄:(1 ay- başlangıç)

Δ SGU₅: (6 ay- başlangıç)

Δ SGU₆: (9 ay-öncesi) değerleri hesaplanmıştır.

Diyot lazer ve LED beyazlatma sistemleri kullanılarak Vita 3D Master Beyazlatma Skalası ile zamanlara göre elde edilen ortalama Δ SGU ve standart sapma (SD) değerleri Tablo 4.8' de gösterilmiştir.

Tablo 4.8. Diyot lazer ve LED sistemlerinde elde edilen ortalama Δ SGU ve standart sapma (SD) değerleri

Δ SGU	3D Master Beyazlatma Skalası	
	Diyot lazer	LED
	Ortalama \pm SD	Ortalama \pm SD
Δ SGU ₁ (Başlangıç-sonrası)	8,17 \pm 3,39 ^{a, A}	7,74 \pm 3,93 ^{ab, A}
Δ SGU ₂ (Başlangıç- 48s)	8,51 \pm 3,17 ^{a, A}	8,34 \pm 3,42 ^{a, A}
Δ SGU ₃ (Başlangıç- 1hafta)	7,88 \pm 3,52 ^{ab, A}	7,71 \pm 3,69 ^{ab, A}
Δ SGU ₄ (Başlangıç-1ay)	7,88 \pm 3,34 ^{ab, A}	7,77 \pm 3,55 ^{ab, A}
Δ SGU ₅ (Başlangıç-6ay)	8,05 \pm 2,97 ^{a, A}	7,74 \pm 3,19 ^{ab, A}
Δ SGU ₆ (Başlangıç-9ay)	7,14 \pm 2,90 ^{b, A}	7,17 \pm 2,80 ^{b, A}
* Aynı sütundaki farklı üst yazı küçük harfler gruplar arası anlamlı farklılığı göstermektedir (p<0,05). * Aynı satırdaki farklı üst yazı büyük harfler gruplar arası anlamlı farklılığı göstermektedir (p<0,05).		

Kullanılan beyazlatma sistemlerinin zaman dilimleri arasında gösterdiği Δ SGU değerlerinin karşılaştırılmasında, diyot lazer kullanıldığında Δ SGU₆; Δ SGU₁, Δ SGU₂ ve Δ SGU₅ dan istatistiksel olarak farklı bulunmuştur (p<0,05). LED kullanıldığında ise, Δ SGU₂ - Δ SGU₆ arasında anlamlı fark görülmüştür (p<0,05).

Değerlendirilen zaman dilimlerinde 3D Master Beyazlatma Skalası'nda, Diyot lazer ve LED sistemleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır (p>0,05).

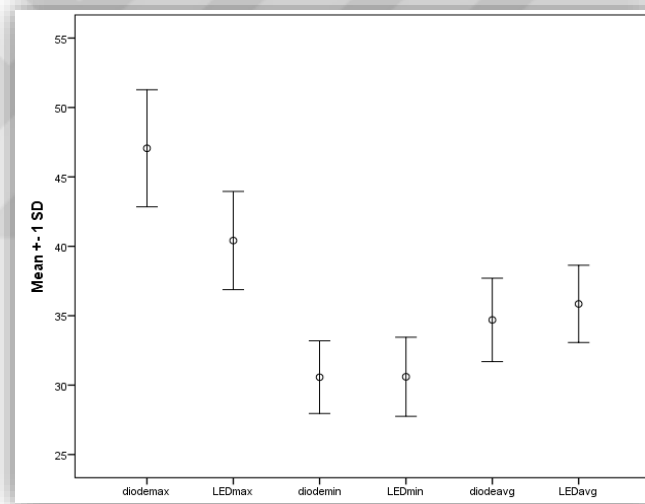
4.2. Sıcaklık Analizi

Diyot lazer ve LED kullanılarak yapılan beyazlatma işleminde dış yüzeyinde ölçülen maksimum sıcaklık değerleri Diyet lazer grubunda istatistiksel olarak anlamlı olarak yüksek bulunmuştur (p<0,05), minimum değerler arasında ise fark bulunmamıştır (p>0,05). Dış yüzeyinde oluşan ortalama sıcaklık değerleri LED grubunda Diyet lazer grubuna göre daha yüksek bulunmuştur ve bu fark istatistiksel olarak anlamlıdır (p<0,05). Dış yüzeylerinde oluşan sıcaklık artışı miktarı ise Diyet lazer grubunda LED grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek bulunmuştur (p<0,05). Sıcaklık analizi bulguları Tablo 4.9'da verilmiştir.

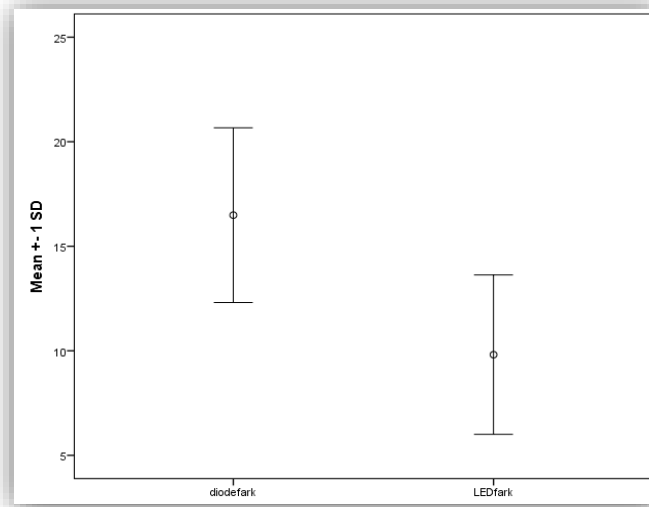
Tablo 4.9. Diyot lazer ve LED beyazlatma sistemlerinin diş yüzeyinde oluşturdukları maksimum, minumum, ortalama sıcaklık ve sıcaklık farkı değerleri (°C)

Sıcaklık (T)	Diyot Lazer	LED
	Ortalama \pm SD	Ortalama \pm SD
T_{maks}	47,06 \pm 4,21*	40,41 \pm 3,53*
T_{min}	30,57 \pm 2,61	30,60 \pm 2,85
T_{ort}	34,69 \pm 3,00*	35,84 \pm 2,78*
T_{fark}	16,48 \pm 4,17*	9,81 \pm 3,81*

**Satır karşılaştırmalarında gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farkı gösterir (p<0,05).*



Şekil 4.5. Diyot lazer ve LED ışık kaynaklarının diş yüzeyinde oluşturduğu sıcaklık değerlerinin maksimum, minumum ve ortalamalarının grafik olarak gösterilmesi



Şekil 4.6. Diyet lazer ve LED ışık kaynaklarının dış yüzeyinde oluşturduğu sıcaklık farklarının grafik olarak gösterilmesi

4.3. Diş Hassasiyeti

Diyet lazer ve LED beyazlatma sistemleri kullanılarak zamanlara göre elde edilen ortalama diş hassasiyetleri ve standart sapma (SD) değerleri Tablo 4.10'da gösterilmiştir.

Tablo 4.10. Diyet lazer ve LED sistemlerinde elde edilen ortalama diş hassasiyeti değerleri

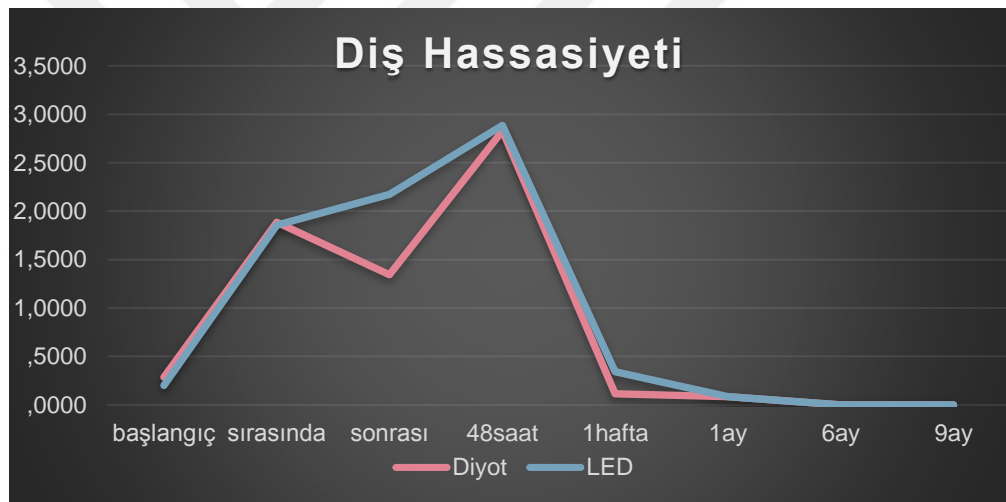
VAS	Diyet Lazer			LED		
	Maks	Min	Median	Maks	Min	Median
Başlangıç	3	0	0 ^{a, A}	3	0	0 ^{a, A}
Sırasında	8	0	1 ^{b, A}	9	0	1 ^{b, A}
Sonrası	6	0	0 ^{a, A}	9	0	2 ^{b, A}
48 saat	8	0	3 ^{b, A}	9	0	2 ^{b, A}
1 hafta	2	0	0 ^{a, A}	8	0	0 ^{a, A}
1 ay	3	0	0 ^{a, A}	3	0	0 ^{a, A}
6 ay	0	0	0 ^{a, A}	0	0	0 ^{a, A}
9 ay	0	0	0 ^{a, A}	0	0	0 ^{a, A}

* Aynı sütündeki farklı üst yazı küçük harfler gruplar arası anlamlı farklılığı göstermektedir ($p < 0,05$).
 * Aynı satırdaki farklı üst yazı büyük harfler gruplar arası anlamlı farklılığı göstermektedir ($p < 0,05$).

Diyot lazer kullanılarak aktive edilen beyazlatma işleminde, kendi içinde zaman dilimleri arasında yapılan karşılaştırmalarda; beyazlatma sırasında ve 48 saatte elde edilen veriler diğer zamanlardan istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek bulunmuştur ($p<0,05$).

LED kullanılarak aktive edilen beyazlatma işleminde, kendi içinde zaman dilimleri arasında yapılan karşılaştırmalarda; beyazlatma sırasında, sonrasında ve 48 saatte elde edilen veriler diğer zamanlardan istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek bulunmuştur ($p<0,05$).

Her bir zaman diliminde iki sistem (Diyot lazer-LED) arasında hassasiyet verileri açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p>0,05$).



Şekil 4.7. Ortalama diş hassasiyeti verilerinin grafik olarak gösterilmesi

Üç katılımcı 48 saatlik zaman diliminde 1-2 kez analjezik aldığını bildirmiştir. Her iki ışık kaynağı ile beyazlatma tedavileri sonrasında 6. ve 9. aylarda katılımcıların hiç birinde diş hassasiyetine rastlanılmamıştır (Tablo 4.11).

4.4. Dişeti İrritasyonu

Dişeti irritasyonuna rastlanan hasta sayısının çok az olması nedeniyle istatistiksel analiz yapılamamış elde edilen bulgular sayısal olarak verilmiştir. Bu veriler göz önüne alındığında her iki ışık kaynağı ile yapılan beyazlatma uygulaması sonrasında hastalarda görülen dişeti irritasyonu değerleri arasında bir fark olmadığı söylenebilir.

Diyot lazer ile beyazlatma işlemi yapıldığında hemen sonrasında bir katılımcıda 1 skoru; 1 hafta kontrolünde bir katılımcıda 2 skoru görülmüştür.

LED ile beyazlatma işlemi yapıldığında hemen sonrasında bir katılımcıda 2 skoru; 6. ayda bir katılımcıda 1 skoru ve 9. ayda bir katılımcıda 1 skoru görülmüştür. Diğer hastalarda herhangi bir dişeti irritasyonuna rastlanılmamıştır.

5. TARTIŞMA

Beyazlatma işlemi, diş renginin estetik görünümü için kullanılan en popüler ve konservatif yöntem haline gelmiştir (225).

Bu çalışmanın amacı, beyazlatma ajanının farklı ışık kaynakları ile aktivasyonunun; beyazlatma etkinliğini, diş yüzeyinde oluşturdukları sıcaklık artışını, diş hassasiyetini ve dişeti irritasyonunu bölünmüş çene modelinde karşılaştırmalı olarak incelemektir.

Ev tipi beyazlatma tedavisinin uzun uygulama süresi gerektirmesi, jelin tadının ve plak kullanımının bazı hastalar tarafından tolere edilememesi, hasta kontrolünün nispeten düşük olması gibi birtakım dezavantajları mevcuttur. Ofis tipi beyazlatma ise, hekim kontrolü altında uygulanması, yumuşak doku yaralanma riskinin az olması, tedavi süresinin kısılması ve hasta motivasyonunu artması gibi avantajlarından dolayı sık tercih edilen beyazlatma yöntemidir (9, 11). Bu nedenle bu çalışmada ofis tipi beyazlatma yöntemi tercih edilmiştir.

Diş beyazlatma çalışmalarında bölünmüş çene çalışma modeli yaygın olarak kullanılmaktadır (186, 187, 226-231). Farklı sistemlerin karşılaştırılmasında bölünmüş çene modeli, aynı hasta ağzında sağ ve sol üst-alt çenelerin doğrudan karşılaştırılması; hastaya bağlı oral hijyen, beslenme alışkanlığı gibi biyolojik ve çevresel faktörlerin standardizasyonu açısından ideal ön koşulları sağlamaktadır (186).

Diş renginin belirlendiği çevresel faktörler önemlidir; ışık kaynağı, günün saati ve dişin görüldüğü açı gibi değişkenler görünen diş rengini etkilemektedir (22). Bu nedenle bu çalışmada rutin diş rengi kontrolleri aynı klinikteki, aynı hasta koltuğunda, aynı araştırmacı tarafından günün benzer saatlerinde gerçekleştirilmiştir.

Beyazlatma etkinliği ile ilgili klinik çalışmaların sonuçlarının karşılaştırılması, diğer faktörlerin yanı sıra, farklı renk değerlendirme yöntemlerinin kullanılması sebebiyle sınırlıdır. Diş renginin belirlenmesinde en çok kullanılan

yöntemlerden biri rehber skalalarla renk eşleştirmesidir. Ancak, ortam ışıklandırması, yaş, cinsiyet, göz yorgunluğu ve renk görme eksiklikleri gibi nedenler görsel renk seçimini etkileyebileceğinden, renk skalaları ile renk tayini tutarsız ve subjektif bir yöntem olarak kabul edilmiştir (5, 23, 31, 32). Öte yandan, bu yöntem hızlı, kolay, ucuz olması (5), bireylerin ayırt edici yeteneklerinin eğitim ve deneyim (22, 33) ile geliştirilebilir olması sebebiyle diş rengindeki değişiklikleri ölçmek için diş beyazlatma işlemlerinde ve birçok çalışmada yaygın bir şekilde kullanılmaktadır (23, 34, 35, 187). En fazla kullanılan renk skalalarından biri olan, VITA Klasik Renk Skala'sının (36-38) renk aralığının yetersiz ve sekmeler arasındaki renk farklılıklarının tekdüze olduğu ve sistematik olmadığı belirtilmiştir (39, 40). 3D Master Beyazlatma Skalası'nın ise; daha geniş, daha iyi renk dağılımına sahip olduğu ve diğer renk skalalarına göre daha iyi tekrarlanabildiği bildirilmiştir (40-42). Diğer çalışmalarla karşılaştırma olanağı sunması ve bahsedilen avantajlarından dolayı bu çalışmada renk değerlendirilmesinde subjektif yöntemlerden olan Vita Klasik Renk Skala'sı ve buna ek olarak Vita 3D Master Beyazlatma Skala'sı kullanılmıştır. Düz yüzeylerde renk ölçümü için tasarlanan kolorimetreler ise beyazlatma yapılan dişlerin genellikle düz yüzeyli olmamasından bu klinik çalışmada tercih edilmemiştir. Buna ek olarak dişlerin, translusent özellikte olmasının, ölçülen diş kenarından ışık kaybına sebep olarak hatalı sonuçlara sebep verebileceği ve dişlerle zayıf uyum gösterebileceği daha önceki çalışmalarda bildirilmiştir (5, 23, 35). Klinik çalışmalarda kolorimetre ölçüm başlığının diş yüzeyine doğru şekilde hizalanmasını sağlamak için ön dişlere göre ayarlanmış deliklere sahip özel yapım ağız plaklarının kullanılması gerekmektedir (55). Bazı çalışmalar, spektrometreye dayalı renk ölçümünün, diğer temas ölçüm cihazlarına kıyasla, insan renk algısına daha yakın olduğunu göstermiştir (62, 63). Ancak, nispeten yüksek maliyetleri ve ölçüm için standart aydınlatma/görüntüleme koşullarına ihtiyaç duyulduğundan, spektrometreler ile diş rengi ölçümü yapılan çalışmalar, diğer renk ölçüm cihazlarının kullanıldığı çalışmalardan daha az sayıdadır (23).

Çalışmamızda renk değerlendirilmesinde Vita Klasik Renk Skalası ve 3D Master Beyazlatma Skalası'nın yanı sıra, objektif bir yöntem olan spektrofotometre de kullanılmıştır. Diş renginin seçiminde, *in vivo* ve *in vitro* çalışmaların incelendiği

sistematik değerlendirmelerin çoğunda, spektrofotometre kullanımının daha iyi, güvenilir, tutarlı ve tekrarlanabilir sonuçlar verdiği rapor edilmiştir (30, 32, 45, 231).

Spektrofotometre ölçümleri, tutulma konumuna, ortam ışığına ve ağız açıklığına çok duyarlı olduğundan, verilerin toplanması aşamasında bireysel sistematik hatalardan kaynaklanabilecek sapmaları ve renk ölçüm hatalarını en aza indirmek için çalışmamızda ölçümler aynı araştırmacı tarafından gerçekleştirilerek, veriler arasında daha doğru karşılaştırmalar yapılabilmiiştir (189).

Dişin orta üçlüsü diş rengini en iyi yansıtan bölgesi iken; insizali en translüsens yapıda olup, ışık yansımalarından ve arka plandan en çok etkilenen bölgesidir. Dişin servikal bölgesindeki rengi ise, ağızdaki yumuşak dokulardan ve dişetinden etkilenir (39, 189, 232-234). Yapılan spektrofotometrik ölçümlerde diğer klinik çalışmalarla (13, 189, 225, 227, 230, 231, 235) uyumlu olarak bizim çalışmamızda da ölçümler dişin rengini en iyi yansıtan orta üçlüden yapılmıştır.

Işık kaynağının beyazlatma etkinliğine katkısı, son yılların en çok tartışılan konularından biridir. Işık ve ısının varlığı, hidrojen peroksitin reaktivitesini arttırmaktadır (1, 14). Beyazlatma jelindeki foto başlatıcıların rengine uyan ışık dalga boyları, hidrojen peroksitten hidroksil radikallerinin oluşumunu artırır ve bu tepkime sıcaklığın yükselmesiyle hızlandırılır (1, 9, 236, 237). Her 10°C lık sıcaklık artışının hidrojen peroksitin ayrışma hızını 2,2 kez arttırdığı bilinmektedir (14). Işığın beyazlatma jeli ile etkileşimini arttırmak için üreticiler, maksimum ışık emilimini sağlayarak ısıya dönüşen enerjiyi destekleyebilecek pigmentler ekleyerek beyazlatma etkinliğini arttırmayı hedeflemişlerdir (227). Ancak ışık kaynaklarının klinik başarısı ile ilgili henüz fikir birliğine varılamamıştır; ışık kaynağı aktivasyonu ile yapılan beyazlatma tedavilerinin, uygulamanın etkinliğini arttırdığını (1, 16, 238-240), ışık aktivasyonunun HP konsantrasyonuna bağlı olarak beyazlatma etkinliğini etkilediği (225, 235, 241) ve ışık aktivasyonlarının hiçbir etkisi olmadığını rapor eden çalışmalar mevcuttur (186, 227). Işık kaynağı kullanılarak aktive edilen beyazlatma tedavilerini inceleyen bir derlemede ise, kullanılan ek bir ışık cihazının beyazlatma etkinliğini arttırmadığı sonucuna varılmıştır (242). Yakın zamanda yayınlanmış olan iki meta-analizde, ışık kaynağı kullanılan/kullanılmayan beyazlatma tedavileri

arasında farklılık olmadığı, istenilen beyazlatma sonuçlarının elde edilmesinde, ışık kullanımının zorunlu olmadığı sonucuna varılmıştır (243, 244). Bunların yanı sıra, bir ışık cihazı ile aktive edilen ofis tipi beyazlatma tedavisinin, hastanın koltukta geçirdiği süreyi azalttığı, ayrıca hem hasta hem de hekim için maliyeti düşürdüğü bilinmektedir (1, 184, 227, 231, 235).

Kuarz-tungsten-halojen (QTH) lambalar, plazma ark lambalar, LED (light emitting diode), farklı dalga boylarında lazerler ve hibrit ışık kaynakları (LED/lazer) gibi birçok ışık cihazı ofis tipi beyazlatma tedavilerinde kullanılmaktadır. Diyot lazer cihazlarının basit ve kısa uygulama süresi (190); LED ışık kaynaklarının ise hafif, kolay ulaşılabilir ve ucuz olmaları sebebiyle çalışmamızda bu iki popüler ışık kaynağı tercih edilmiştir.

Çalışmamızda beyazlatma uygulamasından hemen sonra, 48 saat (225, 235), 1 hafta (13, 16, 187, 227, 231), 1 ay (227, 231) , 6 ay (226, 227) ve 9 ay sonra renk değerlendirilmesi, diş hassasiyeti, dişeti irritasyonu değerlendirilmiştir. Ayrıca diş hassiyeti beyazlatma uygulaması sırasında da kaydedilmiştir (230).

Çalışmamızda beyazlatma işlemi sonrasında oluşan subjektif renk değerlendirmeleri Δ SGU değerleri ile yapılmıştır. Vita Klasik Renk Skalası için ise 5 birim Δ SGU ve 3D Master Beyazlatma Skala'sı için 7-8 birim Δ SGU değeri tespit edilmiştir. Objektif renk değerlendirmesi ise, CIE Lab renk sistemi kullanılarak hesaplanan ΔE değerleri ile gerçekleştirilmiştir (16, 226, 230, 231). ΔE değeri iki renk ölçümü arasındaki farkı ifade etmektedir. ΔE değerinin 3,3 ve daha büyük olması, klinik olarak renk değişiminin algılanmasında eşik değer olarak kabul edilmiştir (226). Bizim çalışmamızda, her iki beyazlatma sisteminde işlemden sonra hesaplanan ortalama ΔE değerlerinin 3,3'ten büyük olduğu tespit edilmiştir (Diyot lazer: 4,19 / LED: 3,89). Hem subjektif hem objektif yöntemlerle yapılan renk değerlendirmelerinde, her iki ışık kaynağı kullanılan beyazlatma işleminde de klinik olarak algılanabilir renk değişimi gözlenmiştir. Değerlendirilen zaman dilimlerinin hiç birinde Klasik Skala ve 3D Master Beyazlatma skalaları (*subjektif*) ile yapılan değerlendirmelerde LED ve Diyot Lazer ile yapılan beyazlatma sonrasında elde edilen sonuçlar arasında fark görülmemiştir. Spektrofotometrik

değerlendirmede (*objektif*) ise, 6. ay kontrolünde Diyet Lazer grubunda elde edilen ΔE değerlerinin istatistiksel olarak anlamlı ölçüde LED grubundan daha yüksek olduğu saptanmıştır. Altıncı ay kontrolü dışındaki diğer tüm zaman dilimleri için ise ΔE bulguları açısından her iki sistem arasında farka rastlanılmamıştır. Diyet Lazer ve LED ışık kaynakları kullanılarak yapılan beyazlatma tedavileri arasında renk açısından fark yoktur, H_0 hipotezi kısmen kabul edilmiştir.

Dış beyazlatma, birçok farklı renk parametresinin değişimini içermektedir. *Lightness* genel olarak beyazlatma işleminin etkinliğini değerlendirmek için en çok kullanılan parametrelerdendir (189). Çalışmamızda, Diyet Lazer grubunun ΔL değerleri, LED grubundan tüm zamanlarda yüksek görülmekle birlikte, aradaki fark sadece 1. hafta ve 6. ay kontrollerinde istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Δa değerleri için, LED ve Diyet lazer sistemi karşılaştırıldığında 48 saatte ve 6 ayda yapılan kontrollerde LED sisteminin istatistiksel olarak anlamlı daha büyük değerler gösterdiği görülmüştür. Δb değerleri için, LED grubunda 48 saatte, 1 haftada, 1 ayda ve 6 ayda b değerindeki kaymanın Diyet Lazer grubundan istatistiksel olarak daha büyük olduğu bulunmuştur. Δb değerleri için hem Diyet Lazer hem LED grubunda 1 haftalık kontrollerin 1. ay hariç diğer tüm zamanlardan anlamlı yüksek olduğu görülmüştür.

Çalışmamızın 6.ay kontrolünde Diyet Lazer ile elde edilen ΔE değerleri LED ışık kaynağı aktivasyonundan anlamlı olarak yüksek bulunmuştur. Bu sonuç, 6. ayda Diyet Lazerde anlamlı olarak yüksek görülen ΔL değerinden kaynaklanıyor olabilir. Wetter ve ark (178), 808 nm diyet lazer ve LED ışık kaynağını iki farklı beyazlatma jeli kullanarak sığır dişleri üzerindeki etkinliklerini karşılaştırmışlardır. Bu *in vitro* çalışmada, bizim çalışmamızda da kullanmış olduğumuz beyazlatma jeli Whiteness HP ile diyet lazer kombinasyonu, çalışmamızın 1. hafta ve 6. ay sonuçlarıyla uyumlu olarak, istatistiksel olarak anlamlı daha yüksek ΔL değerleri göstermiştir. Wetter ve ark.'nın (189) başka bir çalışmada ise, beyazlatma ajanının (çalışmamızda kullanmış olduğumuz, % 35 Whiteness HP) diyet lazer (808 nm) ve LED ışık kaynakları ile aktive edildiği ofis tipi ve ev tipi beyazlatma sistemleri klinik olarak karşılaştırılmıştır. Spektrofometrik renk değerlendirilmesinin yapıldığı 3 aylık kontrollü çalışmalarında, LED ile aktive edilen grubun daha yüksek ΔL değerleri

gösterdiği rapor edilmiştir. Bizim çalışmamızda ise bu verilerin aksine, Diyot lazer ile aktive edilen yarım çenede ΔL , 1 hafta ve 6 ayda istatistiksel olarak LED'den anlamlı derecede yüksek değerler göstermiştir. Bu farklı bulguların sebebi çalışmamızda bölünmüş çene modeli kullanılması ve sistemlerin aynı dış faktörlere maruz bırakılmış olmasından kaynaklanıyor olabilir. Ayrıca kullanılan diyot lazer sistemlerinin dalga boyu ve uygulama süresi gibi farklı parametrelere sahip olması, farklı beyazlatma prosedürleri (ek olarak 1 hafta ev tipi beyazlatma) uygulaması ve 3 aylık kontrol süresi bu farklı sonuçları doğurmuş olabilir. Ancak bahsi geçen çalışmada renk ölçümü için en önemli veri olan ΔE değerleri hesaplanmamıştır.

Altıncı ay sonunda Diyot lazer ile daha yüksek ΔE değerleri görülse de Vita Klasik Skala ve Vita 3D Master Beyazlatma Skalası ile yapılan renk değerlendirmelerinde iki grup arasında fark görülmemiştir.

Diyot lazer, KTP lazer dalga boylarının ve LED ışık kaynaklarının maksiller anterior dişler üzerinde %35 HP ajan kullanarak beyazlatma etkinliğinin karşılaştırıldığı *in vitro* bir çalışmada LED ve Diyot lazer destekli beyazlatma işlemleri arasında ΔE değerleri arasında fark görülmemiştir (196). Farklı ışık kaynakları ile aktive edilen (KTP, Diyot, Nd:YAG, CO₂ lazer, LED) ve geleneksel ofis tipi beyazlatma sistemlerini karşılaştıran başka bir *in vitro* çalışmada da, LED ve Diyot lazer kullanılan gruplar arasında renk değerlendirilmesinde fark görülmemiştir (245). Ergin ve ark.'nın (184) Diyot lazer (940 nm), Er:YAG lazer ve LED sistemleri ile yapılan beyazlatma etkinliğinin karşılaştırıldığı *in vitro* çalışmalarında, spektrofotometrik ölçümlerde tüm sistemler arasında ΔE değerlerinde benzer sonuçlar görülmüştür. Bizim çalışmamızda da, bu sonuçlarla uyumlu olarak beyazlatmadan hemen sonrasında Diyot lazer ve LED ışık kaynakları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark görülmemiştir.

Literatürde farklı ışık kaynaklarını karşılaştıran birçok çalışma bulunurken diyot lazer ve LED ile yapılan beyazlatma işlemlerinin klinik ortamda etkinliğini karşılaştıran az sayıda çalışma vardır. Giudice ve ark. % 35'lik HP içeren beyazlatma ajanının LED ve diyot lazer (810 nm) ile aktive edildiği ve 1 haftalık spektrofotometrik sonuçlarını karşılaştırdıkları klinik çalışmalarında, diyot lazerin

beyazlatma etkinliğini arttırmadığını bildirmişlerdir (246). Calderini ve ark. %38'lik HP jel ile 10 hastada bölünmüş çene çalışma modeli kullanarak, LED ve Diyot lazer (980 nm) ile yapılan beyazlatma işleminde, 2 hafta sonunda spektrofotometrik ölçümlerde iki sistem arasında renk farkı görülmediğini rapor etmişlerdir (1). Bizim çalışmamız da bu sonuçlarla uyumludur.

Gürkan ve ark.'nın (13) % 38'lik HP ışık aktivasyonu olmadan, % 37'lik HP ile diyot lazer (815 nm), % 35'lik HP ile plazma ark ve % 38'lik HP ile LED ışık cihazının uygulandığı grupların karşılaştırıldığı klinik çalışmalarında, Vita Klasik Renk Skalası kullanılarak yapılan renk değerlendirilmesinde fark görülmezken, spektrofotometrik değerlendirmede diyot lazer grubunun ΔE değeri diğer gruplara göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksek bulunmuştur. Bizim çalışmamızda Vita Klasik Renk Skalası ile elde edilen ölçümlerde, her iki beyazlatma yönteminde bir farka rastlanılmamışken, spektrofotometrik analizde belirtilen çalışmadan farklı olarak, altıncı aylık kontroller dışında, iki ışık aktivasyonu arasında fark görülmemiştir. Ayrıca diyot lazer kullanılan grupta ΔL çalışmamızla uyumlu olarak 1 haftalık kontrolde en yüksek değerleri vermiştir. Δa değerinin en yüksek diyot lazer grubunda, en düşük LED grubunda görüldüğü bildirilmiştir. Bu bulgudan farklı olarak bizim çalışmamızın 1 haftalık Δa değerleri arasında fark görülmemiştir. Δb değeri için ise, belirtilen çalışmadan farklı olarak bu tez çalışmasında 1 haftalık kontrollerde LED grubu istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksek değerler göstermiştir (13). Elde edilen sonuçlardaki bu farklılıklar, çalışmamızda bölünmüş çene modeli kullanılması dolayısıyla aynı ağız ortamında iki sistemin karşılaştırılmış olmasından kaynaklanıyor olabilir. Bahsi geçen çalışmada ise her hastada farklı HP konsantrasyonları ve beyazlatma sistemleri kullanılarak karşılaştırma yapılmıştır.

Bu çalışmada, %35'lik HP içeren Whiteness HP beyazlatma jeli ve kullanılan LED ve Diyot lazer ışık kaynaklarıyla yapılan beyazlatma uygulamalarının beyazlatma etkinliğinin, 1 hafta ve 1 ay sonra diğer değerlendirilen zaman dilimlerine göre anlamlı düzeyde daha yüksek olduğu saptanmıştır. Bir ay kontrolüne göre 6. ve 9. ayda her iki sistemde de geri dönüş görülmüştür, ancak beyazlatmadan hemen sonra elde edilen beyazlık değerlerinden aşağıya düşmemiştir.

Çalışmamızda her iki ışık kaynağı için de beyazlatma işlemi sonrasında elde edilen ΔE değerlerinin, 9. ay sonundaki değerlerden farklı olmadığı görülmüştür. Dolayısıyla her iki ışık kaynağı için de beyazlatmadan hemen sonra elde edilen renk değişim değerlerinin, 9 aylık takip sonrasında elde edilen renk değerleri arasında fark olmadığı yönündeki H₀ hipotezi kabul edilmiştir. Bu da %35 HP içeren Whiteness HP beyazlatma jelinin hem LED hem de Diyot lazer ile aktivasyonu sonucunda elde edilen beyazlatma etkinliğinin 9 ay boyunca klinik olarak devam ettiğinin ($\Delta E > 3,3$) göstergesidir. Beyazlatma devamlılığını karşılaştıran uzun dönem klinik çalışmaların çoğunda ışık kaynağı kullanılarak veya kullanılmadan gerçekleştirilmiş olup, ışık kaynağı olarak da genellikle hibrit ışık (LED/Diyot) tercih edilmiştir (187, 227, 231).

Moghadam ve ark. (226) LED ışık kaynağı ile aktive edilen ofis ve ev tipi beyazlatma işlemlerini bölünmüş çene çalışma modeli üzerinde karşılaştırdıkları 6 ay kontrollü klinik çalışmalarında, beyazlatma işleminden hemen sonraki ve 6 aylık sonunda ölçülen ΔE değerleri arasında anlamlı bir farklılık olmadığını belirtmişlerdir. Yakın zamanda yayınlanmış olan diğer klinik bir çalışmada hibrit ışık kaynağı (LED/Diyot) ile aktive edilen ve edilmeyen farklı konsantrasyonlu HP içeren jellerin 3 yıllık takip sonucunda benzer renk değişimi gösterdiği rapor edilmiştir (231). Mondelli ve ark.nın (227) bölünmüş çene çalışma modeli kullanarak farklı konsantrasyonlu (%35 ve %38) HP içeren beyazlatma ajanlarını hibrit ışık (LED/Diyot) kullanarak aktive ettikleri ve etmedikleri hasta gruplarını karşılaştırdıkları 24 ay takip edilen klinik çalışmalarında, ofis tipi beyazlatma sistemleri benzer sonuçlar göstermiştir (227).

Literatürde bu çalışmada kullanılan Diyot lazer ve LED ışık kaynağı ile yapılan beyazlatmanın uzun dönem klinik takip çalışmasına rastlanılmamıştır. Bu durum elde ettiğimiz sonuçların klinik koşullarda gerçekleştirilen diğer beyazlatma çalışmaları ile karşılaştırılmasını zorlaştırmaktadır.

Işıkla aktive edilen beyazlatma işlemlerinde, ışık kaynakları tarafından üretilen ısının pulpa irritasyonu veya nekroz gibi ciddi hasarlara neden olabileceği konusunda endişeler bulunmaktadır. Beyazlatma ajanı, ışık kaynaklarıyla aktive

edildiğinde, belli miktarda ışık, ajan tarafından absorbe edilir ve elde edilen enerji ısıya dönüşerek bazı yan etkiler meydana getirebilir (1, 247). Sıcaklık artışı, protoplazmanın pıhtılaşmasına, pulpada ve dentin tübüllerinde sıvının genişlemesine neden olur ve dentin tübüllerinden sıvı akışını artırır (247). Diğer yandan, beyazlatma jeli koruyucu bir izolasyon tabakası görevi görmekte ve bu tip bir beyazlatma işlemini pulpa sağlığı için güvenli kılmaktadır (248).

Zach ve Cohen (198), rhesus maymunları üzerinde yaptıkları bir çalışmada 5,5°C'lik bir sıcaklık artışının maymunların %15'inde; 11,1°C'lik bir artışın maymunların %60'ında; 16,6°C'lik bir sıcaklık artışının maymunların %100'ünde pulpada geri dönüşümsüz değişikliğe sebep olduğunu bildirmişlerdir. Bu da pulpa dokusunda potansiyel bir histopatolojik değişikliğin, 5,5°C'lik bir sıcaklık değişimiyle meydana geldiğini göstermektedir. Bununla birlikte, bazı yazarlar farklı sonuçlar bildirmişlerdir. Eriksson ve ark. (249), 1 dakika boyunca maruz kalınan 42 °C' nin kritik sıcaklık değeri olabileceğini; Baldissara ve ark. (201) insandaki 8,9 – 14,7°C intrapulpal sıcaklık artışının pulpa patolojisine neden olmadığını rapor etmişlerdir.

Pulpa hasarına neden olan en düşük sıcaklık artışı konusunda herhangi bir anlaşmaya varılamadığı için, klinik tedavilerde olası iyatrojenik problemleri en aza indiren bir ışık kaynağı kullanılmalıdır. FDA diş beyazlatma tedavileri için argon, CO₂ ve diyot lazer sistemlerinin kullanımını onaylanmıştır (250).

Bizim çalışmamızda Diyot lazerle (Diyot lazer $T_{\text{fark}}: 16,48 \pm 4,17$) yapılan beyazlatma işleminde diş yüzeyinde oluşan sıcaklık farkı, LED ışık kaynağından (LED $T_{\text{fark}}: 9,81 \pm 3,81$) istatistiksel olarak yüksek bulunmuştur. Bu bulgu diyot lazerin diğer ışık kaynaklarıyla karşılaştırıldığında yüksek (193, 196, 197, 251-253), LED ışık cihazının diğer ışık kaynaklarıyla karşılaştırıldığında düşük (196, 197, 253, 254) sıcaklık artışına sebep olduğunu gösteren önceki literatür bilgileriyle uyumludur. Carrasco ve ark. (255), ışıkla aktive edilen diş beyazlatma sırasında halojen ışığın, LED ve LED/lazer sistemine göre daha yüksek; LED ışık sisteminin en düşük pulpa odası sıcaklık artışına neden olduğunu fakat pulpa odasının sıcaklığındaki artışın pulpa sağlığı ile uyumlu olduğunu bildirmiştir.

Çalışmamızda, LED ile yapılan beyazlatma esnasında dişlerde oluşan ortalama sıcaklık değeri 35,84°C; Diyet lazer ile oluşan değer ise buna çok yakın olan 34,69°C'dir. Ancak aradaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p < 0,05$). LED ile beyazlatma esnasında ışık aktivasyonu işlem süresince (16 dakika) devam ettiğinden sıcaklık seviyesinin doğrusal seyrettiği, Diyet ile beyazlatmada ise aktivasyon belirli aralıklarla tekrarlandığından (30s x 4) bu sürelerde ani sıcaklık yükselmeleri gözlemlenmiştir.

Zhang ve ark. (196) diyet, KTP lazer dalga boylarını ve LED ışık kaynağı kullanarak, pulpa odasındaki sıcaklık değişimini beyazlatma işlemi sırasında incelemiştir; çalışmamızla uyumlu olarak LED ışık cihazında en düşük ve diyet lazerde en yüksek sıcaklık artışı görülmüştür. Sulieman ve ark. (193) plazma ark, halojen lamba, xenon halojen lamba ve diyet lazerle aktive edilen beyazlatma işlemlerinin diş yüzeyinde ve pulpa odasında oluşturduğu sıcaklık farkını karşılaştırdığı *in vitro* çalışmalarında en yüksek sıcaklık farkının diyet lazerde görüldüğü rapor edilmiştir. Diğer bir *in vitro* çalışmada, iki farklı güç modunda (0,9 W - 2 W, 960 nm) diyet lazer ve xenon ark lamba kullanarak beyazlatma işlemi sırasında pulpa odasındaki en yüksek sıcaklık değişiminin 2W diyet lazerde (4 - 12°C) olduğu bildirilmiştir (252). Yukarıdaki çalışmalara benzer olarak Eldeniz ve ark. (197) da diyet lazerle beyazlatmanın diğer ışık kaynaklarına kıyasla pulpa odasında daha fazla sıcaklık artışına neden olduğunu, LED ışık kaynağının en düşük sıcaklık artışı meydana getirdiğini rapor etmiştir. Bu çalışmalarda, diyet lazerin pulpa için kritik değer olan 5,5°C'den daha yüksek sıcaklık artışlarına sebebiyet vermesinden dolayı, diyet lazer kullanılırken dikkat edilmesi gerektiği vurgulanmıştır. Bunun aksine, Tamara ve ark. (188) iki farklı dalga boyunda diyet lazer (940nm-980nm) kullanarak aktive ettikleri beyazlatma işlemi sırasında pulpada meydana gelen sıcaklık artışını değerlendirmiştir. 940nm (2,73°C) daha düşük sıcaklık farkı oluştursa da iki dalga boyunun da güvenli olduğu bildirilmiştir.

Pulpa odasında meydana gelen sıcaklık artışıyla; *in vivo* şartlarda termal uyarının yoğunluğu ve süresi ile bağlantılı olarak sinir sisteminin termal stimülasyonu aktif hale gelir. Dentin tübüllerindeki sıvı hareketinde artış ve pulpadaki kan akışının hızında değişiklik gibi bazı koruyucu mekanizmalar devreye

girer (256). Pulpanın kan dolaşımı sisteminin, canlı pulpayı termal hasarlardan korumak için oluşan yüksek ısıyı dağıtan ve gideren ana düzenleme mekanizması olduğu bildirilmiştir (251, 256). Pulpa sıcaklığındaki artışları değerlendiren önceki çalışmaların çoğunda pulpadaki kan dolaşımının ısı düzenleme etkisi ihmal edilmiş, bu sebeple pulpadaki sıcaklık artışı kritik değerden yüksek bulunmuş olabilir. Nitekim Sari ve ark. (199) pulpanın kan dolaşımını taklit eden bir çalışma düzeneği hazırlayarak, beyazlatma işlemi sırasında pulpa odasındaki sıcaklık artışını değerlendirdikleri *in vitro* çalışmalarında, kullanılan tüm ışık kaynaklarının (Er:YAG, diyot lazer ve LED) oluşturduğu sıcaklığın, pulpada hasara neden olan kritik değer in altında olduğunu rapor etmişlerdir. Pulpa odasındaki en yüksek sıcaklık, diyot lazer ile (2,61°C) en düşük ise LED (1,86°C) ile beyazlatma yapılan grupta görülmüştür. Tüm bu verileri destekleyecek şekilde pulpadaki mikro-sirkülasyonunun simüle edildiği/edilmediği *in vitro* bir çalışmada, dolaşımın taklit edildiği gruplarda, halojen dışındaki test edilen tüm ışık kaynaklarıyla yapılan beyazlatma esnasında pulpada oluşan sıcaklığın ortalama olarak (4°C'nin altında) kritik değer in altında olduğu rapor edilmiştir (251).

Bizim çalışmamızda elde edilen verilerin *in vivo* şartlarda hasta üzerinde gerçekleştirilmiş olması nedeniyle yukarıda bahsedilen çalışmaların sonuçlarıyla mukayese edilmesi mümkün değildir. Zira *in vitro* çalışmaların çoğunda pulpa odasındaki sıcaklık değişimi incelenmiştir. Beyazlatma jeli ve diş yüzeyindeki sıcaklık farkını araştıran az sayıda *in vitro* çalışma vardır. Sulieman ve ark. (248) farklı beyazlatma parametrelerindeki diyot lazerin, diş yüzeyinde ve pulpa odasında oluşturduğu sıcaklık artışını ölçtükleri *in vitro* çalışmalarında beyazlatma jelinin koruyucu bir bariyer gibi davrandığını, 3W gücündeki diyot lazer kullanıldığında diş yüzeyindeki sıcaklık değişimi 11,6°C olduğunu göstermişlerdir. Çalışmamızda da diyot lazerin diş yüzeyindeki ortalama sıcaklık artışı 16,48°C'dir. Bu farkın kullanılan diyot lazerin farklı dalga boyu ve farklı gücünden kaynaklandığı düşünülebilir. Ayrıca bahsedilen çalışma *in vitro* koşullarda gerçekleştirilmiştir. Literatürde beyazlatma işlemi esnasında *in vivo* koşullarda diş yüzeyinde meydana gelen sıcaklık değişimini değerlendiren sadece bir çalışmaya rastlanılmıştır. de Feriatas ve ark. (187) tarafından gerçekleştirilen bu klinik çalışmada, bölünmüş çene

modelinde hibrit ışık (LED/lazer) kaynağı ile beyazlatma yapılan arkta 34,1°C, herhangi bir ışık aktivasyonunun yapılmadığında ise diş yüzeyinde oluşan ortalama sıcaklık değerinin 30,7°C olduğu bildirilmiştir. Bizim çalışmamızda, diyot lazer ile aktivasyonda diş yüzeyinde oluşan ortalama sıcaklık değeri 34,69°C, LED’de ise 35,84°C’dir. Elde edilen bu değerlerin Feriatas’ın çalışmasında kullanılan ışık kaynağı ile diş yüzeylerinde oluşturulan ortalama sıcaklık değerlerine yakın olduğu görülmüştür.

Bu çalışmada sıcaklık verileri değerlendirilirken, sıcaklık ölçer cihazın probu dişe sadece bir noktada temas etmiştir ve probun yüzey alanının diğer bütün kısımları jel içerisinde kalmıştır. Dolayısıyla ağırlıklı olarak beyazlatma jeli içerisindeki sıcaklık değerleri ölçülmüştür. Çalışmanın bir diğer parametresi olan diş hassasiyeti verileri ile değerlendirildiğinde beyazlatmadan hemen sonra Diyot lazer ile diş hassasiyetinin görülmemesi, jelde en yüksek sıcaklık artışı görülmesine rağmen, dişte sıcaklık artışının oluşmamasına bağlanabilir. Ancak bu çalışmada pulpa içerisinde sıcaklık değişimi ölçülmemiştir. İleride yapılacak çalışmalarda bu durum gözönünde bulundurulmalıdır.

Benetti ve ark.’nın (194) beyazlatma tedavisi sırasında kullanılan ışık kaynaklarının pulpa dokusu üzerindeki etkilerini inceleyen yakın zamanlı sistematik derlemelerinde farklı ışık tiplerinin pulpa dokusunu etkilemediğini bildirilmiştir.

Dolayısıyla Diyot lazer ve LED ışık kaynağı ile yapılan beyazlatma işlemi sırasında diş yüzeyinde oluşan sıcaklık artışı arasında fark olmayacağı yönündeki H₀ hipotezi reddedilmiştir.

Bu çalışmada her iki ışık kaynağında da yapılan beyazlatmada diş yüzeyinde oluşan sıcaklık artışı yüksek görülse de, 9 aylık takip süresince hastalarda görülen hassasiyet verileri değerlendirildiğinde yapılan işlemin pulpa sağlığı için güvenli olduğu söylenebilir. Ayrıca diş yüzeyinde ölçülen ortalama sıcaklık değerleri baz alındığında; uzun süre hastanın ağzının açık olması sebebiyle, dişlerin başlangıçtaki sıcaklık değerlerinin vücut sıcaklığından çok daha düşük olduğu ve dolayısıyla pulpa için termal hasar yaratacak sıcaklık farkı oluşmadığı düşünülmelidir.

Diş hassasiyeti beyazlatma işleminin klinik olarak en yaygın görülen yan etkisidir (192, 225, 227, 235). Beyazlatma sonrasında görülen hassasiyet, hidrojen peroksitin alt ürünlerinin mineden, dentin ve pulpa dokusuna nüfuz etmesiyle, geri dönüşümlü pulpitis ve bunun sonucunda da dişlerin termal hassasiyetine neden olur. Hidrojen peroksitin alt ürünleriyle meydana gelen bu hassasiyet, dentin aşırı duyarlılığından farklıdır ve kalıcı hasara neden olmaz (227). Oluşan hassasiyet, peroksit konsantrasyonu, jelin uygulanma süresi ve sıklığı ışık aktivasyonu ile pulpada meydana gelen sıcaklık artışı ile ilişkilidir (18, 227, 257, 258).

Bizim çalışmamızda diş hassasiyeti, VAS (1, 187, 192, 226, 230) *Görsel Analog Skala* kullanılarak katılımcılar tarafından belirlenen 0 ile 10 arasında değişen rakamsal veriler ile değerlendirilmiştir. Hem Diyet lazer hem de LED ile yapılan aktivasyonlar arasında hiçbir zaman diliminde hassasiyet açısından istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır. Dolayısıyla Diyet lazer ve LED ışık kaynağı ile yapılan beyazlatma işlemi sırasında diş hassasiyeti açısından fark yoktur şeklindeki H₀ hipotezi kabul edilmiştir.

Gürkan ve ark.'nın diyet lazer, LED, plazma ark ile aktive edilen ve hiçbir ışık kaynağı ile aktive edilmeyen ofis tipi beyazlatma işlemlerini karşılaştıran klinik çalışmalarında, diyet lazer kullanılan hasta grubunda daha az diş hassasiyeti görüldüğü rapor edilmiştir (13). Benzer şekilde, Calderini ve ark.'nın (1) %38 HP içeren beyazlatma jeli kullanarak diyet lazer ve LED ışık cihazlarıyla aktive edilen beyazlatma tedavisini bölünmüş çene modelinde karşılaştırdıkları *in vivo* çalışmalarında, LED ışık cihazı uygulanan tarafta istatistiksel olarak anlamlı derecede daha fazla diş hassasiyeti görüldüğü bildirilmiştir. Bu çalışmaların aksine, Diyet lazer ve LED ışık aktivasyonlarının karşılaştırıldığı başka bir *in vivo* çalışmada, diyet lazer kullanılan hasta grubunda daha fazla diş hassasiyetinin görüldüğü rapor edilmiştir (246). Bu farklı sonuçlar HP konsantrasyonu, kullanılan ışık cihazlarının dalga boyu, parametre ve aktivasyon sürelerinin farklı olmasından kaynaklanmış olabilir.

Işık aktivasyonunun ve farklı HP konsantrasyonlarının beyazlatma sonrası görülen diş hassasiyete etkisini araştıran *in vivo* çalışmada ışık aktivasyonu varlığının

diş hassasiyetini etkilemediği, hassasiyetin HP konsantrasyonundan kaynaklandığı rapor edilmiştir (192). Wetter ve ark.'nın %35'lik HP içeren jel ile LED, diyot lazer aktivasyonlarının ve ev tipi beyazlatma işlemlerinin karşılaştırıldığı ve 3 ay takip edilen *in vivo* çalışmalarında gruplar arasında diş hassasiyeti açısından bir fark görülmemiştir (189). Bizim çalışmamızda da, diş hassasiyetinin kullanılan ışık kaynağından bağımsız olduğu izlenmiştir.

Mondelli ve ark. (231) %35'lik HP kullanılarak, hibrit ışık kaynağı ile aktive edilen/edilmeyen beyazlatma çalışmalarında, hibrit ışık kaynağı kullanılan dişlerde daha az diş hassasiyeti tespit etmişlerdir. Bu sonucun ışık kaynağı kullanılan gruplarda beyazlatma jelinin diş üzerinde kalma süresinin ışık kaynağı kullanılmayan gruplara göre daha az (yarısı kadar) olmasından kaynaklanabileceği düşünülmüştür. Bizim çalışmamızda aktivasyon için iki farklı ışık kaynağı kullanılmıştır ancak kullanılan beyazlatma jeli (%35) ve diş üzerinde kalma süresi (8dk x 2) aynıdır. Dolayısıyla çalışmamızın bulguları, beyazlatma sonrası hastalar tarafından hissedilen diş hassasiyetinin, beyazlatma jelinin HP konsantrasyonundan ve diş üzerinde kalma süresinden etkilendiğini rapor eden araştırmaları destekler niteliktedir (192, 259).

Diş hassasiyeti, HP moleküllerinin mineden dentine ve pulpa odasına doğru ilerlemesinden kaynaklanmaktadır. Bundan dolayı beyazlatma sonrasında hissedilen diş hassasiyeti dişte görülen çatlaklar, dentinin açığa çıktığı bölgeler, dentin tübüllerinin genişliği ve/veya pupa odası genişliği gibi birçok farklı faktöre bağlı olarak değişmektedir (260). Ancak bu hassasiyet geçicidir (192, 231). Çalışmamızda kullanılan iki ışık kaynağı için de, beyazlatma işleminden 48 saat sonra hissedilen diş hassasiyeti değerleri diğer *in vivo* çalışmalarla uyumlu olarak anlamlı derecede azalmıştır (187, 227, 231). Diyot lazer uygulanan diş gruplarında hastaların %60'ında; LED uygulanan diş gruplarında %54,2'sinde beyazlatma sırasında hiç hassasiyet görülmemiştir. Beyazlatmadan hemen sonra, Diyot lazer grubunda hastaların %68,5'inde; LED grubunda %48,5'inde hiç diş hassasiyeti görülmemiştir.

Literatürde lazer destekli beyazlatma ile daha az diş hassasiyeti hissedildiğini bildiren çalışmalar bulunurken (1, 13), hassasiyet açısından farklılık görülmediğini

(187, 192) ve hatta daha fazla diş hassasiyeti bildiren araştırmalar da yer almaktadır (186, 235, 246).

Hibrit ışık kaynağı (LED/lazer) ile aktive edilen ve ışık kaynağı kullanılmadan yapılan beyazlatma tedavisini karşılaştıran klinik bir çalışmada işlemden hemen sonrası için hissedilen hassasiyet arasında istatistiksel bir farklılık bulunmadığı rapor edilirken, 24 saat içerisinde hissedilen hassasiyetin sonlandığı bildirilmiştir (187). Yine hibrit ışık kaynağı LED/lazer ve ışık kaynağı kullanmayan bir klinik incelemede 24 saat sonrası hassasiyet değerlendirmelerinde LED/lazer ile aktive edilen grubun hassasiyetinin daha fazla olduğu bildirilmiştir (235).

Ev tipi, ofis tipi ve LED/lazer destekli beyazlatma sistemlerinin karşılaştırıldığı Mondelli ve ark, nın klinik bir çalışmasında, iki yılın sonunda gruplar arasında hassasiyet açısından istatistiksel bir fark olmadığı belirtilmiştir (227).

Bölünmüş çene modelinde, LED ve hibrit (LED/lazer) ışık aktivasyonunun karşılaştırıldığı klinik çalışmada hassasiyet açısından anlamlı bir farklılık bulunamamıştır (261).

Tüm bu çalışmaların aksine, diyot lazer (810nm, %37 HP), PAC (400-490nm %35 HP), LED (400-500nm, %38 HP) ve ışıkla aktive edilmeyen beyazlatma sistemlerinin araştırıldığı bir çalışmada en düşük hassasiyet diyot lazer grubunda görülmüştür (13).

Nd:YAG lazer kullanılan ve kullanılmayan bölünmüş çene modelinde çalışılan bir klinik çalışmada hastaların yarısında diş hassasiyeti ile ilgili olarak anlamlı fark bulunmuştur. Bazı hastalar lazerle aktive edilen dişlerinde orta dereceli ısınma hissi bildirmiştir (186). Işık kaynakları ile aktive edilen ve edilmeyen klinik beyazlatma çalışmalarını inceleyen bir meta analizde ışık kaynağı kullanımının diş hassasiyetini etkilemediği bildirilmiştir (243).

İncelenen çalışmalar sonucunda lazer destekli beyazlatma tedavisinin diğer beyazlatma yöntemleriyle ya da diğer ışık kaynaklarıyla yapılan beyazlatma tedavileriyle karşılaştırıldığında diş hassasiyetini artırdığı ya da azalttığı söylenemez. Bir çok çalışmada güç ayarları, uygulanan jel kalınlığı, jel ve ışık kaynağı arasındaki mesafe gibi hassasiyeti etkileyebilecek ayrıntılara yer verilmemiştir. Genel olarak, herhangi bir ışık kaynağı ile yapılan beyazlatma tedavisinin hassasiyet olasılığını artırabileceği göz ardı edilmemelidir (186).

Bu çalışmada değerlendirilen bir diğer parametre de beyazlatma uygulamalarının sık görülen yan etkilerinden biri olan dişeti irritasyonudur. Dişeti irritasyonu bulguları değerlendirildiğinde, hem Diyet lazer hem de LED ile yapılan beyazlatma işlemlerinin hemen sonrasında birer katılımcıda sırasıyla 1 ve 2 irritasyon skoru görülmüştür. Birinci hafta kontrolünde Diyet lazer kullanılan grupta bir katılımcıda 2; LED kullanılan grupta ise 6. ayda 1 katılımcıda ve 9. ayda 1 katılımcıda dişetinde hafif enflamasyon (skor 1) tespit edilmiştir. Diğer katılımcılarda herhangi bir dişeti irritasyonu belirtisine rastlanmamıştır. Dişeti irritasyonu açısından her iki sistem arasında bir fark olmadığı yönünde kurulmuş olan H₀ hipotezi de kabul edilmiştir. Dişeti irritasyonu bulguları değerlendirildiğinde; aynı dişeti bariyeri ve aynı beyazlatma jeli, tek bir araştırmacı tarafından uygulandığından iki ışık kaynağı arasında fark olmaması şaşırtıcı değildir. Ancak LED ışığın, lazer ışığından farklı olarak monokromatik ve doğrusal yayılım göstermemesi, perifer dokularda sıcaklık artışına bağlı olarak irritasyona neden olabileceğinden, çalışmamızda bu parametre de incelenmiştir. Her iki ışık kaynağı arasında dişeti irritasyonu açısından fark görülmemesi bulgusuna dayanarak; LED ışık kaynağının daha fazla aktivasyon süresi olmasına rağmen soğuk bir ışık kaynağı olmasından dolayı, çevre dokuları irritasyon yaratacak düzeyde ısıtmadığı düşünülebilir. Ancak bu çalışmanın bulgularının, farklı dalga boylarında ya da farklı güçlerde ışık kaynağı kullanıldığında farklı sonuçlara sebep olabileceği unutulmamalıdır. Beyazlatma uygulaması sırasında dişeti hassasiyetinin değerlendirildiği klinik bir çalışmada diyet lazer kullanıldığında, LED ve plazma ark ışık kaynaklarına göre daha az dişeti hassasiyeti görüldüğü bildirilmiştir (13). Ancak bahsi geçen çalışmada dişeti hassasiyeti VAS'a göre değerlendirmiş olup objektif

yöntemlerle dişeti irritasyonu değerlendirilmediğinden, diş ve dişeti hassasiyetinin hasta tarafından karıştırılmış olabileceği gözönünde bulundurulmalıdır.

Bu çalışmanın sınırlamaları; katılımcıların genç bireylerden oluşması nedeniyle, elde edilen sonuçların yaşlı bireyler için genelleştirilmesine engel olması (225) ve bölünmüş çene modelinde, ışık kaynağı kullanılmadan yapılan beyazlatma tedavisi ile karşılaştırma yapılamamasıdır. Ayrıca elde edilen bulgularımızın daha uzun süreli klinik takip sonuçlarıyla desteklenmesi gerekmektedir.



6. SONUÇLAR

Bu klinik çalışmanın sınırlamaları dahilinde;

1) Test edilen LED ve Diyet lazer ile aktive edilen beyazlatma tedavileri arasında, subjektif değerlendirmelerde renk değişimleri arasında fark görülmemiştir. Objektif renk değerlendirilmesinde iki ışık kaynağı arasında 6. ay kontrolü hariç istatistiksel olarak fark görülmemiştir.

2) Bu klinik çalışmada hem LED hem Diyet lazer ile aktive edilen beyazlatma tedavilerinin 9. ay kontrolünde beyazlatma etkinliğinde geri dönüş görülmemiştir.

3) Diyet lazer ile yapılan beyazlatma işlemi sırasında diş yüzeyinde açığa çıkan anlık sıcaklık artışı LED ışık kaynağına göre anlamlı seviyede yüksek bulunmuştur. Diş yüzeyindeki ortalama sıcaklık değerleri ise, LED ışık kaynağı ile anlamlı düzeyde daha yüksek tespit edilmiştir.

4) İki ışık kaynağı arasında diş hassasiyeti ve dişeti irritasyonu açısından fark görülmemiştir.

5) Hissedilen diş hassasiyeti değerleri 48 saat sonra iki sistemde de anlamlı olarak düşmüştür.

7. KAYNAKLAR

1. Calderini A, Sciara S, Semeria C, Pantaleo G, Polizzi E. Comparative clinical and psychosocial benefits of tooth bleaching: different light activation of a 38% peroxide gel in a preliminary case-control study. *Clin Case Rep*. 2016;4(8):728-35.
2. Davis LG, Ashworth PD, Spriggs LS. Psychological effects of aesthetic dental treatment. *J Dent*. 1998;26(7):547-54.
3. Kiyak HA. Does Orthodontic Treatment Affect Patients' Quality of Life? *J Dent Educ*. 2008;72(8):886-94.
4. Kershaw S, Newton JT, Williams DM. The influence of tooth colour on the perceptions of personal characteristics among female dental patients: comparisons of unmodified, decayed and 'whitened' teeth. *Br Dent J*. 2008;204(5):E9; 256-7.
5. Joiner A. Tooth colour: a review of the literature. *J Dent*. 2004;32:3-12.
6. Nutter BJ, Sharif MO, Smith AB, Brunton PA. A clinical study comparing the efficacy of light activated in-surgery whitening versus in-surgery whitening without light activation. *J Dent*. 2013;41 Suppl 5:e3-7.
7. Theobald AH, Wong BK, Quick AN, Thomson WM. The impact of the popular media on cosmetic dentistry. *The New Zealand dental journal*. 2006;102(3):58-63.
8. Majeed A, Farooq I, Grobler SR, Rossouw RJ. Tooth-Bleaching: A Review of the Efficacy and Adverse Effects of Various Tooth Whitening Products. *J Coll Physicians Surg Pak*. 2015;25(12):891-6.
9. Joiner A. The bleaching of teeth: A review of the literature. *J Dent*. 2006;34(7):412-9.
10. OKTAY EK. Farklı vital beyazlatma sistemlerinin dis rengi üzerine etkilerinin klinik olarak karsılaştırılması: Hacettepe University; 2006.
11. Fekrazad R, Alimazandarani S, Kalhori KA, Assadian H, Mirmohammadi SM. Comparison of laser and power bleaching techniques in tooth color change. *J Clin Exp Dent*. 2017;9(4):e511-e5.
12. Luk K, Tam L, Hubert M. Effect of light energy on peroxide tooth bleaching. *Journal Am Dent Assoc*. 2004;135(2):194-201.
13. Gurgan S, Cakir FY, Yazici E. Different light-activated in-office bleaching systems: a clinical evaluation. *Lasers Med Sci*. 2010;25(6):817-22.
14. Buchalla W, Attin T. External bleaching therapy with activation by heat, light or laser—a systematic review. *Dent Mater*. 2007;23(5):586-96.
15. De Moor RJ, Verheyen J, Verheyen P, Diachuk A, Meire MA, De Coster PJ, et al. Laser teeth bleaching: evaluation of eventual side effects on enamel and the pulp and the efficiency in vitro and in vivo. *ScientificWorldJournal*. 2015;2015:835405.
16. Ontiveros JC, Paravina RD. Color change of vital teeth exposed to bleaching performed with and without supplementary light. *J Dent*. 2009;37(11):840-7.
17. Kwon SR, Wertz PW. Review of the Mechanism of Tooth Whitening. *J Esthet Restor Dent* : official publication of the American Academy of Esthetic Dentistry. 2015;27(5):240-57.
18. Haywood VB. History, safety, and effectiveness of current bleaching techniques and applications of the nightguard vital bleaching technique. *Quintessence Int* . 1992;23(7):471-88.

19. Alqahtani MQ. Tooth-bleaching procedures and their controversial effects: A literature review. *Saudi Dent J*. 2014;26(2):33-46.
20. Haywood VB, Leech T, Heymann HO, Crumpler D, Bruggers K. Nightguard vital bleaching: effects on enamel surface texture and diffusion. *Quintessence Int*. 1990;21(10):801-4.
21. Bergen S. Dentists color matching skills. Los Angeles: University of California. 1975.
22. Watts A, Addy M. Tooth discolouration and staining: a review of the literature. *Br Dent J*. 2001;190:309.
23. Joiner A, Luo W. Tooth colour and whiteness: A review. *J Dent* . 2017;67:S3-S10.
24. Culpepper WD. A comparative study of shade-matching procedures. *J Prosthet Dent*. 1970;24(2):166-73.
25. Schanda J. CIE colorimetry. *Colorimetry: Understanding the CIE system*. 2007:37-46.
26. Gómez-Polo C, Gómez-Polo M, Martínez Vazquez De Parga JA, Celemin-Viñuela A. 3D Master Toothguide according to L*, C*, and h* coordinates. *Color Res Appl*. 2015;40(5):518-24.
27. Munsell AH. A color notation: Munsell color company; 1919.
28. Chu SJ, Trushkowsky RD, Paravina RD. Dental color matching instruments and systems. Review of clinical and research aspects. *J Dent* . 2010;38:e2-e16.
29. Johnston WM. Color measurement in dentistry. *J Dent* . 2009;37:e2-e6.
30. Brook A, Smith R, Lath D. The clinical measurement of tooth colour and stain. *Int Dent J*. 2007;57(5):324-30.
31. Chen H, Huang J, Dong X, Qian J, He J, Qu X, et al. A systematic review of visual and instrumental measurements for tooth shade matching. *Quintessence Int* . 2012;43(8).
32. Bahannan SA. Shade matching quality among dental students using visual and instrumental methods. *J Dent* . 2014;42(1):48-52.
33. Olms C, Klinke T, Pirek P, Hannak W. Randomized multi-centre study on the effect of training on tooth shade matching. *J Dent* . 2013;41(12):1259-63.
34. Van der Burgt T, Ten Bosch J, Borsboom P, Kortsmid W. A comparison of new and conventional methods for quantification of tooth color. *J Prosthet Dent*. 1990;63(2):155-62.
35. Westland S, Luo W, Ellwood R, Brunton P, Pretty I. Colour assessment in dentistry. *Ann BVMA*. 2007;4:1-10.
36. Hassel AJ, Zenthöfer A, Corcodel N, Hildenbrandt A, Reinelt G, Wiesberg S. Determination of VITA Classical shades with the 3D-Master shade guide. *Acta Odontol Scand*. 2013;71(3-4):721-6.
37. Igiel C, Weyhrauch M, Wentaschek S, Scheller H, Lehmann KM. Dental color matching: A comparison between visual and instrumental methods. *Dent Mater journal*. 2016;35(1):63-9.
38. Paravina RD, Johnston WM, Powers JM. New shade guide for evaluation of tooth whitening—colorimetric study. *J Esthet Restor Dent*. 2007;19(5):276-83.
39. Goodkind RJ, Schwabacher WB. Use of a fiber-optic colorimeter for in vivo color measurements of 2830 anterior teeth. *J Prosthet Dent*. 1987;58(5):535-42.

40. MILLER LL. Shade Matching. *J Esthet Restor Dent.* 1993;5(4):143-53.
41. Paravina RD, Powers JM, Fay RM. Color Comparison of Two Shade Guides. *Int J Prosthodont.* 2002;15(1):73-8.
42. Hammad IA. Intrarater repeatability of shade selections with two shade guides. *J Prosthet Dent.* 2003;89(1):50-3.
43. Lee Y-K, Yu B, Lim H-N. Lightness, chroma, and hue distributions of a shade guide as measured by a spectroradiometer. *J Prosthet Dent.* 2010;104(3):173-81.
44. Paravina RD. New shade guide for tooth whitening monitoring: Visual assessment. *J Prosthet Dent.* 2008;99(3):178-84.
45. Paul S, Peter A, Pietrobon N, Hämmerle C. Visual and spectrophotometric shade analysis of human teeth. *J Dent Res.* 2002;81(8):578-82.
46. Odaira C, Itoh S, Ishibashi K. Clinical evaluation of a dental color analysis system: The Crystaleye Spectrophotometer®. *J Prosthodont Res.* 2011;55(4):199-205.
47. Sarafianou A, Kamposiora P, Papavasiliou G, Goula H. Matching repeatability and interdevice agreement of 2 intraoral spectrophotometers. *J Prosthet Dent.* 2012;107(3):178-85.
48. Hugo B, Witzel T, Klaiber B. Comparison of in vivo visual and computer-aided tooth shade determination. *Clin Oral Investig.* 2005;9(4):244-50.
49. Kim-Pusateri S, Brewer JD, Davis EL, Wee AG. Reliability and accuracy of four dental shade-matching devices. *J Prosthet Dent.* 2009;101(3):193-9.
50. Khurana R, Tredwin C, Weisbloom M, Moles D. A clinical evaluation of the individual repeatability of three commercially available colour measuring devices. *Br Dent J.* 2007;203(12):675.
51. Zenthöfer A, Cabrera T, Corcodel N, Rammelsberg P, Hassel AJ. Comparison of the Easyshade Compact and Advance in vitro and in vivo. *Clin Oral Investig.* 2014;18(5):1473-9.
52. Ardu S, Braut V, Di Bella E, Lefever D. Influence of background on natural tooth colour coordinates: an in vivo evaluation. *Odontology.* 2014;102(2):267-71.
53. Llana C, Lozano E, Amengual J, Forner L. Reliability of two color selection devices in matching and measuring tooth color. *J Contemp Dent Pract.* 2011;12(1):19-23.
54. Yuan K, Sun X, Wang F, Wang H, Chen J. In Vitro and In Vivo Evaluations of Three Computer-Aided Shade Matching Instruments. *Oper Dent.* 2012;37(3):219-27.
55. Chu SJ. Use of a reflectance spectrophotometer in evaluating shade change resulting from tooth-whitening products. *J Esthet Restor Dent.* 2003;15(SUPPL. 1):S42-S8.
56. Collins LZ, Maggio B, Liebman J, Blanck M, Lefort S, Waterfield P, et al. Clinical evaluation of a novel whitening gel, containing 6% hydrogen peroxide and a standard fluoride toothpaste. *J Dent.* 2004;32:13-7.
57. Douglas RD. Precision of in vivo colorimetric assessments of teeth. *J Prosthet Dent.* 1997;77(5):464-70.
58. Berns RS. Precision and Accuracy Measurements. *Billmeyer and Saltzman's Principles of Color Technology.* 2000:97-100.
59. Johnston WM, Hesse NS, Davis BK, Seghi RR. Analysis of Edge-losses in Reflectance Measurements of Pigmented Maxillofacial Elastomer. *J Dent Res.* 1996;75(2):752-60.

60. Kim J-C, Yu B, Lee Y-K. Influence of surface layer removal of shade guide tabs on the measured color by spectrophotometer and spectroradiometer. *J Dent* . 2008;36(12):1061-7.
61. Reno EA, Poore CL, Anastasia MK, Miller JM, Crisanti MM. Reproducibility of Non-Contact Tooth Color Measurement System. Proceeding of 30th annual meeting of the AADR. 2001:1365.
62. Lim H-N, Yu B, Lee Y-K. Spectroradiometric and spectrophotometric translucency of ceramic materials. *J Prosthet Dent*. 2010;104(4):239-46.
63. Lim H-N, Yu B, Lim JI, Lee Y-K. Correlations between spectroradiometric and spectrophotometric colors of all-ceramic materials. *Dent Mater*. 2010;26(11):1052-8.
64. Jarad FD, Russell MD, Moss BW. The use of digital imaging for colour matching and communication in restorative dentistry. *Bdj*. 2005;199:43.
65. Wee AG, Lindsey DT, Kuo S, Johnston WM. Color accuracy of commercial digital cameras for use in dentistry. *Dent Mater*. 2006;22(6):553-9.
66. Guan YH, Lath DL, Lilley TH, Willmot DR, Marlow I, Brook AH. The measurement of tooth whiteness by image analysis and spectrophotometry: a comparison. *J Oral Rehabil*. 2005;32(1):7-15.
67. Caglar A, Yamanel K, Gulsahi K, Bagis B, Özcan M. Could digital imaging be an alternative for digital colorimeters? *Clin Oral Investig*. 2010;14(6):713-8.
68. Peskersoy C, Tetik A, Ozturk VO, Gokay N. Spectrophotometric and computerized evaluation of tooth bleaching employing 10 different home-bleaching procedures: In-vitro study. *Eur J Dent*. 2014;8(4):538.
69. Gerlach RW, Barker ML, Karpinia K, Magnusson I. Single site meta-analysis of 6% hydrogen peroxide whitening strip effectiveness and safety over 2 weeks. *J Dent* . 2009;37(5):360-5.
70. Cal E, Sonugelen M, Guneri P, Kesercioglu A, Kose T. Application of a digital technique in evaluating the reliability of shade guides. *J Oral Rehabil*. 2004;31(5):483-91.
71. Schropp L. Shade Matching Assisted by Digital Photography and Computer Software. *J Prosthodont*. 2009;18(3):235-41.
72. Tam WK, Lee HJ. Dental shade matching using a digital camera. *J Dent* . 2012;40:e3-e10.
73. Yamanel K, Caglar A, Özcan M, Gulsah K, Bagis B. Assessment of Color Parameters of Composite Resin Shade Guides Using Digital Imaging versus Colorimeter. *J Esthet Restor Dent*. 2010;22(6):379-88.
74. Goodkind RJ, Schwabacher WB. Use of a fiber-optic colorimeter for in vivo color measurements of 2830 anterior teeth. *J Prosthet Dent*. 1987;58(5):535-42.
75. Zhao Y, Zhu J. In vivo color measurement of 410 maxillary anterior teeth. *The Chinese J Dent Res : the official journal of the Scientific Section of the Chinese Stomatological Association (CSA)*. 1998;1(3):49-51.
76. Tuncdemir AR, Polat S, Ozturk C, Tuncdemir MT, Gungor AY. Color differences between maxillar and mandibular incisors. *European J Gen Dent*. 2012;1(3):170.
77. Sulieman M. An overview of tooth discoloration: extrinsic, intrinsic and internalized stains. *Dental update*. 2005;32(8):463-71.

78. Joiner A, Hopkinson I, Deng Y, Westland S. A review of tooth colour and whiteness. *J Dent*. 2008;36:2-7.
79. Viscio D, Gaffar A, Fakhry-Smith S, Xu T. Present and future technologies of tooth whitening. *Compendium of continuing education in dentistry*(Jamesburg, NJ: 1995) Supplement. 2000(28):S36-43; quiz S9.
80. Luque-Martinez I, Reis A, Schroeder M, Muñoz MA, Loguercio AD, Masterson D, et al. Comparison of efficacy of tray-delivered carbamide and hydrogen peroxide for at-home bleaching: a systematic review and meta-analysis. *Clin Oral Investig*. 2016;20(7):1419-33.
81. Bowles WH, Ugwuneri Z. Pulp chamber penetration by hydrogen peroxide following vital bleaching procedures. *J Endod*. 1987;13(8):375-7.
82. Hanks C, Fat J, Wataha J, Corcoran J. Cytotoxicity and dentin permeability of carbamide peroxide and hydrogen peroxide vital bleaching materials, in vitro. *J Dent Res*. 1993;72(5):931-8.
83. Gökyay O, Müjdecı A, Algın E. Peroxide penetration into the pulp from whitening strips. *J Endod*. 2004;30(12):887-9.
84. Palo RM, Valera MC, Camargo S, Camargo C, Cardoso PE, Mancini M, et al. Peroxide penetration from the pulp chamber to the external root surface after internal bleaching. *Am J Dent*. 2010;23(3):171-4.
85. Rotstein I, Torek Y, Lewinstein I. Effect of bleaching time and temperature on the radicular penetration of hydrogen peroxide. *Dent Traumatol*. 1991;7(5):196-8.
86. Camps J, de Franceschi H, Idir F, Roland C, About I. Time-course diffusion of hydrogen peroxide through human dentin: clinical significance for young tooth internal bleaching. *J Endod*. 2007;33(4):455-9.
87. Camargo SEA, Valera MC, Camargo CHR, Mancini MNG, Menezes MM. Penetration of 38% hydrogen peroxide into the pulp chamber in bovine and human teeth submitted to office bleach technique. *J Endod*. 2007;33(9):1074-7.
88. Camps J, Pommel L, Aubut V. Influence of acid etching on hydrogen peroxide diffusion through human dentin. *Am J Dent*. 2010;23(3):168-70.
89. Patri G, Agnihotri Y, Rao SR, Lakshmi N, Das S. An in vitro spectrophotometric analysis of the penetration of bleaching agent into the pulp chamber of intact and restored teeth. *J Clin Diagn Res: JCDR*. 2013;7(12):3057.
90. Cooper JS, Bokmeyer TJ, Bowles WH. Penetration of the pulp chamber by carbamide peroxide bleaching agents. *J Endod*. 1992;18(7):315-7.
91. Thitinthapan W, Satamanont P, Vongsavan N. In vitro penetration of the pulp chamber by three brands of carbamide peroxide. *J Esthet Restor Dent*. 1999;11(5):259-64.
92. Pignoly C, Camps L, Susini G, Camps J. Influence of in-office whitening gel pH on hydrogen peroxide diffusion through enamel and color changes in bovine teeth. *Am J Dent*. 2012;25(2):91-6.
93. Bharti R, Wadhvani K. Spectrophotometric evaluation of peroxide penetration into the pulp chamber from whitening strips and gel: an in vitro study. *J Conserv Dent: JCD*. 2013;16(2):131.
94. Ubaldini A, Baesso M, Medina Neto A, Sato F, Bento A, Pascotto R. Hydrogen peroxide diffusion dynamics in dental tissues. *J Dent Res*. 2013;92(7):661-5.

95. McNaught AD, McNaught AD. *Compendium of chemical terminology*: Blackwell Science Oxford; 1997.
96. Goldstein RE, Garber DA. *Complete dental bleaching*: Quintessence Publishing (IL); 1995.
97. Kwon Y, Huo M, Kim K, Kim S, Kim Y. Effects of hydrogen peroxide on the light reflectance and morphology of bovine enamel. *J Oral Rehabil*. 2002;29(5):473-7.
98. Grundlingh A, Grossman E, Shrivastava S, Witcomb M. Visual and digital comparative tooth colour assessment methods and atomic force microscopy surface roughness: scientific. *SADJ*. 2013;68(9):412-21.
99. Pedreira De Freitas AC, Botta SB, Teixeira FDS, Salvadori MCBS, Garone- Netto N. Effects of fluoride or nanohydroxiapatite on roughness and gloss of bleached teeth. *Microsc Res Tech*. 2011;74(12):1069-75.
100. Ma X, Jiang T, Sun L, Wang Z, Zhou Y, Wang Y. Effects of tooth bleaching on the color and translucency properties of enamel. *Am J Dent*. 2009;22(6):324-8.
101. Ma X, Li R, Sa Y, Liang S, Sun L, Jiang T, et al. Separate contribution of enamel and dentine to overall tooth colour change in tooth bleaching. *J Dent* . 2011;39(11):739-45.
102. Vieira GF, Arakaki Y, Caneppele TMF. Spectrophotometric assessment of the effects of 10% carbamide peroxide on enamel translucency. *Braz Oral Res*. 2008;22(1):90-5.
103. McCracken MS, Haywood VB. Demineralization effects of 10 percent carbamide peroxide. *J Dent* . 1996;24(6):395-8.
104. Lee K, Kim H, Kim K, Kwon Y. Mineral loss from bovine enamel by a 30% hydrogen peroxide solution. *J Oral Rehabil*. 2006;33(3):229-33.
105. Jiang T, Ma X, Wang Y, Tong H, Shen X, Hu Y, et al. Investigation of the effects of 30% hydrogen peroxide on human tooth enamel by Raman scattering and laser-induced fluorescence. *Journal of biomedical optics*. 2008;13(1):014019.
106. Li Q, Xu BT, Li R, Yu H, Wang YN. Quantitative evaluation of colour regression and mineral content change of bleached teeth. *J Dent* . 2010;38(3):253-60.
107. Eimar H, Marelli B, Nazhat SN, Abi Nader S, Amin WM, Torres J, et al. The role of enamel crystallography on tooth shade. *J Dent* . 2011;39:e3-e10.
108. Joiner A, Philpotts CJ, Alonso C, Ashcroft AT, Sygrove NJ. A novel optical approach to achieving tooth whitening. *J Dent* . 2008;36:8-14.
109. Sulieman M. An overview of bleaching techniques: 1. History, chemistry, safety and legal aspects. *Dental update*. 2004;31(10):608-16.
110. Costa JBd, McPharlin R, Paravina RD, Ferracane JL. Comparison of At-home and In-office Tooth Whitening Using a Novel Shade Guide. *Oper Dent*. 2010;35(4):381-8.
111. Barry TN, Bailey C, Ashcraft-Olmscheid D, Vandewalle KS. Effect of a New Bleaching Gel on Tooth Whitening. *Oper Dent*. 2017;42(5):559-66.
112. Haywood VB. Frequently asked questions about bleaching. *Compendium*. 2003;24(4A):324-37.
113. Bernardon J, Sartori N, Ballarin A, Perdigão J, Lopes G, Baratieri L. Clinical performance of vital bleaching techniques. *Oper Dent*. 2010;35(1):3-10.

114. Matis B, Cochran M, Franco M, Al-Amman W, Eckert G, Stropes M. Eight in-office tooth whitening systems evaluated in vivo: a pilot study. *Oper Dent*. 2007;32(4):322-7.
115. Tay LY, Kose C, Herrera DR, Reis A, Loguercio AD. Long-term efficacy of in-office and at-home bleaching: a 2-year double-blind randomized clinical trial. *Am J Dent*. 2012;25(4):199.
116. Giachetti L, Bertini F, Bambi C, Nieri M, Russo DS. A randomized clinical trial comparing at-home and in-office tooth whitening techniques: a nine-month follow-up. *The Journal of the American Dental Association*. 2010;141(11):1357-64.
117. Meireles S, Heckmann S, Santos I, Della Bona A, Demarco F. A double blind randomized clinical trial of at-home tooth bleaching using two carbamide peroxide concentrations: 6-month follow-up. *J Dent* . 2008;36(11):878-84.
118. Demarco FF, Meireles SS, Masotti AS. Over-the-counter whitening agents: a concise review. *Braz Oral Res*. 2009;23:64-70.
119. Lima DANL, Silva ALFe, Aguiar FHB, Liporoni PCS, Munin E, Ambrosano GMB, et al. In vitro assessment of the effectiveness of whitening dentifrices for the removal of extrinsic tooth stains. *Braz Oral Res*. 2008;22:106-11.
120. Ghassemi A, Hooper W, Vorwerk L, Domke T, DeSciscio P, Nathoo S. Effectiveness of a new dentifrice with baking soda and peroxide in removing extrinsic stain and whitening teeth. *J Clin Dent* 2012;23(3):86-91.
121. Alshara S, Lippert F, Eckert GJ, Hara AT. Effectiveness and mode of action of whitening dentifrices on enamel extrinsic stains. *Clin Oral Investig*. 2014;18(2):563-9.
122. Torres C, Perote L, Gutierrez N, Pucci C, Borges A. Efficacy of Mouth Rinses and Toothpaste on Tooth Whitening. *Oper Dent*. 2013;38(1):57-62.
123. Nathoo S, Petrone ME, DeVizio W, Chaknis P, Volpe AR. A six-week clinical study to compare the stain removal efficacy of three dentifrices. *J Clin Dent* 2002;13(2):91-4.
124. Singh S, Mankodi S, Chaknis P, Petrone ME, DeVizio W, Volpe AR, et al. The clinical efficacy of a new tooth whitening dentifrice formulation: a six-month study in adults. *J Clin Dent* 2002;13(2):86-90.
125. Walsh TF, Rawlinson A, Wildgoose D, Marlow I, Haywood J, Ward JM. Clinical evaluation of the stain removing ability of a whitening dentifrice and stain controlling system. *J Dent* . 2005;33(5):413-8.
126. Pintado-Palomino K, Vasconcelos CVM, Silva RJd, Fressatti ALdM, Motta BJGd, Pires-de-Souza FdC, et al. Effect of whitening dentifrices: a double-blind randomized controlled trial. *Braz Oral Res*. 2016;30(1).
127. De Geus J, Wambier L, Kossatz S, Loguercio A, Reis A. At-home vs in-office bleaching: a systematic review and meta-analysis. *Oper Dent*. 2016;41(4):341-56.
128. Rodrigues JA, Oliveira GPF, Amaral CM. Effect of thickener agents on dental enamel microhardness submitted to at-home bleaching. *Braz Oral Res*. 2007;21:170-5.
129. Feinman RA, Madray G, Yarborough D. Chemical, optical, and physiologic mechanisms of bleaching products: a review. *Pract Periodontics Aesthet Dent*. : PPAD. 1991;3(2):32-6.
130. Ames JW. Removing stains from mottled enamel. *J Am Dent Assoc and the Dental Cosmos*. 1937;24(10):1674-7.

131. Sun G. The role of lasers in cosmetic dentistry. *Dental Clinics of North America*. 2000;44(4):831-50.
132. De Moor RJG, Verheyen J, Diachuk A, Verheyen P, Meire MA, De Coster PJ, et al. Insight in the chemistry of laser-activated dental bleaching. *The Scientific World Journal*. 2015;2015.
133. Abdelfattah M. Different types of laser use in teeth bleaching. *J Med Sci*. 2014;5(10):230-7.
134. Abbot C. Bleaching discolored teeth by means of 30% perhydrol and the electric light rays. *J Allied Dent Soc*. 1918;13:259.
135. Shearer A. External bleaching of teeth. *Dental update*. 1991;18(7):289.
136. Weinberg S, Reingold A. Heated bleaching: a safe and rewarding method. *Dentistry today*. 1997;16(4):58, 60, 2.
137. Baik JW, Rueggeberg FA, Liewehr FR. Effect of light-enhanced bleaching on in vitro surface and intrapulpal temperature rise. *J Esthet Restor Dent : official publication of the American Academy of Esthetic Dentistry [et al]*. 2001;13(6):370-8.
138. Miserendino LJ, Neiburger EJ, Walia H, Luebke N, Brantley W. Thermal effects of continuous wave CO2 laser exposure on human teeth: an in vitro study. *J Endod*. 1989;15(7):302-5.
139. Miserendino LJ, Abt E, Wigdor H, Miserendino CA. Evaluation of thermal cooling mechanisms for laser application to teeth. *Lasers Surg Med*. 1993;13(1):83-8.
140. Einstein A. Zur quantentheorie der strahlung. *Phys Z*. 1917;18:121-8.
141. Verma SK, Maheshwari S, Singh RK, Chaudhari PK. Laser in dentistry: An innovative tool in modern dental practice. *National journal of maxillofacial surgery*. 2012;3(2):124-32.
142. Hadley J, Young DA, Eversole LR, Gornbein JA. A laser-powered hydrokinetic system: for caries removal and cavity preparation. *The Journal of the American Dental Association*. 2000;131(6):777-85.
143. Coluzzi DJ. Fundamentals of dental lasers: science and instruments. *Dental Clinics of North America*. 2004;48(4):751-70, v.
144. van As G. Erbium lasers in dentistry. *Dental Clinics*. 2004;48(4):1017-59.
145. Gross AJ, Herrmann TR. History of lasers. *World journal of urology*. 2007;25(3):217-20.
146. Walsh L. Dental lasers: Some basic principles. *Postgrad Dent*. 1994;4:26-9.
147. Meserendio Leo J, Pick Robert M. *Lasers in dentistry Chicago: quintessence*, 1995. *J Am Dent Assoc*. 1995;126:1354-6.
148. Walsh L. The current status of low level laser therapy in dentistry, Part 1. Soft tissue applications. *Australian dental journal*. 1997;42(4):247-54.
149. Frentzen M, Koort H. Lasers in dentistry: new possibilities with advancing laser technology? *Int Dent J*. 1990;40(6):323-32.
150. Aoki A, Ando Y, Watanabe H, Ishikawa I. In vitro studies on laser scaling of subgingival calculus with an erbium: YAG laser. *Journal of periodontology*. 1994;65(12):1097-106.

151. Pelagalli J, Gimbel CB, Hansen RT, Swett A, Winn DW. Investigational study of the use of Er: YAG laser versus dental drill for caries removal and cavity preparation—phase I. *Journal of clinical laser medicine & surgery*. 1997;15(3):109-15.
152. Walsh L. The current status of laser applications in dentistry. *Australian dental journal*. 2003;48(3):146-55.
153. Tuner J, Hode L. Some basic laser physics. *The Laser Therapy Handbook* Grangesberg, Sweden: Prima Books. 2007:317-38.
154. Coluzzi DJ. An overview of laser wavelengths used in dentistry. *Dental Clinics of North America*. 2000;44(4):753-65.
155. Meire M, De Moor R. Lasers in endodontics: laser disinfection, an added value? *Endodontic Practice Today*. 2007;1(3).
156. De Moor RJG, Delmé KIM. Laser-assisted cavity preparation and adhesion to erbium-lased tooth structure: part 1. Laser-assisted cavity preparation. *Journal of Adhesive Dentistry*. 2009;11(6).
157. Olivi G, Genovese MD. Laser restorative dentistry in children and adolescents. *European Archives of Paediatric Dentistry*. 2011;12(2):68-78.
158. Parker SP, Darbar AA, Featherstone JD, Iaria G, Kesler G, Rechmann P, et al. The use of laser energy for therapeutic ablation of intraoral hard tissues. *J Laser Dent*. 2007;15(2):78-86.
159. Parker S. Verifiable CPD paper: laser-tissue interaction. *Br Dent J*. 2007;202(2):73.
160. Moritz A, Schoop U, Strassl M, Wintner E. Cavity preparation. *Oral Laser Application Berlin: Quintessenz*. 2006:75-136.
161. Baik JW, Rueggeberg FA, Liewehr FR. Effect of light-enhanced bleaching on in vitro surface and intrapulpal temperature rise. *J Esthet Restor Dent*. 2001;13(6):370-8.
162. Verheyen P, Walsh L, Wernisch J, Schoop U, Moritz A. Laser-assisted bleaching. *Oral Laser Appl Berlin: Quintessence*. 2006:407-48.
163. Kashima-Tanaka M, Tsujimoto Y, Kawamoto K, Senda N, Ito K, Yamazaki M. Generation of Free Radicals and/or Active Oxygen by Light or Laser Irradiation of Hydrogen Peroxide or Sodium Hypochlorite. *J Endod*. 2003;29(2):141-3.
164. Zaragoza V. Bleaching of vital teeth: technique. *Estomodeo*. 1984;9:7-30.
165. Zalkind M, Arwaz J, Goldman A, Rotstein I. Surface morphology changes in human enamel, dentin and cementum following bleaching: a scanning electron microscopy study. *Dent Traumatol*. 1996;12(2):82-8.
166. Lin LC, Pitts DL, Burgess Jr LW. An investigation into the feasibility of photobleaching tetracycline-stained teeth. *J Endod*. 1988;14(6):293-9.
167. Leonard Jr RH, Haywood VB, Caplan DJ, Tart ND. Nightguard vital bleaching of tetracycline- stained teeth: 90 months post treatment. *J Esthet Restor Dent*. 2003;15(3):142-53.
168. Waish LJ, Liu JY, Verheyen P. Tooth Discolouration and Its Treatment Using KTP Laser-assisted Tooth Whitening. *Journal of Oral Laser Applications*. 2004;4(1).
169. Walton RE, O'Dell NL, Myers DL, Lake FT, Shimp RG. External bleaching of tetracycline stained teeth in dogs. *J Endod*. 1982;8(12):536-42.

170. Young N, Fairley P, Mohan V, Jumeaux C. A study of hydrogen peroxide chemistry and photochemistry in tea stain solution with relevance to clinical tooth whitening. *J Dent* . 2012;40:e11-e6.
171. Garber D, Goldstein R, Goldstein G, Schwartz C. Dentist monitored bleaching: a combined approach. *Practical periodontics and aesthetic dentistry: PPAD*. 1991;3(2):22-6.
172. Pan J, Sun P, Tian Y, Zhou H, Wu H, Bai N, et al. A novel method of tooth whitening using cold plasma microjet driven by direct current in atmospheric-pressure air. *IEEE Transactions on Plasma Science*. 2010;38(11):3143-51.
173. Pan J, Yang X, Sun K, Wang J, Sun P, Wu H, et al. Tooth bleaching using low concentrations of hydrogen peroxide in the presence of a nonthermal plasma jet. *IEEE Transactions on Plasma Science*. 2013;41(2):325-9.
174. Mello HS. The mechanism of tetracycline staining in primary and permanent teeth. *J Dent Child*. 1967;34:478-87.
175. Vanderstricht K, Nammour S, De RM. " Power bleaching" with the KTP laser. *Revue belge de medecine dentaire*. 2009;64(3):129-39.
176. Yazıcı AR, Uslu A. Lazer Destekli Diş Beyazlatmaları. *Türkiye Klinikleri Restorative Dentistry-Special Topics*. 2018;4(3):40-8.
177. Dederich DN, Bushick RD. Lasers in dentistry: separating science from hype. *J Am Dent Assoc*. 2004;135(2):204-12.
178. Wetter NU, Barroso MC, Pelino JE. Dental bleaching efficacy with diode laser and LED irradiation: an in vitro study. *Lasers Surg Med.: The Official Journal of the American Society for Laser Medicine and Surgery*. 2004;35(4):254-8.
179. Coutinho DS, Silveira L, Nicolau RA, Zanin F, Brugnera A. Comparison of temperature increase in in vitro human tooth pulp by different light sources in the dental whitening process. *Lasers Med Sci*. 2009;24(2):179-85.
180. Mills R, Jandt K, Ashworth S. Restorative Dentistry: Dental composite depth of cure with halogen and blue light emitting diode technology. *Br Dent J*. 1999;186(8):388.
181. Cefaly DFG, Ferrarezi GAdO, Tapety CMC, Lauris JRP, Navarro MFdL. Microhardness of resin-based materials polymerized with LED and halogen curing units. *Braz Dent J*. 2005;16(2):98-102.
182. Domínguez A, García JA, Costela A, Gómez C. Influence of the light source and bleaching gel on the efficacy of the tooth whitening process. *Photomed Laser Surg.* 2011;29(1):53-9.
183. Buchalla W, Attin T, Hilgers R-D, Hellwig E. The effect of water storage and light exposure on the color and translucency of a hybrid and a microfilled composite. *J Prosthet Dent*. 2002;87(3):264-70.
184. Ergin E, Ruya Yazici A, Kalender B, Usumez A, Ertan A, Gorucu J, et al. In vitro comparison of an Er:YAG laser-activated bleaching system with different light-activated bleaching systems for color change, surface roughness, and enamel bond strength. *Lasers Med Sci*. 2018.
185. Marcondes M, Gandolfi Paranhos MP, Spohr AM, Mota EG, Lima da Silva IN, Souto AA, et al. The influence of the Nd: YAG laser bleaching on physical and mechanical properties of the dental enamel. *J Biomed Mater ResPart B: Applied Biomaterials*. 2009;90(1):388-95.

186. Strobl A, Gutknecht N, Franzen R, Hilgers R-D, Lampert F, Meister J. Laser-assisted in-office bleaching using a neodymium: yttrium–aluminum–garnet laser: an in vivo study. *Lasers Med Sci.* 2010;25(4):503-9.
187. de Freitas PM, Menezes AN, da Mota AC, Simoes A, Mendes FM, Lago AD, et al. Does the hybrid light source (LED/laser) influence temperature variation on the enamel surface during 35% hydrogen peroxide bleaching? A randomized clinical trial. *Quintessence Int.* 2016;47(1):61-73.
188. Al- Karadaghi TS, Al- Saedi AA, Al- Maliky MA, Mahmood AS. The effect of bleaching gel and (940 nm and 980 nm) diode lasers photoactivation on intrapulpal temperature and teeth whitening efficiency. *Aust Endod J.* 2016;42(3):112-8.
189. Wetter NU, Branco EP, Deana AM, Pelino JE. Color differences of canines and incisors in a comparative long-term clinical trial of three bleaching systems. *Lasers Med Sci.* 2009;24(6):941-7.
190. Dostalova T, Jelinkova H, Housova D, Sulc J, Nemecek M, Miyagi M, et al. Diode laser-activated bleaching. *Braz Dent J.* 2004;15:SI-3.
191. Tredwin C, Naik S, Lewis N, Scully C. Hydrogen peroxide tooth-whitening (bleaching) products: review of adverse effects and safety issues. *Br Dent J.* 2006;200(7):371.
192. Moncada G, Sepulveda D, Elphick K, Contente M, Estay J, Bahamondes V, et al. Effects of light activation, agent concentration, and tooth thickness on dental sensitivity after bleaching. *Oper Dent.* 2013;38(5):467-76.
193. Sulieman M, Addy M, Rees J. Surface and intra-pulpal temperature rises during tooth bleaching: an in vitro study. *Br Dent J.* 2005;199(1):37.
194. Benetti F, Lemos CAA, de Oliveira Gallinari M, Terayama AM, Briso ALF, de Castilho Jacinto R, et al. Influence of different types of light on the response of the pulp tissue in dental bleaching: a systematic review. *Clin Oral Investig.* 2018:1-13.
195. Fornaini C, Lagori G, Merigo E, Meleti M, Manfredi M, Guidotti R, et al. Analysis of shade, temperature and hydrogen peroxide concentration during dental bleaching: in vitro study with the KTP and diode lasers. *Lasers Med Sci.* 2013;28(1):1-6.
196. Zhang C, Wang X, Kinoshita J-I, Zhao B, Toko T, Kimura Y, et al. Effects of KTP laser irradiation, diode laser, and LED on tooth bleaching: a comparative study. *Photomed Laser Surg.* 2007;25(2):91-5.
197. Eldeniz AU, Usumez A, Usumez S, Ozturk N. Pulpal temperature rise during light-activated bleaching. *J Biomed Mater Res.* 2005;72(2):254-9.
198. Zach L, Cohen G. Pulp response to externally applied heat. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1965;19(4):515-30.
199. Sari T, Celik G, Usumez A. Temperature rise in pulp and gel during laser-activated bleaching: in vitro. *Lasers Med Sci.* 2015;30(2):577-82.
200. Nyborg H, Brännström M. Pulp reaction to heat. *J Prosthet Dent.* 1968;19(6):605-12.
201. Baldissara P, Catapano S, Scotti R. Clinical and histological evaluation of thermal injury thresholds in human teeth: a preliminary study. *J Oral Rehabil.* 1997;24(11):791-801.
202. Pinto CF, Oliveira Rd, Cavalli V, Giannini M. Peroxide bleaching agent effects on enamel surface microhardness, roughness and morphology. *Braz Oral Res.* 2004;18(4):306-11.

203. Haywood VB, Houck VM, Heymann HO. Nightguard vital bleaching: effects of various solutions on enamel surface texture and color. *Quintessence Int.* . 1991;22(10):775-82.
204. Lopes FC, Roperto R, Akkus A, Akkus O, Palma-Dibb RG, de Sousa-Neto MD. Effect of laser activated bleaching on the chemical stability and morphology of intracoronal dentin. *Arch Oral Biol.* 2018;86:40-5.
205. Faria MIA, Souza-Gabriel AE, Alfredo E, Messias DCF, Silva-Sousa YTC. Apical microleakage and SEM analysis of dentin surface after 980 nm diode laser irradiation. *Braz Dent J.* 2011;22:382-7.
206. Alfredo E, Marchesan MA, Sousa-Neto MD, Brugnera-Júnior A, Silva-Sousa YTC. Temperature variation at the external root surface during 980-nm diode laser irradiation in the root canal. *J Dent.* . 2008;36(7):529-34.
207. Alfredo E, Souza-Gabriel AE, Silva SRC, Sousa-Neto MD, Brugnera-Junior A, Silva-Sousa YTC. Morphological alterations of radicular dentine pretreated with different irrigating solutions and irradiated with 980-nm diode laser. *Microsc Res Tech.* 2009;72(1):22-7.
208. Azarbayjani Z, Kashi TSJ, Erfan Y, Chiniforush N, Rakhshan V. Efficacy of diode laser irradiation during dental bleaching in preventing enamel damage caused by bleaching. *Dent Res J.* 2018;15(5):320.
209. Dionysopoulos D, Strakas D, Koliniotou-Koumpia E. The influence of a novel in-office tooth whitening procedure using an Er,Cr:YSGG laser on enamel surface morphology. *Lasers Surg Med.* 2015;47(6):503-11.
210. Ghanbarzadeh M, Ahrari F, Akbari M, Hamzei H. Microhardness of demineralized enamel following home bleaching and laser-assisted in office bleaching. *J Clin Exp Dent.* 2015;7(3):e405-9.
211. Mirzaie M, Yassini E, Ganji S, Moradi Z, Chiniforush N. A Comparative Study of Enamel Surface Roughness After Bleaching With Diode Laser and Nd: YAG Laser. *J Lasers Med Sci.* 2016;7(3):197-200.
212. SWIFT J, EDWARD J. Reversal of Compromised Bonding after Bleaching. *J Esthet Restor Dent.* 2012;24(5):357-61.
213. Gauthier M, Stangel I, Ellis T, Zhu X. Oxygen inhibition in dental resins. *J Dent Res.* 2005;84(8):725-9.
214. Spyrides GM, PERDIGÃO J, Pagani C, Araújo MAM, Spyrides SM. Effect of whitening agents on dentin bonding. *J Esthet Restor Dent.* 2000;12(5):264-70.
215. Can-Karabulut DC, Karabulut B. Shear bond strength to enamel after power bleaching activated by different sources. *Eur J Esthet Dent.* 2010;5(4):382-96.
216. McGuckin R, Thurmond B, Osovitz S. Enamel shear bond strengths after vital bleaching. *Am J Dent.* 1992;5(4):216-22.
217. Barbosa CM, Sasaki RT, Flório FM, Basting RT. Influence of time on bond strength after bleaching with 35% hydrogen peroxide. *J Contemp Dent Pract.* 2008;9(2):81-8.
218. Cavalli V, Ries A, Giannini M, Ambrosano G. The effect of elapsed time following bleaching on enamel bond strength of resin composite. *Oper Dent.* 2001;26(6):597-602.

219. Souza-Gabriel AE, Vitussi LOC, Milani C, Alfredo E, Messias DCF, Silva-Sousa YTC. Effect of bleaching protocols with 38% hydrogen peroxide and post-bleaching times on dentin bond strength. *Braz Dent J.* 2011;22(4):317-21.
220. Yavuz T, Ozyilmaz O, Ozturk A, Aykent F. Bond strength of resin composite to light activated bleached enamel. *Nigerian journal of clinical practice.* 2016;19(6):766-71.
221. Akın M, Ozyilmaz OY, Yavuz T, Aykent F, Basciftci FA. Effect of Nd: YAG laser bleaching and antioxidizing agents on the shear bond strength of brackets. *Photomed Laser Surg.* 2013;31(8):365-70.
222. Mirhashemi A, Behboodi S, Chiniforush N. Effect of laser-assisted bleaching with Nd: YAG and diode lasers on shear bond strength of orthodontic brackets. *Lasers Med Sci.* 2015;30(9):2245-9.
223. Gorucu-Coskuner H, Yazici AR, Gorucu J, Usumez A, Kara O. The effect of different in-office bleaching techniques and etching procedures on bond strength of orthodontic brackets. *J Adhes Sci Technol.* 2017;31(15):1691-9.
224. Løe H. The Gingival Index, the Plaque Index and the Retention Index Systems. *J Periodontol.* 1967;38(6):610-6.
225. Mena-Serrano AP, Garcia E, Luque-Martinez I, Grande R, Loguercio AD, Reis A. A Single-Blind Randomized Trial About the Effect of Hydrogen Peroxide Concentration on Light-Activated Bleaching. *Oper Dent.* 2016;41(5):455-64.
226. Moghadam FV, Majidinia S, Chasteen J, Ghavamnasiri M. The degree of color change, rebound effect and sensitivity of bleached teeth associated with at-home and power bleaching techniques: A randomized clinical trial. *Eur J Dent.* 2013;7(4):405.
227. Mondelli RFL, Francisconi AC, Almeida CMD, Ishikiriama SK. Comparative clinical study of the effectiveness of different dental bleaching methods-two year follow-up. *J Appl Oral Sci.* 2012;20(4):435-43.
228. Hein D, Ploeger B, Hartup J, Wagstaff R, Palmer T, Hansen L. In-office vital tooth bleaching--what do lights add? *Compend Contin Educ Dent(Jamesburg, NJ: 1995).* 2003;24(4A):340-52.
229. Tsubura S, Yamaguchi R. Clinical evaluation of a new bleaching product "Polanight" in a Japanese population. *Odontology.* 2005;93(1):52-5.
230. Hortkoff D, Bittencourt BF, Nadal JM, Gomes OM, Rezende M, de Almeida Farhat P. Clinical Study of Bleaching Gel Storage Temperature on Tooth Color and Sensitivity. *Oper Dent.* 2019.
231. Mondelli R, Rizzante F, Rosa E, Borges A, Furuse A, Bombonatti J. Effectiveness of LED/Laser Irradiation on In-Office Dental Bleaching after Three Years. *Oper Dent.* 2018;43(1):31-7.
232. Hasegawa A, Ikeda I, Kawaguchi S. Color and translucency of in vivo natural central incisors. *J Prosthet Dent.* 2000;83(4):418-23.
233. O'Brien WJ, Hemmendinger H, Boenke KM, Linger JB, Groh CL. Color distribution of three regions of extracted human teeth. *Dent Mater.* 1997;13(3):179-85.
234. Schwabacher WB, Goodkind RJ, Lua MJ. Interdependence of the hue, value, and chroma in the middle site of anterior human teeth. *J Prosthodont.* 1994;3(4):188-92.
235. Kossatz S, Dalanhol A, Cunha T, Loguercio A, Reis A. Effect of Light Activation on Tooth Sensitivity After In-Office Bleaching. *Oper Dent.* 2011;36(3):251-7.

236. Kugel G, Ferreira S. The art and science of tooth whitening. *J Mass Dent Soc.* 2005;53(4):34-7.
237. Kihn PW. Vital tooth whitening. *Dental Clinics.* 2007;51(2):319-31.
238. Lima DA, Aguiar FH, Liporoni PC, Munin E, Ambrosano GM, Lovadino JR. In vitro evaluation of the effectiveness of bleaching agents activated by different light sources. *J Prosthodont.* 2009;18(3):249-54.
239. Zhang C, Wang X, Kinoshita J-I, Zhao B, Toko T, Kimura DY, et al. Effects of KTP Laser Irradiation, Diode Laser, and LED on Tooth Bleaching: A Comparative Study. *Photomed Laser Surg.* 2007;25(2):91-5.
240. Al Quran FA, Mansour Y, Al-Hyari S, Wahandni AA, Mair L. Efficacy and persistence of tooth bleaching using a diode laser with three different treatment regimens. *Eur J Esthet Dent.* 2011;6(4).
241. He LB, Shao MY, Tan K, Xu X, Li JY. The effects of light on bleaching and tooth sensitivity during in-office vital bleaching: a systematic review and meta-analysis. *J Dent.* 2012;40(8):644-53.
242. Baroudi K, Hassan NA. The effect of light-activation sources on tooth bleaching. *Niger Med J.* 2014;55(5):363.
243. Maran BM, Burey A, de Paris Matos T, Loguercio AD, Reis A. In-office dental bleaching with light vs. without light: A systematic review and meta-analysis. *J Dent.* 2018;70:1-13.
244. SoutoMaior J, de Moraes S, Lemos C, Vasconcelos BdE, Montes M, Pellizzer E. Effectiveness of Light Sources on In-Office Dental Bleaching: A Systematic Review and Meta-Analyses. *Oper Dent.* 2018.
245. Shahabi S, Assadian H, Nahavandi AM, Nokhbatolfoghahaei H. Comparison of tooth color change after bleaching with conventional and different light-activated methods. *J Lasers Med Sci* 2018;9(1):27.
246. Lo Giudice R, Pantaleo G, Lizio A, Romeo U, Castiello G, Spagnuolo G, et al. Clinical and Spectrophotometric Evaluation of LED and Laser Activated Teeth Bleaching. *Open Dent J.* 2016;10:242-50.
247. Klaric E, Rakic M, Sever I, Tarle Z. Temperature rise during experimental light-activated bleaching. *Lasers Med Sci.* 2015;30(2):567-76.
248. Sulieman M, Rees J, Addy M. Surface and pulp chamber temperature rises during tooth bleaching using a diode laser: a study in vitro. *Br Dent J.* 2006;200(11):631.
249. Eriksson A, Albrektsson T, Grane B, McQueen D. Thermal injury to bone: a vital-microscopic description of heat effects. *Int J Oral Surg.* 1982;11(2):115-21.
250. Kiomars N, Azarpour P, Mirzaei M, Hashemi Kamangar SS, Kharazifard MJ, Chiniforush N. Evaluation of the Diode laser (810nm, 980 nm) on color change of teeth after external bleaching. *Laser Ther.* 2016;25(4):267-72.
251. Kodonas K, Gogos C, Tziafa C. Effect of simulated pulpal microcirculation on intrachamber temperature changes following application of various curing units on tooth surface. *J Dent.* 2009;37(6):485-90.
252. Ursus Wetter N, Walverde D, Kato IT, De Paula Eduardo C. Bleaching efficacy of whitening agents activated by xenon lamp and 960-nm diode radiation. *Photomed Laser Ther.* 2004;22(6):489-93.

253. Kivanç BH, Arisu HD, Ulusoy ÖİA, Sağlam BC, Görgül G. Effect of light- activated bleaching on pulp chamber temperature rise: An in vitro study. *Australian Endodontic Journal*. 2012;38(2):76-9.
254. Mondelli RFL, Soares AF, Pangrazio EGK, Wang L, Ishikiriama SK, Bombonatti JFS. Evaluation of temperature increase during in-office bleaching. *Journal of Applied Oral Science*. 2016;24(2):136-41.
255. Carrasco TG, Carrasco-Guerisoli LD, Fröner IC. In vitro study of the pulp chamber temperature rise during light-activated bleaching. *Journal of Applied Oral Science*. 2008;16(5):355-9.
256. Raab W. Temperature related changes in pulpal microcirculation. *Proc Finn Dent Soc*. 1992;88(Suppl 1):469-79.
257. Berga-Caballero A, Forner-Navarro L, Amengual-Lorenzo J. At-home vital bleaching: a comparison of hydrogen peroxide and carbamide peroxide treatments. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal* 2006;11(1):E94-9.
258. Matis B, Hamdan Y, Cochran M, Eckert G. A clinical evaluation of a bleaching agent used with and without reservoirs. *Oper Dent*. 2002;27(1):5-11.
259. Benetti AR, Valera MC, Mancini MNG, Miranda CB, Balducci I. In vitro penetration of bleaching agents into the pulp chamber. *International Endodontic Journal*. 2004;37(2):120-4.
260. Briso AL, Lima A, Gonçalves R, Gallinari M, Santos Pd. Transenamel and transdentinal penetration of hydrogen peroxide applied to cracked or microabrasioned enamel. *Oper Dent*. 2014;39(2):166-73.
261. de Almeida Farhat PB, Santos FA, Gomes JC, Gomes OM. Evaluation of the efficacy of LED-laser treatment and control of tooth sensitivity during in-office bleaching procedures. *Photomed Laser Surg*. 2014;32(7):422-6.

8. EKLER

EK-1. Etik Kurul Onay Belgesi

523

HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU KARAR FORMU

ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI	Farklı Işık Kaynakları ile Aktive Edilen Beyazlatma Ajanının Klinik Etkinliğinin Değerlendirilmesi
VARSA ARAŞTIRMANIN PROTOKOL KODU	KA-180023

ETİK KURUL BİLGİLERİ	ETİK KURULUN ADI	HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU
	AÇIK ADRESİ	HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ KLİNİK ARAŞTIRMALAR KURULU 06100 Altındağ / ANKARA
	TELEFON	0312 305 1082 – 0312 680 1147
	FAKS	0312 310 0580
	E-POSTA	klmiktetik@hacettepe.edu.tr

BAŞYURU BİLGİLERİ	KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACI UNVANI/ADI/SOYADI	Prof. Dr. A. Ruya YAZICI						
	KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACININ UZMANLIK ALANI	Restoratif Diş Tedavisi						
	KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACININ BULUNDUĞU MERKEZ	Hacettepe Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Restoratif Diş Tedavisi AD.						
	DESTEKLEYİCİ	H. Ü. Bilimsel Araştırmalar Projeleri Koordinasyon Birimi						
	PROJE YÜRÜTÜCÜSÜ UNVANI/ADI/SOYADI (TÜBİTAK vb. gibi kaynaklardan destek alanlar için)	Yoktur						
	DESTEKLEYİCİNİN YASAL TEMSİLCİSİ	Yoktur						
	ARAŞTIRMANIN FAZİ VE TÜRÜ	FAZ 1	<input type="checkbox"/>					
		FAZ 2	<input type="checkbox"/>					
		FAZ 3	<input type="checkbox"/>					
		FAZ 4	<input type="checkbox"/>					
Gözlensel ilaç çalışması		<input type="checkbox"/>						
Tıbbi cihaz klinik araştırması		<input checked="" type="checkbox"/>						
In vitro tıbbi tam cihazları ile yapılan performans değerlendirme çalışmaları		<input type="checkbox"/>						
İlaç dışı klinik araştırma		<input type="checkbox"/>						
Diğer ise belirtiniz								
ARAŞTIRMAYA KATILAN MERKEZLER	TEK MERKEZ	<input checked="" type="checkbox"/>	ÇOK MERKEZLİ	<input type="checkbox"/>	ULUSAL	<input type="checkbox"/>	ULUSLARARASI	<input type="checkbox"/>

DEĞERLENDİRİLEN BELGELER	Belge Adı	Tarihi	Versiyon Numarası	Dili
	ARAŞTIRMA PROTOKOLÜ	09.10.2017	1.0	Türkçe <input checked="" type="checkbox"/> İngilizce <input type="checkbox"/> Diğer <input type="checkbox"/>
	BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU	16.10.2017	1.0	Türkçe <input checked="" type="checkbox"/> İngilizce <input type="checkbox"/> Diğer <input type="checkbox"/>
	OLGU RAPOR FORMU	23.10.2017	1.0	Türkçe <input checked="" type="checkbox"/> İngilizce <input type="checkbox"/> Diğer <input type="checkbox"/>
	ARAŞTIRMA BROŞÜRÜ	---	---	Türkçe <input type="checkbox"/> İngilizce <input type="checkbox"/> Diğer <input type="checkbox"/>

Etik Kurul Başkanı'nın
Unvanı/Adı/Soyadı: Prof. Dr. Mutlu HAYRAN
İmzası:

Not: Etik Kurul Başkanı'nın her sayfada imzası yer almalıdır.

HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU KARAR FORMU

ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI	Farklı Işık Kaynakları ile Aktive Edilen Beyazlatma Ajanının Klinik Etkinliğini Değerlendirilmesi
VARSA ARAŞTIRMANIN PROTOKOL KODU	KA-180023

DEĞERLENDİRİLEN DİĞER BELGELER	Belge Adı	Açıklama	
		SIGORTA	<input type="checkbox"/>
	ARAŞTIRMA BÜTÇESİ	<input checked="" type="checkbox"/>	15.01.2018 imza tarihli
	BIYOLOJİK MATERYAL TRANSFER FORMU	<input type="checkbox"/>	
	ILAN	<input type="checkbox"/>	
	YILLIK BİLDİRİM	<input type="checkbox"/>	
	SONUÇ RAPORU	<input type="checkbox"/>	
	GÜVENLİLİK BİLDİRİMLERİ	<input type="checkbox"/>	
	DİĞER:	<input type="checkbox"/>	
KARAR BİLGİLERİ	Karar No: 2018/06- 15 (KA-180023)		Toplantı Tarihi: 26.04.2018 (İlk değerlendirme tarihi: 16.02.2018)
	Üniversitemiz Diş Hekimliği Fakültesi Restoratif Diş Tedavisi Anabilim Dalı öğretim üyelerinden Prof. Dr. A. Rüya YAZICI'nın sorumlu araştırmacısı olduğu, Arş. Gör. Dr. Aybuke USLU'nun uzmanlık tezi olan ve birlikte çalışacakları "Farklı Işık Kaynakları ile Aktive Edilen Beyazlatma Ajanının Klinik Etkinliğini Değerlendirilmesi" protokol numaralı proje önerisine ait yukarıda bilgileri verilen belge ve dokümanlar, araştırmannı/çalışmanın gerekçe, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak incelenmiş ve bilgi edinilmiş olup, tıbbi etik açıdan uygun bulunmuştur. İlaç ve Biyolojik Ürünlerin Klinik Araştırmaları Hakkında Yönetmelik kapsamında yer alan araştırmalar ve Tıbbi Cihaz araştırmaları için Türkiye İlaç ve Tıbbi Cihaz Kurumu'ndan izin alınması gerekmektedir.		

KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU

ETİK KURULUN ÇALIŞMA ESASI		İlaç ve Biyolojik Ürünlerin Klinik Araştırmaları Hakkında Yönetmelik İyi Klinik Uygulamaları Kılavuzu				
BAŞKANIN UNVANI / ADI / SOYADI:		Prof. Dr. Mutlu HAYRAN				
Unvanı/Adı/Soyadı	Uzmanlık Alanı	Kurumu	Cinsiyet	Araştırma ile ilişkisi	Katılım*	İmza
Prof. Dr. Mutlu Hayran, Başkan	Epidemiyoloji	Hacettepe Ü. Kanser Enstitüsü	E	E <input type="checkbox"/> H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/>	
Prof. Dr. Türkan Eldem Başkan Yardımcısı	Farmasötik Biyoteknoloji	Hacettepe Ü. Ezc. F.	K	E <input type="checkbox"/> H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/>	
Prof. Dr. Murat Yurdakök	Çocuk Sağl. ve Hst. Neonatoloji	Hacettepe Ü. Tıp F.	E	E <input type="checkbox"/> H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/>	
Prof. Dr. Nilgün Sayınalp	İç Hst. Hematoloji	Hacettepe Ü. Tıp F.	K	E <input type="checkbox"/> H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/> H <input checked="" type="checkbox"/>	İZİNLI
Prof. Dr. Ayşe Küçükdeveci	Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon	Ankara Ü. Tıp F.	K	E <input type="checkbox"/> H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/> H <input checked="" type="checkbox"/>	İZİNLI
Prof. Dr. Nuket Örnek Buken	Tıp Tarihi ve Etik	Hacettepe Ü. Tıp F.	K	E <input type="checkbox"/> H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/>	
Prof. Dr. Mehmet Uğur	Biyofizik	Ankara Ü. Tıp F.	E	E <input type="checkbox"/> H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/>	
Prof. Dr. İnci Erdemli	Farmakoloji	Hacettepe Ü. Eczacılık F.	K	E <input type="checkbox"/> H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/> H <input checked="" type="checkbox"/>	İZİNLI
Prof. Dr. Erdem Karabulut	Biyostatistik	Hacettepe Ü. Tıp F.	E	E <input type="checkbox"/> H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/>	
Prof. Dr. Hamdi Cem Güngör	Pedodonti	Hacettepe Ü. Diş Hekimliği F.	E	E <input type="checkbox"/> H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/>	
Av. Meltem Onurlu	Hukuk	Hacettepe Ü. Hukuk Müşavirliği	K	E <input type="checkbox"/> H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/>	
Fatma Nesrin Şeyhismaoğlu	İşletme	Sivil Üye	K	E <input type="checkbox"/> H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/>	

*: Toplantıda Bulunma

Etik Kurul Başkanı'nın
Unvanı/Adı/Soyadı: Prof. Dr. Mutlu HAYRAN
İmzası:

Not: Etik Kurul Başkanı'nın her sayfada imzası yer almalıdır.

EK-2. Hasta Bilgilendirme ve Onam Formu

Hekimin Açıklaması

Dişlerinizin beyazlatılmasında kullanılan beyazlatma jelinin iki farklı ışık cihazı ile etkinleştirildiği bir çalışma yürütmekteyiz. Araştırma ismi “Farklı Işık Kaynakları ile Aktive Edilen Beyazlatma Ajanının Klinik Etkinliğinin Değerlendirilmesi” dir.

Sizin de bu araştırmaya katılarak 35 gönüllüden biri olmanızı öneriyoruz. Ancak hemen söyleyelim ki bu araştırmaya katılıp katılmamakta serbestsiniz. Çalışmaya katılım gönüllülük esasına dayalıdır. Kararınızdan önce araştırma hakkında sizi bilgilendirmek istiyoruz. Bu bilgileri okuyup anladıktan sonra araştırmaya katılmak isterseniz formu imzalayınız.

Araştırmaya davet edilmenizin nedeni dişlerinizin renginden dolayı beyazlatma tedavisini istemeniz nedeniyle kliniğimize başvurmuş olmanızdır. Hacettepe Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Restoratif Diş Tedavisi kliniğinde yapılan muayene sonucunda beyazlatma tedavisine uygun olduğunuz kararına varılmıştır.

Eğer araştırmaya katılmayı kabul ederseniz Arş. Gör. Aybüke Uslu tarafından önce dişlerinizdeki lekeler ve eklemler temizlenecektir. Beyazlatma tedavisi öncesinde ve sonrasında her beyazlatma tedavisinde olduğu gibi dişlerinizin renkleri fotoğraflanacaktır. Beyazlatma tedavisi öncesi ve sonrası renk belirleyici cihazın ucu 2 saniye dişlerinizin üzerine değdirilerek renk ölçümü yapılacaktır. Her beyazlatma tedavisinde yapıldığı gibi dişetlerinizin, koruma amaçlı üzeri kapatılacaktır. Beyazlatma jeli alt ve üst çene köpek dişleri dahil önde gülme esnasında gözükten ön dişlere uygulanacaktır. Her beyazlatma işleminde olduğu gibi dişlerin yalnız ön yüzeylerine beyazlatma jeli uygulanacaktır. Beyazlatma jeli, ağzınızın bir tarafında diş beyazlatılmasında kullanılan lazer içerikli ışık kaynağı ile diğer tarafı ise LED içerikli ışık kaynağı ile etkinleştirilecektir. Böylece uzun süren beyazlatma işlemi, daha kısa sürede gerçekleştirilmiş olacaktır. İşlem sırasında diş yüzeylerinizden sıcaklık ölçümü, sıcaklık ölçen termometre ucu, üst en öndeki dişinize ve üst köpek dişinize temas edecek şekilde konumlandırılacaktır, işlem boyunca termometre ile diş yüzeyinde oluşabilecek ısı değişimi gözlenebilecektir. Bazı durumlarda beyazlatma esnasında diş yüzeyinde minimal ısı artışı oluşabilmektedir. Nadiren bazı hastaların hissettiği ısı artışı gözlenirse tedaviniz hemen durdurulabilecektir.

Beyazlatma işlemi 40 dakika sürecektir. Tedavinizde farklı ışık kaynakları ile etkinleştirme ve ısı ölçümü dışında rutin beyazlatma tedavisinden farklı bir işlem uygulanmayacaktır.

Belirtilen beyazlatma sistemlerinin ağızınıza/genel sağlığınıza hiçbir olumsuz etkisi olmayacaktır. İşlem sonrasında dişlerinizin dişetlerinizin kontrolü ve olası şikâyetleriniz için belirtilen sürelerde kliniğimize gelmeniz istenecektir.

Tedavi sırasında ve sonrasında dişlerinizin her beyazlatma tedavisinde olduğu gibi dişlerinizin fotoğrafları çekilecek ve kaydedilecektir. Beyazlatma işleminde ideal olarak rutin kontroller işleminden hemen sonra, 24 saat sonra, 1 hafta, 1 ay, 6, 9, 12, 18 ve 24 ay sonra yapılmalıdır. Sizin de beyazlatma işleminden hemen sonra, 24 saat, 1 hafta, 1 ay, 6, 9, 12, 18 ve 24 ay sonra kliniğimizde kontrolleriniz gerçekleştirilecektir. Yapılacak rutin kontrollerde dişleriniz Prof. Dr. A. Rüya Yazıcı tarafından değerlendirilecektir. Bu değerlendirmede diş renginde değişiklik olup olmadığı, beyazlatma tedavisinin ömrü, görsel ve renk ölçüm cihazı ile değerlendirilecektir. Olası bir diş ve dişeti hassasiyetinizin görsel bir değerlendirme cetveli ile değerlendirilmesi istenecektir.

Kontroller sonucunda sadece beyazlatma tedaviniz değil, dişlerinizdeki restorasyonlar, genel ağız-diş sağlığınız ve özellikle diş etleriniz de değerlendirilecektir. Sonuçlar kimliğiniz belirtilmeden diş hekimliği öğrencilerinin eğitiminde veya bilimsel nitelikte yayınlarda kullanılabilir. Bu amaçların dışında bu kayıtlar kullanılmayacak ve başkalarına verilmeyecektir.

Bu çalışmaya katılmanız için sizden herhangi bir ücret istenmeyecektir. Çalışmaya katıldığımız için size ek bir ödeme de yapılmayacaktır.

Beyazlatma sırasında oluşabilecek riskler:

Dişlere yapılan beyazlatma işlemi sonrasında, her beyazlatma tedavisinde olduğu kadar, 2 gün-1 hafta arasında değişen hafif düzeyde diş ve dişeti hassasiyeti görülebilmektedir. Bu hassasiyet geçici bir durumdur.

Çalışmamızın bulguları, diş hekimliği pratiğinde kullanılan beyazlatıcı ajanların etkinliğini arttırmada kullanılan farklı ışık kaynaklarının başarısı konusunda bizlere ışık tutacak, beyazlatma tedavisinde hekimlere önemli bilgiler sağlayacaktır.

Bu çalışmaya katılmayı reddedebilirsiniz. Bu araştırmaya katılmak tamamen isteğinize bağlıdır ve reddettiğiniz takdirde size uygulanan tedavide herhangi bir

değişiklik olmayacaktır. Yine çalışmanın herhangi bir aşamasında onayınızı çekme hakkına da sahiptiriz.

Gönüllü Katılımcının Beyanı

Sayın Prof. Dr. A. Rüya Yazıcı ve Arş. Gör. Aybüke Uslu tarafından Hacettepe Üniversitesi Diş hekimliği Fakültesi Restoratif Diş Tedavisi Anabilim Dalı'nda bir araştırma yapılacağı belirtilerek bu araştırma ile ilgili yukarıdaki bilgiler bana aktarıldı. Bu bilgilerden sonra böyle bir araştırmaya “katılımcı” olarak davet edildim. Eğer bu araştırmaya katılırsam hekim ile aramda kalması gereken bana ait bilgilerin gizliliğine bu araştırma sırasında da büyük özen ve saygı ile yaklaşılacağına inanıyorum. Araştırma sonuçlarının eğitim ve bilimsel amaçlarla kullanımı sırasında kişisel bilgilerimin ihtimamla korunacağı konusunda bana yeterli güven verildi. Projenin yürütülmesi sırasında herhangi bir sebep göstermeden araştırmadan çekilebilirim. Ancak araştırmacıları zor durumda bırakmamak için araştırmadan çekileceğimi önceden bildirmemim uygun olacağını bilincindeyim. Ayrıca tıbbi durumuma herhangi bir zarar verilmemesi koşuluyla araştırmacı tarafından araştırma dışı tutulabilirim. Araştırma için yapılacak harcamalarla ilgili herhangi bir parasal sorumluluk altına girmiyorum. Bana da bir ödeme yapılmayacaktır. İster doğrudan, ister dolaylı olsun araştırma uygulamasından kaynaklanan nedenlerle meydana gelebilecek herhangi bir sağlık sorunumun ortaya çıkması halinde, her türlü tıbbi müdahalenin sağlanacağı konusunda gerekli güvence verildi. (Bu tıbbi müdahalelerle ilgili olarak da parasal bir yük altına girmeyeceğim). Araştırma sırasında bir sağlık sorunu ile karşılaştığımda Prof. Dr. A. Rüya Yazıcı'ya 05056191352 Arş. Gör. Aybüke Uslu'ya 05052530777 numaralı telefonlardan ve Hacettepe Üniversitesi Diş Hekimliği Restoratif Diş Tedavileri Anabilim Dalı numarası 0-312-3052270 den ulaşabileceğimi biliyorum. Bu araştırmaya katılmak zorunda değilim ve katılmayabilirim. Araştırmaya katılmam konusunda zorlayıcı bir davranışla karşılaşmış değilim. Eğer katılmayı reddedersem, bu durumun tıbbi bakımına ve hekim ile olan ilişkiye herhangi bir zarar getirmeyeceğini de biliyorum. Bana yapılan tüm açıklamaları ayrıntılarıyla anlamış bulunmaktayım. Kendi başıma belli bir düşünme süresi sonunda adı geçen bu araştırma projesinde “katılımcı” olarak yer

alma kararımı aldım. Bu konuda yapılan daveti büyük bir memnuniyet ve gönüllülük içerisinde kabul ediyorum.

İmzalı bu form kağıdının bir kopyası bana verilecektir.

Katılımcı

Adı, soyadı:

TC No:

Adres:

Tel.:

İmza:

Görüşme tanığı

Adı, soyadı:

TC No:

Adres:

Tel.:

İmza:

Katılımcı ile görüşen hekim

Adı, soyadı:

TC No:

Adres:

Tel.:

İmza:

EK-3. Hasta Takip Formu

..... / / 2018

CİNSİYET :

DOĞUM TARİHİ :

HASTANIN ADI SOYADI

DOSYA NO:

TEL. :

TEDAVİ SAATİ:

	TARİH	VİTA KLASİK SKALA	VİTA 3D MASTER SKALA	VİTA EASY SHADE		Diş Hassasiyeti/ Diş No	Dişeti İritasyon/ Diş No
				L	a b		
SAĞ	ÖNCE						
	SONRA						
	48 SAAT						
	1 HAFTA						
	1 AY						
	6 AY						
	9 AY						
	12 AY						
SOL	ÖNCE						
	SONRA						
	48 SAAT						
	1 HAFTA						
	1 AY						
	6 AY						
	9 AY						
	12 AY						
18 AY							
24 AY							
Ölçüm saati	ÖNCE						
	SONRA						
	48 SAAT						
	1 HAFTA						
	1 AY						
	6 AY						
	9 AY						
	12 AY						
18 AY							
24 AY							
Ölçüm saati	ÖNCE						
	SONRA						
	48 SAAT						
	1 HAFTA						
	1 AY						
	6 AY						
	9 AY						
	12 AY						
18 AY							
24 AY							

EK-5. Turnitin Ekran Çıktısı

▼ Farklı Işıık Kaynakları ile Aktive Edilen Beyazlatma Ajanının Klinik Etkinliğinin Değerlendirilmesi

Yazar Ayb¼ke Uslu

G¼nderim Tarihi: 01-Tem-2019 11:26AM (UTC+0300)

G¼nderim Numarası: 1148377828

Dosya adı: tez_turnitin.docx (88.37K)

Kelime sayısı: 18327

Karakter sayısı: 125911

Farklı Işık Kaynakları ile Aktive Edilen Beyazlatma Ajanının Klinik Etkinliğinin Değerlendirilmesi

ORJİNALLIK RAPORU

%5 BENZERLİK ENDEKSİ	%3 İNTERNET KAYNAKLARI	%2 YAYINLAR	%3 ÖĞRENCİ ÖDEVLERİ
--------------------------------	-------------------------------------	-----------------------	-------------------------------

BİRİNCİL KAYNAKLAR

1	www.openaccess.hacettepe.edu.tr:8080 İnternet Kaynağı	%1
2	Submitted to TechKnowledge Turkey Öğrenci Ödevi	<%1
3	halksagligiokulu.org İnternet Kaynağı	<%1
4	sbk2017.org İnternet Kaynağı	<%1
5	dent.ege.edu.tr İnternet Kaynağı	<%1
6	Ahmet HAZAR, Baran Can SAĞLAM. "Spectrophotometric and Morphologic Comparison of Bleaching with LED and Diode Laser", Türkiye Klinikleri Journal of Dental Sciences, 2019 Yayın	<%1
7	wcssr.org İnternet Kaynağı	<%1

8	Submitted to Pamukkale Üniversitesi Öğrenci Ödevi	<% 1
9	paperzz.com İnternet Kaynağı	<% 1
10	Submitted to Consorcio CIXUG Öğrenci Ödevi	<% 1
11	Submitted to Izmir Katip Āelebi Āniversitesi Öğrenci Ödevi	<% 1
12	acikarsiv.ankara.edu.tr İnternet Kaynağı	<% 1
13	www.dent.ege.edu.tr İnternet Kaynağı	<% 1
14	"Abstracts of Papers", Journal of Dental Research, 2002. Yayın	<% 1
15	istanbulsaglik.gov.tr İnternet Kaynağı	<% 1
16	"Full Issue PDF", Operative Dentistry, 2019 Yayın	<% 1
17	docobook.com İnternet Kaynağı	<% 1
18	Submitted to Ondokuz Mayıs Üniversitesi Öğrenci Ödevi	<% 1

19	Submitted to Istanbul University Öğrenci Ödevi	<% 1
20	www.istanbulsaglik.gov.tr İnternet Kaynağı	<% 1
21	www.mehmetavci.net İnternet Kaynağı	<% 1
22	SARI, Mustafa Erhan, KOYUTÜRK, Alp Erdin and ÇANKAYA, Soner. "Günlük tüketilen yiyecek ve içeceklerin mine ve dolgu materyallerinin yüzey sertliği ve pürüzlülüğüne etkisi", Atatürk Üniversitesi, 2010. Yayın	<% 1
23	Submitted to Istanbul Aydin University Öğrenci Ödevi	<% 1
24	turkendodontiderneği.org İnternet Kaynağı	<% 1
25	Submitted to Erciyes Üniversitesi Öğrenci Ödevi	<% 1
26	Submitted to Istanbul Medipol Üniversitesi Öğrenci Ödevi	<% 1
27	Submitted to Stourbridge College Öğrenci Ödevi	<% 1
28	Submitted to The Scientific & Technological Research Council of Turkey (TUBITAK) Öğrenci Ödevi	<% 1

29	A. Jokstad. "Computer-assisted technologies used in oral rehabilitation and the clinical documentation of alleged advantages - a systematic review", Journal of Oral Rehabilitation, 2017 Yayın	<% 1
30	Esrar ÇELİK, Betül AKA, Başak YAZKAN, Gözde ÖZTÜRK. "Efficacy and Colour Stability of Two Different at-home Bleaching Systems: One-year Randomized Controlled Clinical Trial", Türkiye Klinikleri Journal of Dental Sciences, 2018 Yayın	<% 1
31	www.miadent.com İnternet Kaynağı	<% 1
32	fotografhakkindahersey.blogspot.com İnternet Kaynağı	<% 1
33	webftp.gazi.edu.tr İnternet Kaynağı	<% 1
34	Submitted to Inonu University Öğrenci Ödevi	<% 1
35	www.medicalnetwork.com.tr İnternet Kaynağı	<% 1
36	www.jopdentonline.org İnternet Kaynağı	<% 1

- | | | |
|---------------|---|------|
| 37 | BARUTCİGİL, Çağatay, KÜRKLÜ, Duygu, BARUTCİGİL, Kubilay and ARSLAN, Hakan. "Farklı yüzey işlemleri uygulanmış dentine üniversal bağlayıcı ajanın bağlanma dayanımının incelenmesi", Atatürk Üniversitesi, 2013. | <% 1 |
| Yayın | | |
| 38 | "Poster Özetleri / Poster Abstracts", Turkish Journal of Biochemistry, 2015 | <% 1 |
| Yayın | | |
| 39 | L. Gianotti. "Suppression and recovery of LH secretion by a potent and selective GnRH-receptor antagonist peptide in healthy early follicular-phase women are mediated via selective control of LH secretory burst mass", Clinical Endocrinology, 10/2003 | <% 1 |
| Yayın | | |
| 40 | Submitted to Bogazici University | <% 1 |
| Öğrenci Ödevi | | |
| 41 | VURAL, Uzay KOÇ, TAŞ, Dt Nihal, ÖZDEMİR, Dt Neslihan, YAZICI, A Rüya, ÇAKIR, Filiz YALÇIN, ŞENER, Dt Münevver, MERAL, Dt Ece, ARSLAN, Dt Ezgihan, ATTAR, Nuray and TEKÇİÇEK, Meryem. "ANKARA'DAKİ ENGELLİLER OKULLARINA DEVAM EDEN BİR GRUP ÖĞRENCİNİN AĞIZ VE DİŞ SAĞLIĞI DURUMU", Atatürk Üniversitesi, 2018. | <% 1 |
| Yayın | | |

9. ÖZGEÇMİŞ

1991 yılında Osmancık'ta doğdum. İlk ve ortaöğrenimimi Mehmetçik İlköğretim Okulu/ İstanbul, Mehmetçik İlköğretim Okulu/ Erzincan, Halide Edip Adivar İlköğretim Okulu/ Ankara, lise öğrenimimi Ayrancı Anadolu Lisesi'nde tamamladım. 2010 yılında Ondokuz Mayıs Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi'ni kazandım. 2015 yılında Ondokuz Mayıs Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi'nden mezun oldum. 2016 yılında Hacettepe Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Restoratif Diş Tedavisi Anabilim Dalı'nda uzmanlık eğitimine başladım ve halen devam etmekteyim.

YAYINLAR

1. E. Ergin, **A. Uslu**. Micro-Invasive Esthetic Rehabilitation Of Post-Orthodontic Initial Caries Lesions: A Case Report. Clinical dentistry and Research 2018;42(2): 105-110
2. Lazer Destekli Diş Beyazlatmaları. A. Ruya Yazıcı, **Aybuke Uslu**. Görücü J, editör. Restoratif Diş Hekimliğinde Lazerler. 1. Baskı. Ankara: Türkiye Klinikleri; 2018. p.40-8.

ULUSLARARASI KONGRELERDE SUNULAN BİLDİRİLER:

1. **Uslu A**, Atalay C, Yıldız E, Yazici A.R, Ertan A. Effect of Saliva Contamination/Decontamination on Bond Strength of Cured Universal-Adhesive. FDI Annual World Dental Congress. September 7-10, 2016. Poznan, Poland. Poster Sunumu.
2. **Uslu A**, M N Dursun, Atalay C, Yazici A.R, Ertan A, Ozgunaltay G. Double-application Effect of Universal Adhesive on Tooth Substrates' Bond Strength. FDI Annual World Dental Congress. 29 August-1September, 2017. Madrid, Spain. Sözlü Sunum.
3. **Uslu A**, Dursun M N, Atalay C, Yazici A R, Ozgunaltay G. Effects of Sports/Energy Drinks on Dentin Surface Microhardness. CED-IADR/NOF Oral Health Research Congress. September 21-23, 2017. Vienna, Austria. Poster Sunumu.
4. Dursun M N, **Uslu A**, Atalay C, Yazici AR, Ozgunaltay G. Double-Application Effect of Universal Adhesive on Tooth Substrates' Bond Strength. CED-IADR/NOF Oral Health Research Congress. September 21-23, 2017. Vienna, Austria. Poster Sunumu.
5. **Uslu A**, Yazici AR. Twelve-month clinical evaluation of universal adhesive's different application modes. 96th General Session of the IADR/PER. July 25-28, 2018. London, England. Poster Sunumu.
6. Dursun M N, Ergin E, **Uslu A**, Gurgan S. Effects of Six Whitening Toothpastes on Color Change of Enamel. 96th General Session of the IADR/PER. July 25-28, 2018. London, England. Poster Sunumu.

7. **Uslu A**, Meral E, Yazici AR. Yaşlandırılmış ve Yaşlandırılmamış Cam-Hibrit Restoratif Materyalin Farklı Materyallerle Tamir Dayanıklılığı. TDB 24. Uluslararası Dişhekimliği Kongresi. 27-30 Eylül 2018. Ankara, Türkiye. Sözlü Sunum.
8. Meral E, **Uslu A**, Yazici AR, Ergin E. Effect of Oil-Pulling on Microhardness of Restorative-Materials under Erosive Conditions. TDB 24. Uluslararası Diş Hekimliği Kongresi. 27-30 Eylül 2018. Ankara, Türkiye. Sözlü Sunum.
9. Dursun M N, Ergin E, **Uslu A**, Gurgan S. Altı Farklı Beyazlatıcı Diş Macununun Mineye Bağlanma Dayanıklılığına Etkisi. TDB 24. Uluslararası Dişhekimliği Kongresi. 27-30 Eylül 2018. Ankara, Türkiye. Poster Sunumu.
10. Oz A, **Uslu A**, Yazici AR. Effects of LED and Laser Activated Tooth Bleaching on Surface and Pulp Chamber Temperature in vitro. 9th CONSEURO. June 14-15, 2019 Berlin, Germany. Poster sunumu

