



TC  
GAZİANTEP ÜNİVERSİTESİ  
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ

**FARKLI YÖNTEMLERLE YAPILAN BEYAZLATMA  
TEDAVİLERİNİN ETKİNLİKLERİNİN İN VİVO  
DEĞERLENDİRİLMESİ**

Derya SÜRMELOĞLU  
UZMANLIK TEZİ

RESTORATİF DİŞ TEDAVİSİ ANABİLİM DALI

DANIŞMAN  
Yrd. Doç. Dr. A. Semih ÖZSEVİK

Gaziantep  
2015

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

FARKLI YÖNTEMLERLE YAPILAN VİTAL BEYAZLATMA TEDAVİLERİNİN  
ETKİNLİKLERİNİN İN VİVO DEĞERLENDİRİLMESİ

Derya SÜRMEİOĞLU

04.09.2015

Diş Hekimliği Fakültesi Dekanlığı Onayı

  
Prof. Dr. Metin GÜNGÖRMÜŞ  
Diş Hekimliği Fakültesi Dekanı

Bu tez çalışmasının bir 'Diş Hekimliğinde Uzmanlık' derecesi için uygun ve yeterli olduğunu onaylıyorum.

  
Yrd. Doç. Dr. A. Semih ÖZSEVİK  
Restoratif Diş Tedavisi Anabilim Dalı Başkanı

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

  
Yrd. Doç. Dr. A. Semih ÖZSEVİK  
Tez Danışmanı

Tez Jürisi

Doç. Dr. Muhammet YALÇIN

Doç. Dr. Cihan YILDIRIM

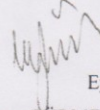
Yrd. Doç. Dr. A. Semih ÖZSEVİK

İmzası



## BEYAN

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



Eylül 2015

Derya SÜRMEİÖĞLU

## TEŞEKKÜR

Uzmanlık eğitimim boyunca her zaman içtenlikle yanımda olan, beni her zaman sabır ve anlayışla dinleyip sorunlarıma çözüm getiren, hoşgörülü ve güler yüzlü çok kıymetli Hocam, Anabilim Dalı Başkanım ve tez danışmanım Ydr. Doç. Dr. A.Semih ÖZSEVİK'e

Akademik ve özel hayatımda bilgi ve düşünceleriyle beni aydınlatarak ilgisini, iyi niyetini ve sevgisini benden esirgemeyen, insan ve eğitimci olarak her zaman örnek aldığım çok sevdiğim kıymetli hocam Doç. Dr. Emine ŞİRİN KARARSLAN'a

Tez projeme katkılarından dolayı değerli hocam Doç. Dr. Kamile ERCİYAS'a

Bilgilerini, tecrübelerini esirgemeyen değerli hocam Doç.Dr. Muhammet YALÇIN'a

Tez çalışmam süresince her ihtiyaç duyduğumda yanımda olan hemşirelerimiz sayın Kıymet ÇELEBİ ve Sevtap ATULMAZ'a

Uzmanlık tezim için gerekli maddi desteği sağlayan TÜBİTAK'a

Uzmanlık tezi çalışmalarım sırasında yardımlarını esirgemeyen arkadaşlarım Burcu BACAKSIZ, Hasan GÜNDOĞAR, Eda ÖZDEMİR, Özlem İŞMAN ve Çağlar KÖRCÜK'e

Tüm hayatım boyunca bana anlayış ve sabır gösteren manevi ve maddi desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen canım annem Yurdanur GÜRSEL, babam Caner GÜRSEL ve minimicik kardeşim Çağrı GÜRSEL ve ağabeyim Önder GÜRSEL'e

Hayatıma girmesiyle beni tamamlayan, desteğini ve sevgisini her zaman hissettiğim, varlığından güç aldığım canım eşim Sinan SÜRMEİİOĞLU'na ve tezimi hazırladığım dönemde doğan, hayata daha sıkı sarılmamı sağlayan biricik oğlum Emir SÜRMEİİOĞLU'na;

Sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Bu tez, TUBİTAK tarafından 114S507 nolu proje kapasamında desteklenmiştir.

## İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	i
KISALTMALAR VE SİMGELER LİSTESİ.....	v
ŞEKİLLER LİSTESİ .....	vii
RESİMLER LİSTESİ.....	viii
TABLolar LİSTESİ .....	x
ÖZET .....	1
ABSTRACT .....	2
1. GİRİŞ VE AMAÇ .....	3
2. GENEL BİLGİLER .....	6
2.1. Beyazlatma Hakkında Genel Bilgiler .....	6
2.1.1. Beyazlatma işlemi ve dişhekimliğindeki tarihçesi.....	6
2.1.2. Diş hekimliğinde renk.....	7
2.1.3. Dişlerde görülen renk değişimleri etiyojileri.....	13
2.1.4. Beyazlatmanın etki mekanizması .....	21
2.1.5. Beyazlatma tedavisinde kullanılan materyaller .....	22
2.1.6. Hidrojen peroksitin aktivasyon prensipleri.....	24
2.1.7. Beyazlatmanın endikasyon ve kontrendikasyonları .....	25
2.1.8. Beyazlatma teknikleri .....	25
2.1.9. Beyazlatmayı etkileyen faktörler .....	30
2.1.10. Beyazlatma tedavisinin yan etkileri .....	31
2.1.11. Beyazlatmada kullanılan ışık kaynakları.....	34
2.2. Lazerler Hakkında Genel Bilgiler.....	37
2.2.1. Lazer sistemlerinde kullanılan parametreler.....	38
2.2.2. Lazer ışımını doku ile etkileşimi.....	39
2.2.3. Lazer sistemlerinin sınıflandırılması .....	41
2.2.4. Lazer iletim sistemleri .....	43
2.2.5. Dişhekimliğinde kullanılan lazerler.....	43
2.2.6. Lazer güvenliği .....	47
2.3. Ozon Hakkında Genel Bilgiler .....	48
2.3.2. Yapay ozon üretimi ve ozon jeneratörleri: .....	49

2.3.3. Ozonun tıp alanında kullanımı.....	50
2.3.4. Ozonun diş hekimliğinde kullanımı.....	52
<b>3. GEREÇ VE YÖNTEM .....</b>	<b>54</b>
3.1. Tedavi Protokolü.....	55
3.2. Gruplar.....	55
3.2.1. Grup 1 ( Ozon uygulaması ile tedavisi yapılan grup).....	56
3.2.2. Grup 1 (Opalescence BOOST beyazlatma jeli ile kimyasal beyazlatma uygulanan grup).....	57
3.2.3. Grup 3 (WhitenessHP BLUE beyazlatma jeli ile kimyasal beyazlatma uygulanan grup).....	59
3.2.4. Grup 4 (Opalescence BOOST beyazlatma jeli ile lazer aktivasyonlu beyazlatma tedavisi uygulanan oluşan grup) .....	61
3.2.5. Grup 5 (WhitenessHP BLUE beyazlatma jeli ile lazer aktivasyonlu beyazlatma tedavisi uygulanan grup .....	62
3.3. Beyazlatma Tedavisi Öncesi ve Sonrası Diş Renginin Tespiti.....	63
3.4. Diş ve Dişeti Duyarlılığı Değerlendirilmesi .....	64
3.5. Hasta Memnuniyetinin Değerlendirilmesi .....	65
3.6. İstatistiksel Analiz.....	65
<b>4. BULGULAR .....</b>	<b>66</b>
4. 1. L* Değerleri ile İlgili Bulgular .....	66
4.2. a* Değerleri ile İlgili Bulgular.....	67
4.3 b* Değerleri ile İlgili Bulgular.....	69
4.4. ΔE Değerleri ile İlgili Bulgular.....	72
4.5. VAS Analizleri ve Memnuniyet Değerlendirmesi.....	75
4.5.1 Memnuniyet Değerlendirmesi .....	75
4.5.2 Birinci seans sonrası diş duyarlılığı VAS değerlendirilmesi .....	76
4.5.3. İkinci seans sonrası diş duyarlılığı VAS değerlendirilmesi .....	76
4.5.4. Birinci seans sonrası dişeti duyarlılığı VAS değerlendirilmesi .....	76
4.5.4. İkinci seans sonrası dişeti duyarlılığı VAS değerlendirilmesi .....	77
4.5.5. Diş ve dişeti duyarlılığı grup içi VAS değerlendirilmesi.....	77
<b>5. TARTIŞMA ve SONUÇ .....</b>	<b>79</b>

<b>6. KAYNAKLAR</b> .....	88
<b>7. EKLER</b> .....	106
EK 1. Hasta Bilgilendirme ve Onam Formu.....	106
EK 2. Etik Kurul Onay Belgesi.....	108
EK 3. Hasta Takip Formu .....	110
EK 4. Beyazlatma Sonrası Dikkat Edilmesi Gereken Durumlar, Öneriler.....	113
<b>8. ÖZGEÇMİŞ</b> .....	114



## KISALTMALAR VE SİMGELER LİSTESİ

ADA	American Dental Association
ANSI	American National Standart Institute
AO	Antioksidan
Ca	Calcium
CDRH	Center for Devices and Radiological Health
CIE	Commission Internationale l'Eclairage
cm	Santimetre
cm <sup>2</sup>	Santimetrekaire
CO <sub>2</sub>	Karbondioksit
DNA	Deoksiribo Nükleik Asit
Er	Erbiyum
FDA	Food and Drug Administration
Ga-As	Gallium-Arsenid
H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	Hidrojen peroksit
H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	Dihidrojen fosfat iyonu
HCl	Hidroklorik asit
Ho	Holmium
Hz	Hertz
IR	Kızıl ötesi
J	Joule
km	Kilometre
KP	Karbamid Peroksit
KTP	Potassium Titanyl Phosphate
LED	Light-Emitting Diode
LLLT	Low Laser Theraphy
mm <sup>2</sup>	Milimetrekare
N	Newton
NaOCl	Sodyum hipoklorit
Nd	Neodmiyum
nm	Nanometre



O	Atomik oksijen
O <sup>+2</sup>	Aktif atomik oksijen
O <sub>2</sub>	Moleküler oksijen
O <sub>3</sub>	Ozon
OH <sup>-</sup>	Hidroksil radikali
OSHA	Occupational Safety and Health Administration
OTC	Over The Counter
PAC	Plasma Arc Curing
pH	Asidite katsayısı
ppm	Parts per milion, milyonda bir
QTH	Quartz Tungsten Halojen
r	Yarıçap
ROT	Reaktif Oksijen Türleri
SEM	Scanning Electron Microscobe
SR	Serbest Radikal
TME	Tempora Mandibular Eklem
UV	Ultraviole
VAS	Visual Analog Scale
VKİ	Vücut Kitle İndeksi
W	Watt
YAG	Yttrium Aluminium Garnet
YSGG	Yttrium Scandĭm Gallium Garnet
ZOE	Çinko Oksit Öjenol
Δ	Delta
π	Pi sayısı

## ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1.	CIEab renk sistemi.....	9
Şekil 2.2.	Renk spektrumu.....	37
Şekil 3.1.	Tedavi protokolü.....	55
Şekil 3.2.	Çalışma grupları .....	55
Şekil 3.3.	Görsel analog skala.....	64



## RESİMLER LİSTESİ

<b>Resim 3.1.</b>	Tedavi için elde edilen model ve kaşık.....	56
<b>Resim 3.2.</b>	Özel kaşıkların alt ve üst çeneye yerleştirilmesi.....	56
<b>Resim 3.3.</b>	Ozonytyron XP- OZ cihazı.....	57
<b>Resim 3.4.</b>	Ozon ile beyazlatma öncesi skalalı-skalasız ağız içi görünüm.....	57
<b>Resim 3.5.</b>	Ozon ile beyazlatma sonrası skalalı-skalasız ağız içi görünüm.....	57
<b>Resim 3.6.</b>	Opalescence BOOST beyazlatma jeli.....	58
<b>Resim 3.7.</b>	Dişeti koruyucu uygulanması, polimerizasyonu ve beyazlatma jeli uygulanması.....	58
<b>Resim 3.8.</b>	Opalescence BOOST jeli ile kimyasal beyazlatma öncesi skalalı-skalasız ağız içi görünüm.....	59
<b>Resim 3.9.</b>	Opalescence BOOST jeli ile kimyasal beyazlatma sonrası skalalı-skalasız ağız içi görünüm.....	59
<b>Resim 3.10.</b>	WhitenessHP BLUE beyazlatma jeli.....	60
<b>Resim 3.11.</b>	Dişeti koruyucu uygulanması ve polimerizasyonu, beyazlatma jeli uygulanması.....	60
<b>Resim 3.12.</b>	WhitenessHP BLUE jeli ile kimyasal beyazlatma öncesi skalalı- skalasız ağız içi görünüm.....	60
<b>Resim 3.13.</b>	WhitenessHP BLUE jeli ile kimyasal beyazlatma sonrası skalalı- skalasız ağız içi görünüm.....	60
<b>Resim 3.14.</b>	Dişet lazer ve beyazlatma ucu.....	61
<b>Resim 3.15.</b>	Dişet lazer uygulanması (çeyrek çene).....	62
<b>Resim 3.16.</b>	Opalescence BOOST jeli ile lazer aktivasyonlu beyazlatma öncesi skalalı- skalasız ağız içi görünüm.....	62
<b>Resim 3.17.</b>	Opalescence BOOST jeli ile lazer aktivasyonlu beyazlatma sonrası skalalı- skalasız ağız içi görünüm.....	62

<b>Resim 3.18.</b> Opalescence BOOST jeli ile lazer aktivasyonlu beyazlatma sonrası skalalı- skalasız ağız içi görünüm.....	63
<b>Resim 3.19.</b> WhitenessHP BLUE jeli ile lazer aktivasyonlu beyazlatma öncesi skalalı- skalasız ağız içi görünümü.....	63
<b>Resim 3.20.</b> WhitenessHP BLUE jeli ile lazer aktivasyonlu beyazlatma sonrası skalalı- skalasız ağız içi görünüm.....	63
<b>Resim 3.21.</b> Spektrofotometre cihazı ve tespiti.....	64



## TABLolar LİSTESİ

<b>Tablo 2.1.</b>	İçsel renklenmelerin sınıflandırılması.....	16
<b>Tablo 2.2.</b>	Tetrasiklin grubu ilaçların sebep olduğu renk sınıflaması.....	18
<b>Tablo 2.3.</b>	Beyazlatma tekniklerinin sınıflandırılması.....	26
<b>Tablo 2.4.</b>	Beyazlatmada kullanılan ışık kaynakları ve dalga boyları.....	36
<b>Tablo 2.5.</b>	Lazerin dokularda oluşturduğu sıcaklık ve etkileri.....	41
<b>Tablo 2.6.</b>	Diş hekimliğinde en yaygın kullanılan lazer tipleri ve dokuya çarptığı zaman gösterdiği fiziksel değişimler.....	47
<b>Tablo 4.1.</b>	Tüm L* ortalama ( $\pm$ sd ) değerleri.....	66
<b>Tablo 4.2.</b>	Gruplar arası L* değerleri karşılaştırması.....	67
<b>Tablo 4.3.</b>	Grup içi L* değerleri karşılaştırması.....	67
<b>Tablo 4.4.</b>	Tüm a* medyan [%25-%75] değerleri.....	69
<b>Tablo 4.5.</b>	Tüm b* ortalama ( $\pm$ sd) değerleri.....	70
<b>Tablo 4.6.</b>	Gruplar arası ve grup içi b* değerleri karşılaştırması.....	71
<b>Tablo 4.7.</b>	Tüm $\Delta E$ ortalama ( $\pm$ sd) değerleri.....	72
<b>Tablo 4.8.</b>	Tetrasiklin grubu ilaçların sebep olduğu renk sınıflaması.....	74
<b>Tablo 4.9.</b>	$\Delta E_3$ değerlerinin gruplar arası karşılaştırması.....	75
<b>Tablo 4.10.</b>	VAS ve memnuniyet medyan [%25-%75] değerleri.....	75
<b>Tablo 4.11.</b>	Birinci seans sonrası VAS değerlerinin gruplar arası karşılaştırması .....	76
<b>Tablo 4.12.</b>	İkinci seans sonrası VAS değerlerinin gruplar arası karşılaştırması.....	76
<b>Tablo 4.13.</b>	Birinci seans sonrası VAS değerlerinin gruplar arası karşılaştırması.....	77
<b>Tablo 4.14.</b>	İkinci seans sonrası VAS değerlerinin gruplar arası karşılaştırması.....	77
<b>Tablo 4.15.</b>	İki seans için VAS değerlerinin grup içi karşılaştırması .....	78

## ÖZET

### FARKLI YÖNTEMLERLE YAPILAN BEYAZLATMA TEDAVİLERİNİN ETKİNLİKLERİNİN İN VIVO DEĞERLENDİRİLMESİ

Derya SÜRMEİİÖĞLU

Uzmanlık Tezi, Restoratif Diş Tedavisi Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Yrd. Doç Dr. A.Semih Özsevik,

Eylül 2015, 114 sayfa

Bu klinik çalışmada farklı beyazlatma tekniklerinin beyazlatma etkinliklerinin spektrofotometrik analiz yöntemiyle karşılaştırılması amaçlandı. Anterior 6 diş rengi A3 ve üzeri renkte olan, yaşları 18-56 arasında değişen toplam 100 hasta beyazlatma tekniklerine göre 5 gruba ayrıldı (n=20). Grup 1'e ozon ile beyazlatma, Grup 2'ye %40 hidrojen peroksit (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) içerikli beyazlatma ajanı (Opalescence Boost, Ultradent Products) ile kimyasal beyazlatma, Grup 3'e %35 (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) beyazlatma ajanı (Whiteness HP BLUE- FGM Dental Products) ile kimyasal beyazlatma, Grup 4'e %40 (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) içerikli beyazlatma ajanı (Opalescence Boost, Ultradent Products) ile lazer aktivasyonlu beyazlatma ve Grup 5'e %35 (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) içerikli beyazlatma ajanı (Whiteness HP Blue, FGM Dental Products) ile lazer aktivasyonlu beyazlatma işlemi uygulandı. Başlangıç diş rengi, tedavi sonunda elde edilen renk değişimi ve 2 hafta sonraki renk değişimleri spektrofotometre (VITA Easy Shade Advance Digital Dental Instrument, Germany) kullanılarak değerlendirildi. Diş ağrısı, dişeti hassasiyeti ve hasta memnuniyeti çalışmaya katılan bireyler tarafından Visual Analog Skalası (VAS) ile değerlendirildi. Çalışma sonunda hastayı ve hekimi memnun edici düzeyde renk değişimi elde edildi. Tedavi sonrası alınan renk değerlerinin tüm gruplarda başlangıç renk değerlerinden daha açık olduğu ve bu değişimin istatistiksel olarak anlamlı olduğu bulundu (p<0,05). En düşük renk değişimi Grup 1'de gözlemlendi. Yine Grup 1'de diş ve dişetinde herhangi bir duyarlılık oluşmadı. Lazer uygulanan gruplarda daha hızlı bir beyazlatma sağlandı.

**Anahtar kelimeler:** Vital beyazlatma, hidrojen peroksit, lazer, ozon, renk, spektrofotometre

## ABSTRACT

### EVALUATION OF EFFECTIVENESS OF DIFFERENT BLEACHING TREATMENTS IN VIVO

Derya SÜRMEĻİOĐLU

Postgraduate Thesis, Department of Restorative Dentistry

Supervisor: Yrd. Doç. Dr. A.Semih Özsevik

September 2015, 114 page

In this clinical study, it is aimed to compare the bleaching strengths of different bleaching applications with the help of spectrophotometric analysis method. 100 patients, who are between the ages of 18-56 and have anterior teeth colour which is A3 or above, are divided into 5 subgroups (n=20). Bleaching method by using ozone for Group 1, chemical bleaching operation by using bleaching agent (Opalescence Boost, Ultradent Products) including %40 hydrogen peroxide (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) for Group 2, chemical bleaching operation by using bleaching agent including 35% including hydrogen peroxide (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) for Group 3, laser activated bleaching method by using bleaching agent (Opalescence Boost, Ultradent Products) including 40% (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) for Group 4, laser activated bleaching operation by using bleaching agent (Whiteness HP BLUE, FGM Dental Products) including 35% (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) for Group 5, are applied. Teeth colour before the treatment and change in the teeth colour after the treatment and the teeth colour two weeks after following the treatment are evaluated by using spectrophotometer (VITA Easy Shade Advance Digital Dental Instrument, Germany). Toothache, gingival sensitivity and patients' satisfaction are assessed with the Visual Analog Scala (VAS) by people who accompanied to study. After the treatment, considerable change in the teeth colour, which makes doctor and patient glad about the operation, are obtained. It is found that teeth colours after the treatment are lighter than the teeth colours before the treatment in all groups and these changes in the teeth colours provide meaningful results (p<0,05). The least change in the teeth colour is observed in the Group 1 and any sensitivity regarding teeth and gingival is not observed again in Group 1. Better bleaching results are observed in the groups that laser methods are applied on.

**Keywords:** Vital bleaching, hydrogen peroxide, laser, ozone, color, spectrophotometer

## 1. GİRİŞ VE AMAÇ

Modern toplumlarda bireyler arası sosyal ilişkilerde bireyin dış görünümü önemli bir rol oynamaktadır. Bunun birlikte bireylerin estetik kaygıları her geçen gün artmaktadır. Günümüzde restoratif maddelerin gelişimiyle her türlü renk, şekil, konum bozuklukları ve sorunları kolayca çözümlenebilmektedir. Bununla birlikte renk problemi olan dişlerin kimyasal yöntemlerle beyazlatılmaları daha konservatif bir işlem olması sebebiyle öncelikli olarak tercih edilmektedir. Renklenmiş dişlere kimyasal ajanlar uygulanması ile mine ve dentin dokusunun derinliklerindeki organik pigmentlerin okside edilerek diş renginin açılmasına “beyazlatma işlemi” denilmektedir (1). Beyazlatma işleminde bileşiklerdeki çift karbon bağlarına etki eden serbest radikaller tek karbon bağı olan bileşikler oluştururken, koyu renk ve büyük molekül ağırlıklı bileşiklerden açık renk ve düşük molekül ağırlıklı bileşikler elde edilmektedir. Günümüzde beyazlatma tedavisinde en çok kullanılan ajan hidrojen peroksit ( $H_2O_2$ ) olup uygulama yöntemine göre değişik konsantrasyonlarda kullanılmaktadır. Vital dişlerde yapılan beyazlatma yöntemleri home bleaching (evde), ofis bleaching (muayenehanede) ve her ikisinin birlikte kombine uygulandığı yöntemlerle yapılmaktadır. Ev tipi beyazlatmada hastalar, kendileri için özel hazırlanmış plaklara  $H_2O_2$  yüzdesi düşük olan jeller uygulayarak günde 5 saat ve ortalama 2 hafta diş yüzeyine uygulamaları gerekmektedir. Bu tedavi yönteminde beyazlatma reaksiyonu yavaş olup uzun dönem kullanımı bulantı refleksi oluşturabilmektedir. Ayrıca bu yöntemde kullanılan plak temporomandibular eklem problemi olan hastalarda eklem şikayetlerini arttırdığı için her vakada kullanılamamaktadır. Ofis tipi beyazlatmada ise kullanılan beyazlatıcı ajanın yüzdesi yüksek oranda olup tedavi 1 saat gibi kısa bir sürede sonlanmaktadır. Bu yöntemde kimyasal reaksiyonu hızlandırmak için ışık ve lazerlerden yararlanılabilmektedir (2).

Kullanılacak olan ışık kaynağının türü çok önemlidir. Işık kaynağının oluşturduğu ısı serbest oksijen radikallerinin oluşum hızını arttırmakta, parçalanması zor organik kimyasal yapıların hızlı bir şekilde parçalanmasını kolaylaştırmaktadır. Bu amaçla beyazlatma tedavilerinde farklı dalga boylarındaki lazerlerin kullanımı yeni ve etkileyici



bir uygulamadır. Lazerler de, ışık kaynaklarına benzer şekilde reaksiyonu katalize ederek serbest hale gelmiş oksijen radikallerinin oluşumu hızlandırmakta ve diş renginin daha hızlı beyazlamasını sağlamaktadır (3, 4). Lazer aktivasyonlu beyazlatma tedavisinde amaç enerji kaynağını etkili bir biçimde kullanırken yan etkileri en aza indirmektir. Burada dikkat edilecek husus uygun parametrelerin kullanılmasıdır. Çünkü ısı yüksek derecelere ulaşır ise diş dokularını etkileyerek pulpada harabiyete neden olabilmektedir. Yapılan çalışmalarda diş tedavileri sırasında dişlerde oluşacak 5,5 derece ısı artışının pulpada geri dönüşümsüz hasar yaptığı tespit edilmiştir (5-7). Beyazlatma işlemi esnasında dikkat edilmesi gereken bir diğer konu beyazlatma tedavilerinde sıklıkla kullanılan  $H_2O_2$ 'dir. Bu oksitleyici ajan çok sayıda serbest radikal üretme kabiliyetine sahiptir. Serbest radikal (SR), atomik ya da moleküler yapılarda çiftlenmemiş bir veya daha fazla tek elektron taşıyan moleküllere verilen isimdir. Başka moleküller ile kolayca elektron alışverişine giren bu moleküllere oksidan moleküller veya reaktif oksijen türleri (ROT)'de denilmektedir (8). Serbest radikaller, hücrenin lipid, protein, karbonhidrat, DNA ve enzimler gibi tüm önemli bileşiklerine etki etmektedir (9). Canlı hücrelerde bulunan protein, lipid, karbohidrat ve DNA gibi okside olabilecek maddelerin oksidasyonunu önleyen veya geciktirebilen maddelere antioksidanlar ve bu olaya da antioksidan savunma sistemi denilmektedir (10). Belirli bir düzeye kadar olabilen oksidan molekül artışı yine vücutta daima belirli bir düzeyde bulunan doğal antioksidanlar tarafından etkisiz hale getirilmektedir. Beyazlatma işleminde kullanılan  $H_2O_2$  düşük molekül ağırlığı nedeniyle mine ve dentine penetre olarak pulpaya ulaşabilmekte ve pulpal enzimlere etki ederek duyarlılığa ve hücre düzeyinde değişikliklere yol açabilmektedir (11). Yine organik ve inorganik bileşenlerin oranını değiştirme ve çözünmeyi arttırma gibi dişin sert dokusunun kimyasında da değişikliklere neden olabilmektedir (12). Oluşturduğu oksidatif stres premalignant değişiklikler ile sonuçlanabilmekte ve oral epitelyal hücrelerin zedelenmesine neden olabilmektedir (13). Yapılan tüm bu çalışmalarla beraber  $H_2O_2$  bilimsel olarak zararsızlığı kanıtlanmış uygun yüzdelerde çok yaygın olarak kullanılmaktadır. Ancak yüksek dozlarda (>%35 konsantrasyonlarda) cilt, sindirim, solunum yollarıyla alınması veya göze temas etmesi sonucunda önemli toksik etkiler görülebilmektedir (14).

Günümüzde beyazlatma işleminde  $H_2O_2$ 'e alternatif olarak Ozon ( $O_3$ ) gazından faydalanılmaya çalışılmaktadır. Tıp alanında birçok hastalığın tedavisinde kullanılmakta

olan O<sub>3</sub> gazı, güçlü oksijenizasyon (oksijen oluşturma yeteneği) ve oksidasyon (yükseltgenme indirgenme reaksiyonu oluşturma yeteneği) özellikleri ile diş hekimliğinde de kullanılmaya başlanmıştır. Bu amaçla geliştirilen ozon gönderici sistem ile yüksek konsantrasyondaki (2100 ppm ±200 ppm) ozonun diş yüzeyine kontrollü bir şekilde iletilerek beyazlatma ajanı olarak kullanılabilceği bildirilmektedir (15, 16)

Çalışmamızın amacı, beyazlatma işlemlerinde rutin olarak kullanılmakta olan farklı konsantrasyonlardaki H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> içerikli beyazlatma ajanları ile yeni geliştirilen ozonla beyazlatma yönteminin hastalarda meydana getirdikleri renk değişiklikleri ve diş ve dişeti hassasiyetlerinin incelenerek klinik olarak en etkili yöntemin tespit edilmesidir.

.



## 2. GENEL BİLGİLER

### 2.1. Beyazlatma Hakkında Genel Bilgiler

#### 2.1.1. Beyazlatma işlemi ve dişhekimliğindeki tarihçesi

Diş renginin kimyasal bir ajan kullanılarak, mine ve dentin dokularındaki organik pigmentlerin oksidasyonu yoluyla açılması işlemine beyazlatma adı verilir. Diş rengi “kromofor” olarak adlandırılan ve yapısında çeşitli tek ve çift bağlar, heteroatomlar, karbonil ve fenil halkaları içeren uzun zincirli organik bileşiklerden oluşur. Beyazlatma ile kromoforun yapısında bulunan çift bağlar oksidasyon ile açılır ve zincirler kırılır. Çift bağların açılması ile gelen ışığı yansıtmayan daha küçük moleküller oluşur ve dişler daha açık renkli görünür (17). Vital dişlerin beyazlatılmasıyla ilgili ilk yazılı kaynak 1877’de Chapple tarafından yayınlanmıştır (18). Chapple oksalik asit kullanarak dişlerin beyazlatılmasını önermiştir. İki yıl sonra Taft, aynı amaçla “Labarraque’s solution” adını verdiği klor içeren bir solüsyonu kullanmıştır (19). Westlake, 1895’de, elektrik akımı ve pirozone ( $H_2O_2$  ve eter) kullanarak beyazlatma yaptığını ve başarılı sonuçlar elde ettiğini bildirmektedir (20). 1918’de ilk defa Abbot, günümüzdeki uygulamaların temeli olan ısı ve ışığı %37’lik  $H_2O_2$  ile yaptığı beyazlatma sırasında kullanmıştır (21). %30’luk  $H_2O_2$  ve sıcaklık uygulaması 1930’lu yıllardan sonra en kabul gören yöntem olmuştur (22). 1937’de Ames renklenmiş mineyi beyazlatmak için %30’luk  $H_2O_2$ ’i su yerine etil eterle karıştırarak dişler üzerine yerleştirip 30 dakika süre ile ısı uygulamış ve sonuçlarının başarılı olduğunu bildirmiştir (23). Karbamid peroksidin (KP) vital dişler üzerine olan beyazlatıcı etkisi ilk olarak 1968’de ortodontist William Klusmier tarafından marjinal periodontitisin tedavisi sırasında keşfedilmiştir (24). KP ile yapılmış ilk klinik çalışma bulguları 1989 yılında Haywood ve Heymann tarafından yayınlanmıştır. Çalışmada Haywood % 10’luk KP kullanmış ve “gece koruyucu plakla uygulama” olarak isimlendirdiği teknikle vital beyazlatma yapmıştır (25). Vital beyazlatma tedavisinde 2004 yılında Luk ve ark. değişik jelleri farklı ışıklarla kombine ederek uygulamış, beyazlatma etkinliklerini ve sıcaklık artışlarını karşılaştırmış, sonuçta renkteki değişikliklerin ışık tipi ile ilişkili olduğunu ortaya koymuşlardır (26). Son yıllarda geliştirilen lazer ile yapılan beyazlatma tedavisinde

Argon lazer, CO<sub>2</sub> lazer, Diyot lazer (810-980 nm) ve Nd:YAG lazer (1064 nm) Er:YAG ve KTP lazerler kullanılmaktadır (27-29).

### 2.1.2. Diş hekimliğinde renk

Rengi tanımlamak, renk bütününün bileşenlerini bulmak, benzer özellikte renklerin bir araya geldiği ve renk değişimlerinin düzenli bir şekilde sıralandığı renk sistemlerini oluşturmak amacıyla pek çok sanatçı, bilim adamı ve kuruluşlar değişik çalışmalar yapmıştır (30, 31). Bu sistemler arasında en çok kabul görenlerden biri Ressam Albert Henry Munsell'in 1905 yılında ortaya koyduğu renk sistemidir. Munsell renk sisteminin esası, bir rengin görsel özelliklerinin üç bileşenle tanımlanabileceği ve herhangi bir bileşenin eşit adımlarının, eşit görsel algılama adımlarına karşılık geleceği düşüncesine dayanmaktadır. Bu üç bileşen parlaklık (Value), yoğunluk (Chroma) ve renk tonu (Hue)'dur (30). Parlaklık, yoğunluk, renk tonu değerleri rengin sayısal olarak açıklamasını sağlamaktadır (32). Munsell'in tanımıyla renk sarıdan kırmızıya, mavi-mordan yeşile bir renk grubunu diğerinden ayırt etmemizi sağlayan karakterdir. Bu sistemde 10 adet (hue) renk çeşidi vardır ve bu çeşitleri belirlemede bazı harfler kullanılır. Bu renk çeşitleri; kırmızı=R, sarı-kırmızı=YR, sarı=Y, yeşil=G, yeşil-sarı=GY, mavi=B, mavi-yeşil=BG, mor-mavi=PB, mor=P, kırmızı-mor=RP şeklinde adlandırılır (33) (Şekil 2.1). Renk tonu vita skalasında harflerle (A;B;C;D) gösterilir. Parlaklık bir cisimden geri dönen ışığın miktarı olup cismin parlaklık veya matlık derecesini göstermektedir. Munsell, parlaklığı siyah-beyaz bir skala olarak tarif etmektedir. Parlaklık değerlerinde siyah kısım 0, beyaz kısım ise 100 ile ifade edilir. Koyu renkler düşük value değerlerini, açık renkler yüksek value değerlerini gösterir. Parlaklığın azalması, aydınlatılan cisimden geri dönen ışığın azalması anlamındadır. Dişlerin kolesinin parlaklık değeri düşük olup bu bölgelerde ana rengin değerlendirilmesi de oldukça güçtür. Yoğunluk, birim alandaki renk miktarını ifade eder. Yoğunluk ve parlaklık ters orantılıdır. Yoğunluk vita renk skalasında numaralar ile gösterilir (A1; A2; A3; A3,5, vb.), (34).

Rengin sayısal olarak ifade edilmesi amacıyla kullanılan diğer yöntemler, uluslararası "Comission Internationale de l'Elairage"(CIE ) tarafından geliştirilmiştir. En iyi bilinen yöntemlerden bir tanesi 1976'da geliştirilen L\*a\*b\* renk sistemidir (Şekil 2.1), (30). Bu renk sistemi tüm renklerin üç ana rengini belirli oranlarda karışımından meydana

geldiği temeline dayanmaktadır. Eşit renk farklılıkları arasında eşit mesafelerin bulunduğu bu üç boyutlu uniform renk aralığında, renkleri tanımlayan  $L^*$ ,  $a^*$  ve  $b^*$  parametreleri bulunmaktadır. CIELab sisteminin diğer bir gösterimi,  $L^*c^*h^*$  olarak adlandırılan parametreler kullanılarak da kolayca elde edilebilir.

$L$ = Açıklık ve koyuluğu ifade eder. Siyah rengin  $L$  değeri 0, beyaz rengin ise 100 olarak kabul edilir.  $L$  değeri arttıkça objenin rengi açılır.

$c$ = Renk yoğunluğu (chroma, ton)

$h$ = Renk değişikliği, açısı (hue)

+ $a^*$ : kırmızı yön

- $a^*$  yeşil yön

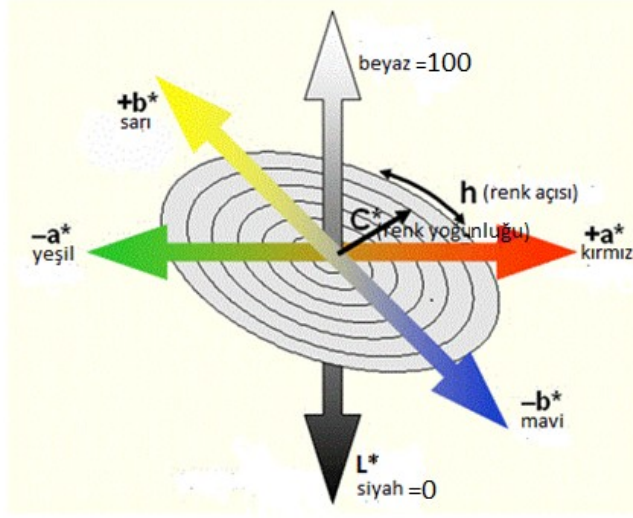
+ $b^*$ : sarı yön

- $b^*$ : mavi yönü tanımlanır (35, 36).

Renklerdeki değişiklik  $\Delta E$  olarak adlandırılan tek bir sistemle tanımlanır ve aşağıdaki formül ile iki ölçüm arasındaki renk farkı belirlenir.

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

(37). “ $\Delta$ ” sembolü farklılığı temsil ederken “E” harfi Almanca’da duyum-algı anlamına gelen “Empfindung” kelimesinin baş harfidir (38).  $\Delta E$  formülünde yer alan  $L_1$ ,  $a_1$  ve  $b_1$  ilk ölçüm değerleri iken  $L_2$ ,  $a_2$  ve  $b_2$  ise ikinci ölçüm değerleridir.  $\Delta E$  değerlerinin 1’den küçük olması renk değişiminin görsel olarak fark edilemeyeceği, 1 ve 2 arasında olması kısmen fark edilebileceği, 2’den fazla olması görsel olarak da fark edilebileceği anlamına gelmektedir (39, 40).



**Şekil 2.1.** CIEab renk sistemi

### 2.1.2.1. Işık ve renk terimleri

Metamerizm bir rengin farklı ışık kaynakları altında farklı tonlarda algılanmasıdır. Renk algılanmasında rol oynayan en önemli faktör ışığın cinsi ve yoğunluğudur (41). Renk terimlerinden opasite bir materyalin kendisine gelen ışığı geçirmesini engelleme özelliğidir. Cisim kendisine gelen ışığı tamamen yansıtıyorsa beyaz, tamamen absorbe ediyorsa siyah görünür (42). Kırılma, ışığın oblik olarak bir ortamdan diğerine geçerken hızında bir azalma ile birlikte yön değiştirmesi olarak adlandırılır. Eğer ışığın ikinci ortama geçişteki açısı dik açıya yakın ise, kısmen ya da tamamen kırılmaya uğrayabilir. Işığın bir yüzeyden yansımada ise ışık cismin içerisine hiç girmez ya da kısmen girer (41). Saydamlık (Transparency) bir materyalin içerisinden geçen ışığı tam olarak ilemesi durumudur. Böylece materyalin arkasında bulunan cisim net olarak görünür. Bir cismin saydamlık derecesini içerisinden geçen ve yansıtılan ışık miktarı belirler. Saydamlık yüksek ise cisim açık görüntü verir. Opasitenin tam tersi olarak ifade edilir (42). Işıma (fluorescence) bir cismin yüksek enerjiye maruz kalması sonucu etrafına ışık yayması ile ortaya çıkan durumdur. Yayılma gelen ışığın kesilmesinin ardından hemen durur. Doğal dişler ultraviyole ışık ile aydınlatıldıklarında mavi bölgede ışıma özelliği gösterirler (41). Renk tespitinde aydınlatmanın standardizasyonu metamerizmi azaltmaktadır (42).

### 2.1.2.2. Dişlerin renk özellikleri

Sağlıklı bir dişin rengini belirleyen dört faktör vardır:

1. Kron minesinin rengi: Normal mine mavi-beyaz, sarı, gri-beyaz tonlar arasında değişen renk farklılıkları gösterir. Saydam mine ile örtülü dişler alttaki dentinin rengini yansıtarak kahverengi-sarımsı, kalın opak minesini olan dişler ise çoğu kez gri-beyaz görünür.

2. Dişlerin okluzal ve insizal kenarlarına doğru artan, servikalde azalan mine kalınlığı: Minenin servikal üçlüde daha ince olmasından dolayı dişler bu bölgede dentinin rengini daha fazla yansıtır ve daha sarı görünür. Kesici kenarda ise mavimsi renkte görülür.

3. Dentinin renk tonu

4. Dentin ve pulpadaki kalsifikasyon derecesine göre değişen mine saydamlığı:

Fizyolojik yaşlanmayla oluşan sekonder dentin veya patolojik nedenlerle oluşan sklerotik dentin, abrazyona bağlı olarak azalan mine kalınlığı, pulpa kalsifikasyonları ve taşları, dentikellerin yanı sıra dışsal ve içsel faktörlere bağlı olarak dişlerde renk değişiklikleri ortaya çıkabilmektedir (7, 17).

Yeni sürmüş dişlerde minenin üst tabakası oldukça opak olup minenin inorganik komponentleri dentine oranla daha fazladır ve yapı daha mineralizedir. Mine kristalleri arasındaki mesafenin fazla olması nedeniyle de opasite artar. Opasitenin genç dişlerde fazla olması dişlerin ışığı daha fazla yansıtmasına neden olur (43). Ayrıca genç dişlerin daha geçirgen olmalarından dolayı dehidrate olma oranları da daha fazladır (44). Yaşlı dentinin yoğunluk değeri yüksek, parlaklık değeri ise düşük olduğundan daha koyu görünür. Genç dentin daha kırmızı-sarı iken yaşlı dentin daha çok yeşil-mavidir. Dişlerde mine kalınlığının farklı dağılmasından dolayı en fazla parlaklık kesici kenarlarda, en az parlaklık ise kole bölgelerinde gözlemlenmektedir. Beyazlatma sırasında dişlerdeki hidroksiapatit kristalleri arasındaki pigment içeren organik yapının azalması ve dişlerin dehidratasyona uğraması sebebiyle dişlerin hue, croma ve value değerlerinde değişimler olmaktadır. Dehidratasyon ile mine daha opak bir hal alırken ışığı daha fazla yansıtılmaktadır. Aynı zamanda translusensliğin azalmasıyla dişlerin daha parlak görünmesine neden olmaktadır (33).

### **2.1.2.3. Diş renginin tespiti**

Bir cismin görülebilmesi için ışık yayması veya bir ışık kaynağından gelen ışığı yansıtması veya aktarması gerekir. Işık kaynağı, izlenen obje, objeyi izleyen gözlemci ve ortam, rengin algılanmasını etkileyen faktörlerdir (45). Diş yüzeyine gelen ışığın geri yansıyan ve emilen ışık miktarı dişin rengini belirlemektedir. Renk, objeden yansıyan ışığın gözde yarattığı etkidir ve beyinde subjektif olarak algılanmaktadır. Bir miktar ışık emilirken bir kısmı da kırılmakta olup sadece yansıyan ışık miktarı insan gözü tarafından renk olarak algılanmaktadır. Aydınlik ve bakma açısı da renk değişiklikleri açısından önemlidir. Her insan rengi bireysel ve farklı algılamaktadır. Cisimlerden yansıyan renk belli bir spektrumda olsa dahi farklı insanlar tarafından farklı algılanmaktadır. Gün ışığı, bakış açısı, ortamın aydınlatma sistemi ve donanımı renklerin algılanmasında çok önemli etkenlerdir (46).

### **2.1.2.4. Diş renginin ölçülmesi**

Diş renginin görsel olarak belirlenmesi subjektif olduğundan çevresel nedenlerle ilgili değişkenler ve gözlemciden kaynaklanan deneyim, yaş, göz yorgunluğu ve renk körlüğü gibi fizyolojik değişkenler farklılık oluşturmaktadır (47). Bu görsel bilginin oluşturulmasında ve aktarılmasında kullanılan renk skalaları doğal diş renklerinin tamamını kapsamamakla birlikte renk aralıkları sistematik değildir. Ayrıca farklı firmaların renk skalalarının birbirleri ile eşdeğer değildir (40, 48). Tüm bu sınırlamalara rağmen, kullanım kolaylığı ve ekonomik oluşu nedeniyle skala ile renk tespiti günümüzde hala yaygın olarak kullanılmaktadır. Diş renginin seçiminde kullanılan diğer bir yöntem ise son yıllarda geliştirilen ve özel olarak tasarlanmış ağız içi renk ölçüm cihazlarıdır. Bu cihazları kolorimetreler, spektrofotometreler, dijital kameralar ve spektroradyometreler olarak sıralayabiliriz (26, 49)

#### **2.1.2.4.A. Renk skalaları**

Renk skalaları beyazlatma tedavisinde, protetik, restoratif işlemler sırasında renk tespiti için kullanılan geleneksel ve düşük maliyetli bir yöntemdir (50). Önceden belirlenmiş renk tonları ile doğal diş renklerinin bire bir uyuşmaması, kişilere göre değişkenlik göstermesi, hastanın yaşı, ortamın aydınlanması, odanın dekoru, makyaj, hekimin



tecrübesi ve göz yorgunluğu gibi birçok faktör de renk tespitini etkilediğinden bu yöntemin objectif olarak kullanılmasında sakıncalar oluşturmaktadır (30).

#### **2.1.2.4.B. Kolorimetreler**

Standart bir renk kalibrasyonuna dayanarak, rengi tespit edilecek objedeki renk verilerini analiz eden cihazdır. Bu cihazlar üç uyaranlı x, y, z değerlerini veya CIE L\*, a\*, b\* değerlerini verirler. Bu değerler matematiksel olarak analiz edilebilir ve elde edilen değerlerle farklı objelerin renk parametreleri karşılaştırılabilir. Ancak tek bir açı ve ışık altında ölçüm yapılabilmesi ve ölçümlerin tekrarlanabilirlik özelliklerini zamanla kaybetmesi bu aletlerin dezavantajlarıdır (17, 51, 52).

#### **2.1.2.4.C. Spektrofotometreler**

Yüzey renginin ölçülmesinde en yaygın kullanılan cihazdır. İçerisinde bir monokromatör, dedektör ve ışık kaynağı bulunmaktadır. Bu cihazlar ölçüm yapılacak örnekten yansıyan ışığın, beyaz bir yüzeyden yansıyan ışığa olan oranını ölçmektedir. Kolorimetre, doğrudan gözümüzün algıladığı üç temel renk üzerinden (kırmızı, yeşil, mavi) ölçüm yaparken spektrofotometre, gözümüzün algılayabildiği tüm renkleri yani 380-720 nm dalga boyu aralığındaki belirli dalga boyu aralıklarında yansıyan ışık enerjisinin tamamını toplayarak sonuca ulaşmasından dolayı daha net sonuçlar vermektedir (41). Metamerizmi ayırt edebilmek amacı ile de kullanılabilirler. Ancak güneş ışığı, ampul ışığı ve floresan ışıkta farklı ölçüm değerleri verebilmektedir. Bu nedenle spektrofotometreler daha profesyonel alanlarda, bilimsel çalışmalarda, kalite kontrolünde ve rengin tarif edilmesinde kullanılmaktadırlar (53).

#### **2.1.2.4.D. Dijital kameralar**

Renk ölçümlerinde dijital kameraların kullanımı son zamanlarda oldukça popüler hale gelmiştir. Sistemin en büyük özelliği cismin üzerindeki bir nokta veya bölgenin değil, tüm cismin rengini ölçebilmesidir. Sistemde ön dişlerin görüntüleri standart şartlar altında dijital kameralar kullanılarak alınır ve sonuçlar bilgisayar programları yardımıyla "CIELab" cinsinden değerlendirilir (41, 54).

#### **2.1.2.4.E. Spektrometreler**

Spektrometreler, radyometrik değerlerin ölçümü için tasarlanmış olup renk üretimi uygulamalarında da kullanılan cihazlardır. Bu aletlerin avantajı ölçüm sonuçlarının gerçek görüş şartlarında gerçekleştirebilmeleridir. Ancak ölçüm pozisyonuna önemle dikkat edilmesi gerekir zira meydana gelebilecek değişiklikler sonuçlarda farklılık oluşturabilirler (55).

#### **2.1.3. Dişlerde görülen renk değişimleri etyolojileri**

Beyazlatma tekniklerinin en iyi şekilde uygulanabilmesi için renklenmeye yol açan etyolojilerin bilinmesi uygulanacak tedavi yönteminin belirlenmesi açısından önem taşımaktadır (56). Diş renklenmeleri iç ve dış kaynaklı olmak üzere iki farklı şekilde sınıflandırılmaktadır. Birincisi eksternal (dışsal) lekelerdir. Dişlerin üzerine, dışarıdan gelen çeşitli maddelerin birikimiyle olur. İkincisi, dişin içindeki çeşitli tepkimeler nedeniyle veya bazı sistemik hastalıkların etkisiyle mine ve dentin dokularının içinde oluşan renklenmelerdir. Bunlar internal (içsel) renklenmelerdir.

##### **2.1.3.1. Dışsal renklenmeler**

Dışsal renklenmelerin oluşumunda farklı materyallerin diş yüzeyine doğru çekilmesi önem taşımaktadır. Bu çekim kuvvetlerinden birisi, uzun süre devam eden “elektrostatik” ve “Van der Waals” kuvvetleri şeklinde karşılıklı etkileşimlerdir. Diğerleri ise kısa dönem etkileşimleridir (57). Bu etkileşimler renk veren maddelerin diş yüzeyine ulaşmasına ve bağlanmasına sebep olmaktadır. Dışsal diş renklenmeleri için geliştirilen Nathoo sınıflaması aşağıda gösterilmiştir (7);

##### **1. Direkt diş renklenmesi**

a. N.1 tip diş renklenmesi: Kromojen diş yüzeyine bağlanır ve renklenmeyi oluşturur. Kromojenin rengi, oluşturduğu diş renklenmesine benzerdir.

b. N.2 tip diş renklenmesi: Renkli materyal diş bağlanınca rengi değişir.

##### **2. İndirekt diş renklenmesi**

c. N.3 tip diş renklenmesi: Renksiz materyal veya bir pre-kromojen diş bağlanır ve renklenmeyi yaratan bir kimyasal reaksiyon oluşur.

## 1. Direkt diş renklenmesi

Direk lekelenme çay ve kahve gibi renklerini bırakan yiyecek ve içeceklerin pelikülüne girerek diş yüzeyine yapışması sonucu oluşur (58). Sigara içmek ya da tütün çiğnemek, ilaçlar, baharatlar, sebzeler ve kırmızı şarapta direk renklenmeye neden olur. Lekenin rengini yiyeceklerin içerisinde bulunan polifenolik bileşikler meydana getirir (59). Asıl mekanizma tam olarak bilinmemekle birlikte, pelikül içeriğiyle ilgili olduğu düşünülmektedir. Çıplak mine kromojenleri kolay kolay almazken, pelikül proteinleri kromojenlerle çok özel olmayan bir reaksiyona girer. Reaksiyonda, bir sünger sıvıları nasıl emiyorsa, pelikül de aynı şekilde davranır. Dentin kromojenleri mineden daha porözlü olan dentin tarafından, hem intertubuler dentin hem de tübüller tarafından, absorbe edilebilir (60).

2. İndirekt diş renklenmesi: İndirekt diş renklenmeleri metal tuzları, katyonik antiseptikler, renksiz ya da farklı renkteki bir lekenin, başka bir kimyasal bileşik ile etkileşmesi sonucu oluşabilir. Polivalent metal tuzları diş renklenmeyle ilgilidir ve demir fabrikalarında çalışan kişilerde görüldüğü gibi dişlerde siyah renklenmeye sebep olurlar. Bakır tuzu içeren ağız gargarası yeşil, potasyum permanganat içerikli ağız gargaraları mor-siyah diş renklenmelerine sebep olurlar (59).

Klorheksidin, heksetidin, ketilpiridinyum içerikli diğer katyonik antiseptikler de uzun kullanım sonucunda ön dişlerin labiyal ve lingual yüzeylerinde kahverengi-siyah renklenmeye neden olurlar. (61).

Diş dokusunda meydana gelen aşınmalar ve kırılmalar ayrıca dişlerde yapılan restorasyonlar kazanılmış defektlerdir ve direkt veya indirekt diş renklenmelerine neden olurlar (62).

a. Diş Aşınmaları ve Gingival Çekilmeler: Diş aşınması mine ve dentinin erozyon, abrazyon ve atrizyon sonucu miktarlarının azalmasıyla oluşmaktadır. Minenin incilmesiyle dentin daha belirgin hale gelir ve dişler daha koyu renkli görünürler. Yine servikal bölgede meydana gelen dişeti çekilmeleri mine ince olduğundan dentin dokusunun kolaylıkla açığa çıkmasına neden olur. Açığa çıkan dentin nedeniyle kromojenlerin diş yapısına girmesi daha da kolaylaşır.

b. Diş Çürükleri: Çürük lezyonlarında pörözite artmaktadır. Bu sırada diyetle alınan kromojenler dentine ulaşarak renklenmelere neden olurlar. Örneğin durmuş çürük lezyonunun siyah görünümü dış kaynaklardan depoladığı renklerdir (63). Tüm dışsal renklenmelerin ortak özelliği lokalizasyonlarına, oluşma sürelerine ve kalınlıklarına göre abraziv bir macun veya daha koyu renklenmelerde profesyonel diş temizliği ve air abraziv yöntemleri ile muayenehane ortamında uzaklaştırılabilmesidir. Daha ileri durumlarda ise genel olarak ağartma tedavilerine iyi yanıt verirler. Ancak tedavinin başarısı ne olursa olsun, etijolojik neden ortadan kaldırılmazsa renk değişimi kaçınılmazdır (64).

c. Restoratif Materyaller: Klasik, amalgam dolguların çevresindeki gri siyah renklenme amalgam artıklarının dentin tübüllerinde birikmesi sonucu oluşur (65).

### **2.1.3.2. İç kaynaklı renklenmeler**

Derin ve komplike renklemeler olan iç kaynaklı renklemeler dişlerin gelişimi sırasında diş sert dokularının kompozisyonlarındaki değişimler sonucu meydana gelmektedir. İç kaynaklı renklemelerin sınıflandırılması Tablo 2.1'de belirtilmiştir (62, 66).

**Tablo 2.1** İçsel renklenmelerin sınıflandırması

<b>Lokal Faktörler (Odontogenesisiz Sonrasında Oluşan İçsel Renklenmeler)</b>	<b>Sistemik Faktörler (Çeşitli Hastalıklar ve Çevresel Faktörler, Odontogenesisiz Esnasında Oluşan İçsel Renklenmeler)</b>
1. Pulpa ile ilişkili lekelenmeler A. Pulpa nekrozu B. Travma (İntrapulpal Hemoraji) C. Kalsifik metamorfozis (distrofik kalsifikasyon) 2. Kök kanal dokusu ile ilişkili lekelenmeler A. Uygun olmayan giriş kavitesi B. Kanal dolgu materyalleri ve kanal içi ilaçlar C. Kök rezorpsiyonu 3. Koronal restorasyonlar (Metalik ve kompozit restorasyonlar) 4. Yaşlanma 5. Enfeksiyon	1. İatrojenik renklenmeler A. Tetrasiklin B. Florozis 2. İdiyopatik gelişim (formasyon) defektleri 3. Kalıtsal hastalıklar A. Amelogenesis imperfekta B. Dentinogenesis imperfekta C. Dentinal displazi 4. Metabolik hastalıkları A. Hemolitik anemiler (Eritroblastozis fetalis) B. Konjenital porfiri C. Okronozis (Alkaptonuria-Fenilketanuri) D. Talassemia (Akdeniz anemisi)

#### **2.1.3.2.A. Lokal faktörler (Odontogenesisiz sonrasında oluşan içsel renklenmeler)**

##### **1. Pulpa ile ilişkili lekelenmeler**

A. Pulpa nekrozu: Bakteriyel, mekanik veya kimyasal irritasyon sonucu pulpa nekrozu meydana gelen durumlarda açığa çıkan yıkım ürünlerinin dentin kanallarına yayılarak dentinde renkleşme meydana getirmesidir (67).

B. Travma (İntrapulpal hemoraji): Genellikle kötü bir travma sonucu diş yapısının zarar görmesi ile koronal kan damarlarının parçalanması sonucu hemoraji ve kırmızı kan hücrelerinin lizisi gerçekleşir. Hemoliz sonrası açığa çıkan demirin nekroz sonucu oluşan hidrojen sülfid ile birleşmesiyle meydana getirdiği demir sülfid dentin tübüllerine nüfuz ederek renklenmeye sebep olur (68).

C. Kalsifik metamorfozis (Distrofik kalsifikasyon): Genellikle pulpanın canlılığını yitirmediği travmalara bağlıdır. Travma sonucunda odontoblastların parçalanması ile kan ihtiyacı geçici olarak karşılanır ve odontoblastların yerine irregüler dentin formasyonu başlar (67). Dişlerde koyu gri renkte lekelenmeler neden olur.

##### **2. Kök kanal dokusu ile ilişkili lekelenmeler**

A. Uygun olmayan giriş kavitesi: Endodontik tedavi esnasında giriş kavitesinin doğru açılmaması sonucunda kromda özellikle pulpa boynuzu bölgesinde pulpa artıklarının kalması dişlerde renklenmeye yol açar.

B. Kanal dolgu materyalleri ve kanal içi ilaçlar: Antibiyotikli patlar, iyotlu solüsyonlar, civa içeren antiseptik solüsyonlar, tetrasiklin içeren patlar, gümüş ve iyot içeren kanal patları gibi endodontik materyallerin artıkları pulpa odasında kaldığında renklenmeye sebep olurlar (69).

C. Kök rezorpsiyonu: Genellikle klinik olarak asemptomatik olan rezorpsiyon, bazen mine-dentin birleşiminde pembe bir görünümle belirti verebilir. Pulpal veya periodontal nedenlerden dolayı oluşan kök rezorpsiyonları dış veya iç rezorpsiyon olarak görülebilir (70).

### 3. Koronal restorasyonlar (Metalik ve kompozit restorasyonlar)

Koronal restorasyonlarda kullanılan amalgam içeriğindeki gümüş ve cıvaya bağlı olarak gri-siyah renklenmeye yol açar. Metalik iyonlarla oluşan bu renklenmenin ağartılması mümkün değildir. Yine kompozit restorasyonlar da mikrosızıntı sebebiyle renk değiştirerek renklenmeye neden olabilirler (71).

### 4. Yaşlanma

Yaşlanma, sekonder-terciyer dentin oluşumu, pulpa taşları ve minedeki aşınmalar dişlerin sarıdan kahverengiye doğru renklenmesine neden olur (7). Bu doğal süreç yiyecek, içecekler ve tütün ürünlerinin zaman içerisinde biriken renklendirici etkileri ile hızlanmaktadır (72).

### 5. Enfeksiyon

Enfeksiyon ile nekroz olan dişin rengi griden kahverengiye değişkenlik gösterir. Enfeksiyon süt dişinde ise ve altındaki daimi diş etkilenirse bu dişte beyaz, sarı ve kahverengi lekeler gözlenebilmektedir (73).

### 2.1.3.2.B. Sistemik faktörler (Çeşitli hastalıklar ve çevresel faktörler, odontogenesiz esnasında oluşan içsel renklenmeler)

#### 1. İatrojenik renklenmeler

##### A. Tetrasiklin

Geniş spektrumlu bir antibiyotik olan ve sistemik olarak alınan tetrasiklin büyüme ve gelişim esnasında alındığında kemik ve diş sert dokularında birikebilir (74). Tetrasiklin molekülleri, diş mineralizasyonu sırasında kalsiyum ile bağlanmakta ve hidroksiapatit kristaline yerleşerek tetrasiklin-kalsiyumortofosfat kompleksi şeklinde depolanmaktadır. Bazı durumlarda tetrasiklinin partikülleri kalsifiye dokulara tabakalar şeklinde yerleştiğinden dolayı fluorescent bantlar meydana getirmektedir (75, 76). Dişlerde oluşan tetrasiklin renklenmesinin şiddeti uygulanan ilacın; dozu, süresi, verilme zamanı ve verilen ilacın tipine göre değişmektedir (Tablo 2.2).

**Tablo 2.2.** Tetrasiklin grubu ilaçların sebep olduğu renk sınıflaması

TETRASİKLİN İLAÇ GRUBU	SEBEP OLDUĞU RENK
Klortetrasiklin	Gri-kahve
Dimetil Klortetrasiklin	Sarı
Oksitetrasiklin (Terramycin)	Sarı (küçük miktarda)
Tetrasiklin	Sarı
Vibramisin, Doksisisiklin	Renklenme yapmaz

Tetrasikline bağlı diş renklenmeleri aşağıdaki şekilde sınıflandırılmıştır (77). Buna göre;

1. Derece: Minimal düzeyde renklenme bulunur. Açık sarı-kahverengi ve grimsi renkler gözlenir. Bantlaşma ya da lokalize konsantrasyon gözlenmez. Beyazlatma tedavisine yanıt verir.
2. Derece: Miktar ve lokalizasyon olarak çok değişkendir. Bant yapısı göstermeyen, derin sarı, kahverengi ve grimsi tonlardır. Beyazlatmaya verdiği cevap renklenmenin derecesi ve yoğunluğuna bağlıdır.

3. Derece: Koyu gri ve mavi bantlaşma şeklinde gözlenen renklenmelerdir. Bantlaşmanın sebebi ise aralıklı olarak ilaç alımıdır. Vital beyazlatmalarda prognoz kötüdür. Beyazlatma ve veneer restorasyon kombine kullanılmalıdır.

4. Derece: Çok koyu renklenmelerdir ve vital beyazlatmaya yanıt vermezler.

Daimi dişlerin gelişimi 12 yaşına kadar devam ettiği için bu yaşın altındaki çocuklarda, emzirme dönemindeki kadınlarda ve placentaya bariyerini geçebildiğinden hamilelerde tetrasiklin kullanılmamalıdır (78).

## B. Florozis

Diş formasyonu süresince günlük 1ppm'den fazla miktarda flor içeren su veya gıda alımı sonucu meydana gelir. Renkleşme, opak noktalar olarak görülebildiği gibi, sarı-kahverengi şeritler halinde de görülebilir. Bu şekilde oluşan renklenmeler simetrik karakterdedir. Odontogenezis sırasında alınan yüksek konsantrasyondaki florun ameloblastlarda metabolik bozukluklara yol açtığı, bunun sonucu olarak matriks oluşumunun bozulduğu ve kalsifikasyonun azaldığı bildirilmektedir. Florozis en çok daimi dişleri etkilemektedir. Diş grupları arasında premolarlar en çok etkilenen diş gruplarıdır (68).

Mine yüzeyinde kahverengi pigmentasyonlarla bir arada görülen "basit florozis" olguları beyazlatma tedavilerine iyi yanıt verirken, mine yüzeyinde opak beyaz-gri lekelerle karakterize olan "opak florozis" olgularının beyazlatma tedavilerinde her zaman başarılı olunamamaktadır (7, 62).

## 2. İdiyopatik formasyon defektleri

Diş formasyonu sırasında mine tam olarak mineralize olamadığı durumlarda görülmektedir. Mine yüzeyi pürüzlüdür. Prematüre doğumlar, beslenme bozuklukları, vitamin, kalsiyum ve fosfat eksikliği, beyin yaralanmaları veya nörolojik defektler, böbrek iltihaplanmaları, alerjiler, lokal enfeksiyon, travma, florozis, kızamık ve fazla radyasyon alımı sonucu mine hipoplazileri oluşabilmektedir (76).

## 3. Kalıtsal hastalıkların neden olduğu iç kökenli renklenmeler

A. Amelogenezis imperfekta: Herediter bir defektir ve her iki dentisyonda da mineyi etkiler. Otozomal dominant ve otozomal resesif geçişler gösterebilir. Amelogenezis imperfektanın hipoplastik, hipomature, hipokalsifik ve taurodontizmle beraber görülen



hipomatür hipoplastik olmak üzere dört şekli vardır. Hipoplastik tipte; minenin kalınlığı normalden azdır. Kronlarda düzensizlikler, çukurcuklar görülür. Renkleri sarıdır ve sert bir yapıları vardır. Hipokalsifik tipte; mine kalınlığı normaldir. Dişler sürdüklerinde tebeşirimsi beyaz olup zamanla koyulaşırlar ve sarı-kahverengi bir renk alırlar. Hipomature tipte; mine kalınlığı normaldir, fakat sertliği azalmıştır. Renkleri opak beyaz, sarı-kahverengi olup dentinden yer yer kopmalar oluşmuştur. Taurodontizmle beraber görülen hipomatür hipoplastik tip ise özellikle maksillada molar dişlerde görülür (7, 79, 80).

B. Dentinogenesis imperfekta: Dişin rengini, şeklini ve fonksiyonunu etkileyen dentin ve pulpanın gelişim bozukluğudur. Herediter karakterlidir. Otozomal dominant geçiş gösterir. Süt dişlerini daimi dişlerden daha çok etkiler. Dişler sürdüğünde renkleri normaldir. Daha sonra saydamlaşır, sarı veya kahverengi olur. Çoğu olguda mine, dentinden kolayca ayrılır. Açığa çıkan dentin kanalları yoluyla gıda ve kromojen bakteriler dişin renklemesine yol açar (77, 81).

C. Dentinal displazi: Dentin defektlerini 1973'te Shields ve ark. yeniden sınıflamış ve dentinal displazi tanımı geliştirmişlerdir (82). Bu sınıflama ile dentinogenesis imperfekta ve dentin defektleri ayrılmıştır. Otozomal dominant geçiş gösteren Tip I dentin displazisinde süt ve daimi dişler normal şekil ve formdadır fakat kehribar rengi bir şeffaflık izlenir. Radyografik olarak diş kökleri kısa ve konik yapıdadır. Pulpa genellikle tıkalıdır ve karakteristik periapikal radyolüseni izlenmektedir. Tip II dentin hipoplazisi ise birçok pulpa taşı ile birlikte devedikeni görüntüsündeki pulpa odasının bulunması ile karakterizedir. Bu durumda ise dişlerde kahverengi renklemeler görülmektedir (80).

#### 4. Metabolik hastalıkların neden olduğu renklemeler

A. Hemolitik anemiler (Eritroblastozis fetalis, Konjenital hiperbilirubeni): Bebeğin ve annenin kan uyumsuzluğu nedeni ile eritrositlerin hemolizi ile meydana gelir. Bu hastalığın görüldüğü çocuklarda süt dişlerinde hipoplazi görülürken buna ek veya ayrı olarak dolaşımdaki kan pigmentleri süt dişlerini ve daimi dişleri boyayabilmektedir. Dişler yeşilimsi mavi, mavimsi siyah veya koyu kahverengi renklemeler gösterebilirler (7).

B. Konjenital porfiri: Nadir görülen resesif otozomal bir metabolizma hastalığı olup porfirin metabolizmasındaki bozukluk sonucu görülmektedir. Çoğunlukla konjenitaldir fakat sonradan da kazanılabilir. I. ve III. tip porfirin pigmentlerinin kemik ve dişte depolanmasıyla görülür. Etkilenen dişlerde kırmızı kahverengi renklemeler oluşur ve eritrodonti olarak adlandırılır (81).

C. Okronozis (Alkaptonuria-Fenilketanuri) : Resesif olarak geçen bir metabolizma bozukluğudur. Tirozinin ve fenilalaninin tam olmayan oksidasyonu hemogenistik asit oluşturarak daimi dişlerde kahverengi renklemeye neden olmaktadır (7, 62, 81).

D. Talassemia (Akdeniz anemisi): Akdeniz anemisi, Beta talassemia geninin, anne ve babadan geçmesiyle meydana gelen alyuvarlarda bulunan hemoglobin molekülünün kalıtsal bir hastalığıdır. Hemoglobin molekülünde globin zincirlerinden bir ya da birkaçının sentez hızında azalma ya da tümden yokluk söz konusudur. Küçük yaşlarda başlarsa sürekli dişlerde renklemeye sebep olabilmektedir (7, 81).

#### **2.1.4. Beyazlatmanın etki mekanizması**

Beyazlatma işlemi dişin doğal rengine dönmesi için, ağartıcı okside ajandan çıkan serbest oksijenin renklenmiş moleküllerle reaksiyona girmesiyle gerçekleşen bir uygulamadır. Bu yöntem de gerçekleşen aslında bir redox (oksidasyon, redüksiyon) reaksiyonudur. Albers beyazlatma mekanizmasını “aşırı pigmente karbon halkalarının açılarak daha açık renkteki karbon zincirlerine dönüşmeleri” olarak tarif etmektedir (83). Böylece, ışığı daha az yansıtan basit moleküller oluşmaktadır (24). Bu işlem materyal tümüyle ağarana kadar devam etmektedir. Beyazlatmaya devam edildikçe ortamda sadece hidrofilik renksiz yapıların kaldığı bir noktaya ulaşılır. Bu materyalin doygunluk noktasıdır ki bu noktadan sonra beyazlatma bir anda yavaşlar. Beyazlatmaya devam edilirse proteinlerin karbon bağları ve diğer karbon içeren materyaller yıkılmaya başlar. Materyal çok daha ufak parçalara ayrılır. Geriye kalan materyalin çok hızlı bir şekilde karbondioksit ve suya dönüşmesi ile birlikte minedeki madde kaybı da hızlanır. Beyazlatma işleminin en son aşaması mine yapısının bozulması ve kaybıdır (7).

### **2.1.5. Beyazlatma tedavisinde kullanılan materyaller**

Diş hekimliğinde beyazlatma için daha çok  $H_2O_2$  ve türevlerini içeren ürünler kullanılmaktadır (24).  $H_2O_2$ , ya direkt olarak dişler üzerine uygulanmakta ya da sodyum perborat veya karbamid peroksit (KP) gibi maddelerden kimyasal salınım sonucunda açığa çıkmaktadır (84).

#### **2.1.5.1. Hidrojen peroksit**

Beyazlatma tedavilerinin başlıca materyali olan  $H_2O_2$  vücutta düşük konsantrasyonlarda doğal olarak bulunurken, yüksek konsantrasyonlarda bakteriyostatik, çok yüksek konsantrasyonlarda ise DNA'yı harap edecek derecede mutajeniktir (84).  $H_2O_2$ , serbest radikal üretebilen okside edici bir ajan olup, acı bir tadı olan ve suda yüksek oranda çözünerek asidik bir solüsyon oluşturan renksiz bir sıvıdır. Birçok beyazlatma ürünüde değişik konsantrasyonlarda bulunan  $H_2O_2$ 'in parçalanması sonucu ortaya çıkan oksijen molekülleri dişlere penetre olarak pigmente molekülleri parçalar ve böylece beyazlatma işlemi gerçekleşir (37). Düşük molekül ağırlığına sahip olduğundan dokulara kolaylıkla diffüze olur. Proteinleri denatüre etme etkisi oldukça yüksektir ve ısı ile bu etkisi artmaktadır. Yüksek derecelerdeki ısı artışları ile pulpada dejeneratif değişikliklere yol açabilmektedir (84). Bu nedenle kullanılması esnasında dikkat edilmesi gerekmektedir.

#### **2.1.5.2. Karbamid peroksit**

% 35 ve daha üstü konsantrasyonları hekim kontrolünde klinikte uygulanırken %10-20 konsantrasyonları evde hasta tarafından özel bir plak içerisinde uygulanır (85). Kararlı bir yapısı olmayan KP reaksiyona girdiğinde  $H_2O_2$  ve üre açığa çıkarır. Yaklaşık olarak %10 KP'den %3.6  $H_2O_2$  ve %6.5'lik üre oluşmaktadır (7). Daha sonra üre amonyak ve karbondioksite parçalanmaktadır. Amonyak pH değerini yükselterek reaksiyon sırasında serbest radikallerin oluşumu için gereken aktivasyon enerjisini arttırmaktadır. Piyasadaki KP ajanları içeriğinde karbopol olup olmamasına göre iki gruba ayrılmaktadır. Karbopol içeren solüsyonlar yavaş oksijen salarken, karbopol içermeyen solüsyonlar hızlı oksijen açığa çıkarmaktadır (86).

### **2.1.5.3. Sodyum perborat**

Beyaz bir tozdur. Ayırıldığında sodyum metaborat ve oksijen açığa çıkar. Genellikle  $H_2O_2$  ile karıştırılarak pat halinde kullanılarak sinerjik bir etki elde edilir. Taze iken %95'lik perborat %9,9'a denk gelen oranda oksijen içerir. Kuru iken stabil olan sodyum perborat asit varlığında, ılık hava veya suda dekompoze olarak,  $H_2O_2$  veya oksijen açığa çıkarır. Sodyum perborat bileşiklerinin büyük bir kısmı alkali olup konsantre  $H_2O_2$  bileşiklerine göre kullanımı daha kolay ve güvenlidir (7, 87).

### **2.1.5.4. Sodyum perkarbonat**

$H_2O_2$  ve sodyum karbonatın birleştirilmesiyle elde edilen, kokusuz bir toz olup aktif oksijen radikalleri ortaya çıkarma özelliğine sahiptir (7).

### **2.1.5.5. Hidroklorik asit**

Hidroklorik asit (HCl) %18-36'luk konsantrasyonlarda kullanıldığında, beyazlatma etkisinin yanında mineyi de dekalsifiye etmesinden dolayı sınırlı bir endikasyon alanı bulunmaktadır. Genelde minenin yüzeyel renklemelerinin uzaklaştırılmasında kullanılmaktadır (75).

### **2.1.5.6. Karbopol**

Direkt beyazlatma etkisi bulunmayan karbopol beyazlatma sistemlerinde taşıyıcı olarak kullanılmaktadır. Karbopol jelin viskozitesini arttırmakta, diş eti iritasyonu engellemekte ve oksijen salınım süresini uzatarak jelin etki süresini arttırmaktadır (88).

### **2.1.5.7. Üre**

Doğal olarak insanın vücudunda bulunan üre tükürük bezleri tarafından üretilmekte, tükürüğün yapısında ve serbest diş eti oluşunun sıvısında bulunmaktadır. Ürenin yıkılması sonucu amonyak ve karbondioksit oluşmaktadır.  $H_2O_2$  stabilizasyonunu sağlamak ve pH'ın artmasına yardımcı olmaktadır. Ürenin antikaryojenik etkisi, tükürük sitümilasyonu ve yara iyileşmesi üzerine olumlu etkileri bulunmaktadır (37).

### **2.1.5.8. Koruyucular**

Beyazlatma ürünlerinin hepsi sitroksain, fosforik asit, sitrik asit veya sodyum stanat gibi koruyucu maddeler içerirler. Bunlar  $H_2O_2$ 'in parçalanmasını hızlandıran demir, bakır,

magnezyum gibi metallerin ürünleri etkilemesini engelleyerek, ajanların stabilite ve dayanıklılığını artırmaktadır (37).

#### **2.1.5.9. Taşıyıcılar**

Beyazlatma ürünleri gliserin veya glikol bazlıdır. Gliserin; beyazlatma ürünlerinin viskozitelerini arttırarak kullanımlarını kolaylaştırırken dişlerde dehidratasyona neden olmaktadır. Glikol ise anhidroz bir gliserindir (37).

#### **2.1.5.10. Diğer maddeler**

Bazı jellere beyazlatmaya bağlı hassasiyeti önlemek için flor, safran gibi maddeler eklenmiştir. Ayrıca eklenen yüzey nemlendiriciler sayesinde H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>'in dış yüzeyine daha kolay penetrasyonu sağlanmaktadır. Beyazlatma ürünlerinin yapılarına kullanımlarının kolaylaştırılması amacıyla nane ve meyve özütü gibi aromatik ürünlerde eklenebilmektedir (37).

#### **2.1.6. Hidrojen peroksitin aktivasyon prensipleri**

H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> aktivasyonu için ısı, ışık ya da farklı kimyasal maddeler kullanılabilir.

##### **2.1.6.1. Termokataliz**

H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>'in ısıya maruz kalması sonucunda,  $H_2O_2 + 211kJ/mol \rightarrow 2HO$  denklemine göre hidroksil iyonlarının serbestleşmesi hızlanmaktadır (51). Her 10°C ısı artışında, reaksiyon hızı iki katına çıkmaktadır. Daha fazla sayıda hidroksil iyonunun serbestleşmesi beyazlatmanın etkinliğini arttırmaktadır. Ancak bu ısı artışının pulpaya olası zararı göz önünde bulundurulmalıdır (24).

##### **2.1.6.2. Fotoliz**

Hidroksil iyonlarının serbestleşmesini sağlayan diğer bir yöntem ışık ile aktivasyondur. Günümüzde beyazlatma ürünlerinin ışıkla aktivasyonunu sağlayan pek çok farklı özellikte ışık kaynağı mevcuttur (51).

##### **2.1.6.3. Kimyasal kataliz**

Ortama sodyum hidroksit ve ferrik sülfat gibi bileşiklerin eklenmesi ile hidroksil iyonları serbest kalır ve kimyasal reaksiyon gerçekleşir (89).

### **2.1.7. Beyazlatmanın endikasyon ve kontrendikasyonları**

#### **Endikasyonlar**

1. Sarı veya kahverengi dişler
2. Hafif sarı ve gri tetrasiklin lekeleri
3. Düzgün yüzeyle florozisler
4. Pembemsi kahverengi porfiri renklenmeleri
5. Düzgün yüzey homojen renklenmeleri
6. Veneer kron öncesi devital ve koyu dişler
7. Kompozit restorasyon ve protetik restorasyon öncesi dişlere doğal renginin kazandırılması .

#### **Kontrendikasyonlar**

1. Çok geniş pulpalı ve hassas dişler
2. Fazla beklentili ve sabırsız hastalar
3. Geniş restorasyonlu, çatlak, kırık ve metalik lekeli dişler
4. Hipoplazili çok incelmış mine dokusu sahip bireyler
5. Sistemik hastalıklara sahip, laktasyon ve hamilelik dönemindeki hastalar
6. Alkol ve sigara bağımlıları
7. Süt dişleri
8. Şiddetli dişeti hastalıkları olan bireyler
9. Dentin ve sementin ekspoze olduğu durumlar (90).
10. Peroksit alerji veya kullanılan malzemelere alerjik reaksiyona sahip olan bireyler
11. TME problemleri (Home-bleaching'te) (90).

### **2.1.8. Beyazlatma teknikleri**

Diş beyazlatma yöntemleri vital dişlerde beyazlatma ve devital dişlerde beyazlatma olarak ikiye ayrılırken her teknik kendi içinde alt gruplara ayrılmaktadır (Tablo 2.3).

**Tablo 2.3.** Beyazlatma tekniklerinin sınıflandırılması

<b>VİTAL BEYAZLATMA</b>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Ofiste beyazlatma (Office bleaching)<ol style="list-style-type: none"><li>A. Geleneksel yöntemler<ol style="list-style-type: none"><li>I. Termokatalitik yöntem</li><li>II. Power bleaching tekniği (Termofotokatalitik Yöntem)</li><li>III. McInnes tekniği</li></ol></li><li>B. Jel teknikleri<ol style="list-style-type: none"><li>I. Isı ve ışık aktivasyonlu</li><li>II. Kimyasal</li><li>III. Çift aktivasyonlu bleaching tekniği</li></ol></li></ol></li><li>2. Fiziksel ve kimyasal aşındırma<ol style="list-style-type: none"><li>A. Mikroabrazyon</li><li>B. Makroabrazyon</li><li>C. Kimyasal metodlar</li></ol></li><li>3. Evde beyazlatma (home bleaching)<ol style="list-style-type: none"><li>A. Gece plağı koruyuculu teknik</li><li>B. Over the counter ürünlerle beyazlatma (OTC)</li></ol></li><li>4. Kombine tedavi (Office ve home)</li></ol>
<b>DEVİTAL BEYAZLATMA</b>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Walking –bleaching tekniği</li><li>2. Modifiye walking-bleaching tekniği</li><li>3. Non- vital power bleaching</li><li>4. Jel teknikleri</li><li>5. İç - dış kombine beyazlatma teknikleri</li><li>6. Kron dışı beyazlatma teknikleri</li></ol>

### 2.1.8.1. Vital beyazlatma

#### 2.1.8.1.A. Ofiste beyazlatma (Office bleaching)

Ofiste beyazlatma yöntemleri, yüksek konsantrasyondaki beyazlatma ajanlarının klinikte dişhekimi tarafından uygulandığı tekniklerdir.

##### A. Geleneksel Yöntemler:

I. Termokatalitik yöntem: %35'lik H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> ısı uygulanarak aktive edilmesine dayanan bir beyazlatma yöntemidir (7).

II. Power bleaching tekniği: Termofotokatalitik yöntem olarak da adlandırılır (91). %35'lik H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>'in ısı ve ışık kullanılarak aktive edilmesine dayanan beyazlatma metodudur. Dişin labial yüzüne superoksolle doyurulmuş pamuk peletin koyulması ve bunun da ısı veya ışıkla aktivasyonu ile uygulanan yöntemdir. Isı kaynağı olarak, özel

lambalar, ısı veya ışıklı el aletleri kullanılmaktadır. Ağartma solüsyonlarının ve uygulanan yüksek derecedeki ısının pulpaya olan etkilerinden dolayı bu tekniğin faydaları şüphelidir (64).

III. McInnes tekniği: Genelde minenin florozis gibi yüzeysel demineralizasyon vakalarında kullanılmaktadır. Ağartma solüsyonu; 1 ml %36'lık HCl, 1 ml %30'luk H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> ve 0.2 ml anestetik eterin karıştırılması ile elde edilen köpüren, mavimsi bir solüsyondur. Bu solüsyon renklenmiş bölgelere bir pamuk yardımıyla 3-5 dk uygulanır. Alan ıslak tutularak 15-20 dk sonra ikinci bir uygulama yapılır. Dişler polisajlanır ve lastiklenir ve sodyum hipoklorit (NaOCl) ile nötralize edilir. Basıncılı suyla yıkanır ve tekrar pomzalanır (92).

B. Jel teknikleri: Son yıllarda ofiste beyazlatma amacıyla kullanılan yüksek konsantrasyondaki ürünlerin akmaz, köpürmez, adeziv ve kolay manüple edilebilir jel formları üretilmiştir. Ofiste ağartma ürünlerinin aktif maddeleri % 30-% 38'lik H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> veya % 35'lik KP'tir.

I. Isı ışık aktivasyonlu yöntem: Bu yöntemde yüksek konsantrasyondaki beyazlatma ajanı ışık kaynakları kullanılarak aktive edilir. Tedavinin arkasındaki teori; ışığın oluşturduğu ısının H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>'nin parçalanmasını hızlandırması ve dişlerin daha çabuk beyazlatılmasıdır. Bu amaçla quartz halojen lambalar, plazma ark lambaları, infrared lambalar, argon lazerler, CO<sub>2</sub> lazer, KTP lazer, Er:YAG ve diyot lazerler kullanılmaktadır (3, 4).

II. Kimyasal yöntem: Yüksek konsantrasyonlarda H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> veya KP muayenehanede dişler üzerine uygulanarak üretici firma talimatlarına göre bekletilmektedir.

C. Çift aktivasyonlu bleaching tekniği: Bu sistem, hem ışık hem de kimyasal aktivasyon için formüle edilmiştir. Kimyasal aktivatör olarak görev yapan ferröz sülfat ile 7-9 dk içerisinde ağartma işlemi tamamlanır. Işık aktivatörü olarak görev yapan mangan sülfatın ağartma işlemi hızlandırıcı etkisi bulunmaktadır. Başlangıçta, jelin mavi-yeşil veya pembe olan rengi zamanla değişerek renksiz- beyaz hale gelmekte ve bu durum jelin aktif halinin bittiğini göstermektedir. Böylelikle jel diş üzerinde minimum sürede kalarak maksimum etki sağlamaktadır (37) .



### **2.1.8.1.B. Fiziksel ve kimyasal aşındırma**

Bu yöntemlerde renklenmiş alanlar aşındırılarak uzaklaşması sağlanır (93).

A. Mikroabrazyon yöntemi: HCl ve sikon karbid partikülleri içeren patlar ile yapılır. Bu teknikte, yüzeysel renkleşme veya defektlerin uzaklaştırılması, mine yüzeyinin asit etkisi ile çözünmesi ve pomzanın aşındırıcılığı ile gerçekleştirilmektedir (94).

B. Makroabrazyon yöntemi: Lokalize yüzeysel beyaz lekelerin, renkleşmelerin veya defektlerin uzaklaştırılmasında karbid veya ince grenli elmas bitirme frezleri ile yüksek turda yapılan aşındırma işlemidir (93).

C. Kimyasal metodlar: Patolojik renklenmeler de beyazlatma tedavisine yardımcı bir yöntemdir. %37'lik dihidrojen fosfat iyonu ( $H_2PO_4$ ) ile yüzey minesinin kontrollü bir şekilde dekalsifikasyonla uzaklaştırılmasıdır. Minenin fizyolojik ve hafif patolojik renklenmelerinde kullanılmalıdır (68).

### **2.1.8.1.C. Evde beyazlatma (Home bleaching)**

A. Gece plağı koruyuculu teknik: Dişhekimisi tarafından hastaya özel olarak hazırlanan, dişlerin düşük konsantrasyonlardaki beyazlatma ajanı ile temasını sağlayan, rezervuarlı plakların hasta tarafından evde uygulanması ile yapılan beyazlatma yöntemidir. Plaklar tedavi tamamlanana kadar her gece hekimin tavsiyeleri doğrultusunda 3-8 saat kullanılır (95).

B. Over the counter ürünlerle beyazlatma (OTC): Diş hekimisi kontrolü olmaksızın hastanın market veya eczanelerden satın alarak kullandığı ürünlerdir. Bunlar arasında beyazlatma stripleri, paint on fırça uygulamaları, içinde tek tip ya da evde yapılan aparey bulunan beyazlatma kitleri sayılabilir. Genelde kit içinde verilen termoplastik kaşık tüketici tarafından kaynar suda bekletilip yumuşatıldıktan sonra dişlere uyumlandırılır ve jel hazırlanan plak içine yerleştirilerek ağıza uygulanır (68).

Paint on beyazlatma sisteminde ağartma jeli diş üzerine aplikatör fırça ile oje gibi sürülür ve belli bir süre (ör: 30, 60 dakika) diş üzerinde bekletilir (96).

Strip beyazlatma sisteminde, yüzeylerinde homojen olarak dağılmış beyazlatıcı jel içeren esnek polietilen bantlar mevcuttur. Her çene için günde 2 x 30 dakika olmak üzere 4 strip uygulanır. Tedavi yaklaşık on gün sürer (97).

Hastaların kendi başlarına uygulayacakları bir diğer ajan da White light adı verilen üründür. Bu sistemde ürünün içerisindeki iki jel tüp karıştırılıp aktive edildikten sonra diş yüzeyine uygulanır ve ürün içerisindeki ışık kaynağını diş tabakasının üzerine yerleştirilir. Işık kaynağı on dakika sonra işlemin bittiğini göstermek için otomatik olarak kapanır. Ek beyazlatma için 10 dakikalık ikinci seans yapılabilir.

Ayrıca son yıllarda geliştirilen “Whitening Pen” adı verilen kalem şeklindeki ürün gece yatmadan önce üst kısmının çevirilmesi ile dışarı çıkan jelin diş yüzeyine uygulanması ile kullanılmaktadır (98).

Diş macunlarında bulunan çürük ve plak birikimini önleyici özelliklerin yanısıra, renklenmenin mekanik ve kimyasal olarak uzaklaştırılabilmesi için abrazyivler, anti-calculus, anti-depozitan ajanlar ve peroksit gibi maddeler ilave edilmesiyle de dişlerde beyazlatma sağlanabilmektedir. Ayrıca diş macunlarının yapısında bulunan sodium lauriyl sülfat gibi yüzey aktif ajanlar eksternal boyaların çözünmesine yardım etmektedirler. Kalsiyum pirofosfat gibi abrazyivler ise pelikül ve plak matriksini tahrip ederek renklenmenin mekanik olarak uzaklaşmasını sağlamaktadırlar.

#### **2.1.8.1.D. Kombine tedavi (office ve home)**

Kombine yaklaşım ofis bleaching ve home bleaching yöntemlerinin birlikte kullanılmasıdır. Ofis-bleaching’de güçlü bir beyazlatma solüsyonu kullanarak diş renginde hızlı bir değişim elde edilir. Bu değişiklikteki geriye dönüşü hafifletmeyi ve etkinin daha hızlı ve kalıcı olması için de evde yapılan home-bleaching ile idame tedavi uygulanır (99). Ortalama 4-8 saat süren Home-bleaching (gece koruyuculu vital beyazlatma) sistemi bu yöntemde sadece 30-45 dk plak uygulaması içerir.

#### **2.1.8.2. Devital beyazlatma**

##### **2.1.8.2.A. Walking –Bleaching**

Bu yöntemde sodyum perborat su ile karıştırılarak pulpa odası içerisine konularak beyazlatma sağlanmaktadır (100).

##### **2.1.8.2.B. Modifiye walking-bleaching**

Walking –Bleachingden farklı olarak su yerine eterin değişen konsantrasyonlarda H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> sodyum perboratla karıştırılarak ağartıcı etkinin artırılması hedeflenmiştir (101).

### **2.1.8.2.C. Non-vital power bleaching**

Bu yöntemde %30-35'lik H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> emdirilmiş pamuk pulpa odasına yerleştirilir ve ısı veya ışık yoluyla aktivasyonu sağlanır (37).

### **2.1.8.2.D. Jel teknikleri**

Pulpa odasına H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> veya KP içeren jel uygulanarak beyazlatmanın sağlandığı bir yöntemdir. Reaksiyonu hızlandırmak için ısı ve ışık uygulanabilir(102) .

### **2.1.8.2.E. İç - Dış Kombine beyazlatma**

Walking-bleaching ve termokatalitik tekniğe alternatif olan bu teknikte %10'luk KP ağartma materyali hekim tarafından pulpa odasına yerleştirilir aynı zamanda da kron dışından ağartıcı jel plakla uygulanır (103).

### **2.1.8.2.6. Kron Dışı Beyazlatma Teknikleri**

Kron dışı devital ağartmada %10, %15 veya %20'lik KP evde plakla kullanılabilirken, klinikte %35'lik H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> gibi yüksek konsantrasyonlu ağartma ajanı ile de uygulanabilir (97).

### **2.1.9. Beyazlatmayı etkileyen faktörler**

Diş yüzeylerindeki eklentiler H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>'in iyonizasyonunu değiştirebilmekte ve serbest radikallerin oluşmasını engelleyerek beyazlatma işlemi üzerine olumsuz etki oluşturmaktadır. Bu nedenle tedavi öncesi yüzey eklentilerinin uzaklaştırılması için dişlere polisaj işlemi uygulanmalıdır. Tedaviyi etkileyen bir diğer faktör beyazlatma tedavisinde kullanılan H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>'in konsantrasyonudur. Konsantrasyon arttıkça oksidasyon etkisi artmaktadır (104). Ofis beyazlatma işlemi uygularken beyazlatma reaksiyonunu hızlandırmak amacıyla ısı ve ışık kullanılabilir (24). H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>'in raf ömrünü uzatmak için asidik pH'ya ihtiyaç duyulmaktadır. H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>'in oksidasyon etkisi göstermesi için gerekli olan optimum pH değeri 9.5 -10.8'dir. Bu değer daha düşük pH'lara göre %50 daha iyi sonuçlar vermektedir. Beyazlatma etkisi beyazlatıcı ajana maruz kalınan süreyle direkt olarak ilgili olup süre arttıkça, renk değişimi de artmaktadır (105). İçsel renklenmenin tipi ve dişin ilk rengi tedavinin sonucunu önemli oranda etkilemektedir (106). 600 hastada yapılan klinik bir çalışmanın sonuçlarına göre, başlangıçta daha sarı olan dişler

daha etkin bir beyazlatma göstermekte olup yine bu analizde, genç hastalarda beyazlatmanın daha olumlu sonuçlar verdiğini de gözlemlenmiştir (107).

#### **2.1.10. Beyazlatma tedavisinin yan etkileri**

Beyazlatma tedavisinin pulpa üzerine, yumuşak dokular ve diş sert dokuları üzerine bazı yan etkileri bulunmaktadır (108, 109).

##### **2.1.10.1. Diş hassasiyeti**

Beyazlatma tedavisinde en çok görülen yan etki diş hassasiyettir. Hassasiyetin oluşmasındaki etkenlerden biri düşük moleküler ağırlığı sebebiyle peroksitin mine ve dentinden pulpaya penetre olarak reversible pulpitise neden olması iken diğeri ise taşıyıcı plakların yaptığı baskıdır. Beyazlatma tedavisinde duyarlılık hastaların ağrıyı algılama durumları ve beyazlatma tedavi süresinin uzunluğuyla ilişkilidir (109). Diş duyarlılığına neden olan faktörler; yaş, cinsiyet, allerji, açığa çıkmış dentin ve sement yüzeyleri, mine ve sement çatlakları, pulpa hacmi, taşıyıcı plağın rijit olması, beyazlatma ajanının yumuşak doku ile teması, beyazlatıcı ajanın viskozitesi ve hasta alışkanlıkları olarak sıralanabilmektedir (109).

##### **2.1.10.2. Dişeti irritasyonu**

Beyazlatma tedavisinde en yaygın görülen yan etkilerden bir diğeri gingival irritasyondur. Kimyasal irritasyon veya taşıyıcı plakların neden olduğu mekanik baskı bu irritasyona sebep olmaktadır (109). Epitel hücrelerinin kullanıldığı bir çalışmada H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> hücre düzeyindeki etkilerini incelenmiş, membranda bir takım değişiklikler olduğu gösterilmiştir (110). Yine KP içeren beyazlatma ajanları ile in vitro şartlarda yapılan bir çalışmada KP'in endotel hücrelerinde sitotoksik ve dişeti fibroblastlarında da toksik etkileri tespit edilmiştir (111).

##### **2.1.10.3. Mine üzerine etkileri**

Beyazlatıcı ajanların organik veya inorganik elementlerin oksidasyonu nedeni ile mine yapısını zayıflatmaktadır (112). Kullanılan beyazlatıcı ajanın konsantrasyonundaki artışın mine yüzeyinin pürüzlülüğünü arttıracığı bildirilmektedir (113). Araştırmacılar, mine yüzeyinde görülen bu değişimlerin streptococcus mutans adezyonunu da arttıracığını savunmaktadır (114). Beyazlatıcı ajanlarının mine yüzey sertliğini etkilemediğini savunan görüşler olmakla birlikte (115) organik veya inorganik

elementlerin oksidasyonu nedeni ile mine yapısının zayıfladığını ve minede H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> uygulanması sonrası kalsiyum-fosfat oranında (Ca/P) belirgin azalma olduğunu bildiren çalışmalarda bulunmaktadır (112).

#### **2.1.10.4. Dentin üzerine etkileri**

Vital ve devital beyazlatmada en sık kullanılan ajanlardan biri olan H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>'in etki edebilmesi için renklenmeden sorumlu olan mine dokusuna ve onun altındaki dentin dokusuna penetre olması gerekmektedir (116). %30'luk H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> içeren beyazlatma ajanlarının asiditesinin dentin geçirgenliğini etkileyerek tübüler açıklığın artmasına neden olabildiği bildirilmektedir (117). H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> dentinin organik yapısına etkili olabildiği kadar inorganik komponentine de etkili olup mikrosertliği azaltmaktadır. Uygulama zamanı arttıkça mikrosertlikteki azalma da artmaktadır (118). Dentinde görülebilecek bu tür değişiklikler, dentin kanalları boyunca mikroorganizma penetrasyon miktarını da etkiler. Ayrıca %35'lik H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> uygulanmış dentin örneklerinin yüzeyinde porozite artışı gibi topografik değişiklikler ve dekalsifikasyon gibi değişimler olduğu da bildirilmektedir (119).

#### **2.1.10.5. Pulpa üzerine etkileri**

H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, düşük molekül ağırlığı nedeniyle mine ve dentine penetre olarak pulpaya ulaşır ve pulpal enzimlere etki ederek duyarlılığa ve hücre düzeyinde değişikliklere yol açabilir. Kurallarına uyularak yapılan bir beyazlatma tedavisinde bile pulpal dokular beyazlatma yöntemlerinden etkilenebilmektedir. Ancak bu geri dönüşümü olan bir durumdur (120). Beyazlatma işlemlerinde uygun şartlarda kullanılan ısı ve ışık beyazlatmanın etkinliğini arttırmakla birlikte aşırı ısı uygulanması sonucu pulpa nekrozunun meydana gelebileceği bildirilmektedir (121).

#### **2.1.10.6. Restoratif materyaller üzerine etkileri**

Beyazlatma ajanları çeşitli dolgu maddelerine de değişik etkiler yapmaktadır. Yüksek konsantrasyonlardaki H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> kullanımının kompozitlerin mineye olan tutuculuğunu azalttığı bildirilmektedir (122). Beyazlatma işlemlerinin, kompozit restorasyonlarda renk değişikliklerinde ve dayanıklılıklarında azalmaya neden olduğu, porselen ve altın restorasyonları ise etkilemediği bildirilmektedir (123). Araştırmacılar, beyazlatma tedavisi sonucunda amalgamda meydana gelen değişikliklerin hastaların toksik yan ürünlere

maruz kalma ihtimalini arttırabileceğinden amalgam restorasyonu olan hastalarda kullanılmaları konusunda dikkat edilmesi gerektiğini bildirmişlerdir (124).

#### **2.1.10.7. Dişin kırılma direncine etkisi**

Beyazlatmanın, dişlerin kırılmasını arttırıp arttırmadığı klinik olarak önemlidir. Özellikle ısının kullanıldığı beyazlatma işlemleri sonrasında mine ve dentinin kurumasına ilişkin olarak koroner diş yapısının kırılmasının artmasından bahsedilmiştir. Bu durum kesin olarak kanıtlanmamıştır ve klinik deneyimler beyazlatılan dişlerin kırılmaya daha hassas olmadığı yönündedir (125).

#### **2.1.10.8. Servikal eksternal rezorpsiyon**

Eksternal kök rezorpsiyonu, internal beyazlatma işlemlerinden sonra oluşan ciddi bir komplikasyon olup çoğunlukla asemptomatiktir ve genelde rutin çekilen radyografilerde tespit edilebilir. %30'luk  $H_2O_2$ 'in ve ısı aktivasyonunun kullanıldığı, servikal örtüleyicinin eksik olduğu klinik çalışmalar ve olgu bildirimlerinde servikal rezorpsiyonun görülme sıklığının yüksek olduğu bildirilmektedir (37).

#### **2.1.10.9 Toksikite**

$H_2O_2$ 'in vital ya da devital beyazlatmada en sık kullanılan kimyasal ajan olduğu için, dokular üzerinde sebep olduğu hücresel zararlar geniş olarak incelenmektedir. Peroksitlerin ortak özellikleri çeşitli fizyolojik ve patolojik sonuçlara neden olabilen serbest oksijen radikalleri oluşturma yetenekleridir. Serbest radikallerin,  $H_2O_2$ 'in toksisitesi ve biyolojik etkilerinden sorumlu temel mekanizma olduğu belirtilmektedir (126). Serbest radikaller proteinlerde, yağlarda ve nükleik asitlerde yıkım ve oksidatif hasar meydana getirir. Bu durumun karsinogenezis, yaşlanma, felç ve diğer dejeneratif hastalıklarla ilgili olduğu düşünülmektedir (127). Hücrelerde meydana gelebilecek yıkımın engellenmesi için insan vücudunda etkili antioksidan savunma mekanizmaları bulunmaktadır. Süperoksit dismutaz, katalaz, askorbat ve vitamin E gibi vücut sıvılarında, doku ve organlarda bulunan birçok enzim ve vitamin  $H_2O_2$ 'in hızlı bir şekilde metabolize edilmesini sağlar (128). Katalaz, vücudun savunma mekanizmasında bulunan önemli bir enzim olup  $H_2O_2$ 'in su ve oksijene parçalanmasını teşvik eder.  $H_2O_2$  uygulamasından önce yumuşak dokular üzerine katalaz tatbik edilmesinin patolojik değişiklikler oluşmasını tamamiyle engellediği bildirilmektedir (129).

%35 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> içeren beyazlatma ajanının mine ve dentindeki odontoblast hücreleri üzerine etkilerinin incelendiği bir çalışmada, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>'in toksik etkilerinin olduğu gösterilmiştir (116). %10 oranında KP içeren beyazlatma ajanlarının toksikolojik değerlendirilmesinin yapıldığı çalışmada beyazlatma ajanlarının sitotoksik etkilerinin peroksit içeriği ile yakından ilişkili olduğu bulunmuştur. Buna rağmen %10 KP veya %4 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> içeren beyazlatma ajanlarının sitotoksitelerinin, dişhekimliğinde kullanılan diş macunu, ağız gargarası, rezin kompozitler ve öjenol gibi birçok materyal ve ajanla karşılaştırıldığında daha az olduğu bildirilmiştir. (130).

Dünya Sağlık Teşkilatı'nın görüşü "yeterli sayıda epidemiyolojik veri bulunmaması nedeniyle H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>'in kanserojenik etkisi hakkında yorumda bulunulmasının doğru olmadığı" yönündedir (24). Genotoksitesitesi ise sadece enzimatik faaliyetin olmadığı in-vitro deneylerde gösterilmiş, in-vivo olarak ispatlanamamıştır (131).

#### **2.1.11. Beyazlatmada kullanılan ışık kaynakları**

Fototermal beyazlatmada ışık kullanılmasının amacı açığa çıkan ısı ile kimyasal bir reaksiyon olan beyazlatma işlemini hızlandırmak, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>'in uygulama süresini kısaltmak ve daha düşük konsantrasyonda jel kullanarak daha etkili bir beyazlatma işlemi sağlamaktır (24, 132, 133). Işık uygulaması ışığa duyarlı beyazlatma ajanının ışık emilimini arttırarak peroksitin enerjisini yükseltir. Böylece H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>'in oksijen iyonuna dönüşmesi ve beyazlatma etkinliği artmaktadır (27, 134). Birçok beyazlatma jellinin içerisinde ışığı absorbe etme özelliği olan, kullanılacak ışık kaynağına uygun aktivatörler vardır. Işık ile aktivasyonlu beyazlatma tedavilerinde diş yüzeyinde oluşan ısı farklılıkları beyazlatma üzerinde etkili olup dişte dehidratasyon miktarını arttırarak diş renginin daha açık görünmesine neden olmaktadır (135). Kimyasal reaksiyonun hızı her 10 °C'lik sıcaklık artışı ile iki katına çıkmaktadır. Hastanın rahatsızlık duymadığı en yüksek sıcaklık, işlemin gerçekleştirilebileceği en etkili ısı seviyesidir. Ancak yüksek ısı pulpaya zarar verebileceği için dikkatli olunmalıdır (7).

Yüksek enerjili özel bir ışın demeti uygulanarak yapılan fototermal beyazlatmada akkor lambalar-QTH (quartz tungsten halogen), plazma ark ışık üniteleri (PAC), LED'ler (light emitting diode) ve çeşitli dalga boylarında lazer kaynakları kullanılmaktadır Diş sert dokularının ışık emilimleri farklıdır. Suda ve dişte yüksek emilme katsayısına sahip dalga boylarındaki ışık, dişin yüzeyinde emildiğinden yüksek ısı açığa çıkmasına neden

olmaktadır. Işık kaynakları arasındaki temel fark, lazerlerin aynı dalga boyunda tek tip ışık yaymasıdır. Bunun tersine, QTH lambalar, ultraviyolede (UV) başlayıp, tüm görünür ışıkları ve kızılötesi ışığı içine alan bir yelpazede ışık açığa çıkartırlar. Bu nedenle QTH ve plazma ark lambaları kullanırken bir miktar kızılötesi (IR) ışık açığa çıkartırlar. Kızılötesi ve kızılötesine yakın ışıklar diş dokularına daha kolay penetre olurlar ve pulpaya zarar verme olasılıkları daha yüksektir. Görünür ışıklarda ise; mor ışık daha fazla saçıldığı için kırmızı ışıktan daha tehlikelidir. Işığın saçılma katsayısı düştükçe dişe penetrasyon derinliği artar. Buna göre görünür ışığın dişe penetrasyonu yüksekten aza doğru mor, mavi, yeşil, sarı, turuncu ve kırmızı şeklindedir. Yine LED sistemleri kızılötesi ışık filtresi içermediğinden bir miktar kızılötesi ışık açığa çıkarabilmektedirler. Pulpa hasarına neden olma olasılıkları nedeniyle özellikle kullanım süresi uzadığında gözönünde bulundurulmalıdır (2).

Beyazlatma tedavisinde lazer kullanımı alternatif ve yeni bir yöntemdir. Lazer aktivasyonlu beyazlatma tedavisinde amaç enerji kaynağını etkili bir biçimde kullanırken yan etkileri en aza indirmektir. Lazer sadece reaksiyonu katalize etmek için kullanılır. Böylece serbest hale gelmiş oksijen radikallerinin oluşumu hızlanır ve diş rengi daha hızlı açılır (3, 4). Bu amaçla argon, karbondioksit lazer, KTP (Potassium-Titanyl-Phosphate) lazer, Er:YAG, Nd:YAG, diyot lazerler kullanılabilir (27, 136, 137). Lazerin dalga boyu seçilimi ışık ile hedef doku arasındaki ilişkiye bağlı olarak yapılırken kullanılacak beyazlatma ajanı ışığı absorbe edebilmeli ve aynı zamanda diş yapısını en az düzeyde etkilemelidir (129). Lazer sistemleri, genellikle birçok diş hekimliği işlemlerini yapabilecek şekilde tasarlanmış olup beyazlatmada da kullanılabilmesi için ark şeklinde özel başlıkları mevcuttur. Bu başlıklar sayesinde lazer ışığı birkaç dişin üzerine dağıtılarak aynı anda daha fazla yüzey etkilenmesi sağlanarak zamandan tasarruf edilirken doku hasarı tehlikesi de azaltılmış olur (2, 51).

Diş yüzeylerine lazer uygulanması pulpada ısı artışına neden olabilmektedir. Ancak beyazlatma ajanı kullanıldığında ajan izolasyon görevi görmekte ve intrapulpal sıcaklık artışı ciddi miktarda azalmaktadır (51). 830 nm 3 watt (W) diyot lazerin 3 saniye kullanımında intrapulpal sıcaklığın 16 °C, jelle beraber uygulandığında intrapulpal sıcaklığın 8,7 °C'ye düştüğü tespit edilmiştir (66). Uygulanan lazerin gücü 2 W

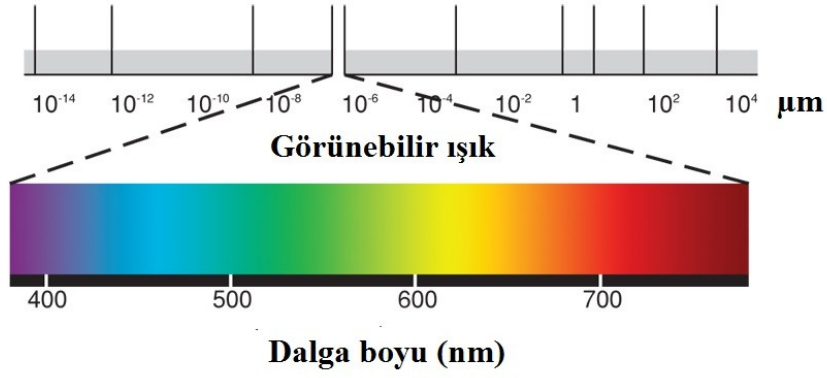


olduğunda artan intrapulpal sıcaklık kritik değer olan 5,5 °C'nin altına düştüğü bildirilmektedir (138).

Fotokimyasal beyazlatmada yüksek şiddetli yeşil lazer ışını kullanılır. Bu ışının spektrumdaki yeri oldukça dardır (510-540 nm) (139). Argon iyon lazer (514,5 nm) ve çift frekanslı Nd:YAG lazer (KTP, 532 nm) bu grup lazerlerdir. Bu iki lazerin dalga boyu şelatlı bileşiklerin absorpsiyonuna uygun olduğundan (525-530 nm) bileşiklerce daha iyi absorbe edilmektedir (140). Konvansiyonel fototermal power bleaching yöntemiyle sonuç alınamayan vakalarda yeşil ışık yayan bir lazer kullanımı ile daha başarılı sonuç alınabilir (141). Lazerin beyazlatma ajanıyla kullanımı beyazlatmayı olumlu yönde etkilemektedir. Lazer kısa süreli uygulamalar şeklinde ve kullanım talimatlarına uygun şekilde kullanıldığında mineye, dentine ve pulpaya minimal ve ihmal edilebilecek düzeyde etki etmektedir.. Ancak kullanılan jelin absorbe edebildiği ışığın dalga boyuna sahip bir lazer kullanılması gerekmektedir (142). Beyazlatmada kullanılan ışık kaynakları ve dalga boyları ve bunları içeren renk spektrumu aşağıdaki tablo ve şekilde gösterilmektedir (Tablo 2.4, Şekil 2.2).

**Tablo 2.4.** Beyazlatmada kullanılan ışık kaynakları ve dalga boyları (51).

UV Işık Cihazları	280- 400 nm
QTH (mor, mavi ışık)	380- 520 nm
LED (mavi ışık)	430- 490 nm
PAC (mor, mavi, yeşil ışık)	380-580 nm
Argon Lazer (mavi ışık)	480 nm
Argon Lazer (yeşil ışık)	514 nm
2 Nd:YAG lazer (KTP, yeşil ışık)	532 nm
Diyot Lazer	810, 830, 980 nm
Nd:YAG Lazer	1064
Er:YAG Lazer	2940 nm
CO <sub>2</sub> Lazer	10.600 nm



**Şekil 2.2.** Renk spektrumu

## 2.2. Lazerler Hakkında Genel Bilgiler

“Light amplification by stimulated emission of radiation” kelimelerinin baş harflerinden oluşan lazer, “uyarılmış radyasyon ışınmasıyla ışığın güçlendirilmesi” anlamına gelmektedir. Einstein’ın “radyasyonun uyarılmış ve spontan emisyonu” teorisine dayanan lazer, ilk defa 1960 yılında Ruby lazerin, Theodore H.Maiman tarafından geliştirilmesiyle ortaya çıkmıştır. Bundan sonra birçok lazer tıpta ve dişhekimliğinde kullanılmaya başlanmıştır (143, 144).

Uyarılmış ışımaya, aktif ortamda meydana gelen bir işlem olup, bunu ilk açıklayan Albert Einstein 1916’daki teorisinde bir atomdan çıkan enerjinin en küçük birimine quantum adını vermiştir. Einstein’a göre eğer önceden enerji yüklenmiş bir atoma dışarıdan bir miktar quantum verilirse, bunun sonucunda iki quantum salınır. Bu enerjiler, birbirine eş fotonlar gibi, aynı dalga gibi yayılır ve saçılırlar. Sonra daha fazla atoma enerji yüklerler ve daha fazla sayıda, birbirine eş yeni fotonlar meydana gelir. Böylece ışık amplifikasyonu (çoğalımı) olur ve bu da lazer ışınını oluşturur (145, 146).

Işığın güçlendirilmesi işlemi lazer cihazının içinde meydana gelen bir mekanizmadır. Cihazın merkezinde optik bir boşluk bulunur. Bu boşluğun çekirdeğine aktif ortam ismi verilir ve bu ortam kimyasal elementler, moleküller veya bileşiklerden meydana gelir. Lazer genellikle ismini bu maddelerden alır. Bu maddeler gaz, kristal veya katı halde yarı iletken maddelerdir (146). Dış hekimliğinde aktif ortamın gaz yapıda olduğu lazer sistemleri argon ve CO<sub>2</sub> lazerlerdir. Aktif ortamında katı kristal bulunan lazerlere örnek olarak Erbiyum (Er) YAG veya Neodymium (Nd) YAG’daki yttrium, alüminyum ve garnet

(YAG) kristali, aktif ortamında katı halde yarı iletken bulunanlara örnek olarak ise diyot lazer verilebilir. Bazı medikal lazer cihazlarda ise sıvı aktif ortam mevcuttur (147).

Lazerin temeli atom veya molekül enerji düzeyleri arasındaki elektron geçişine dayanır (147, 148). Aynı enerji seviyesindeki bütün partiküllerin yaydıkları ışığın enerjisi ve dalgaboyu birbiriyle aynıdır ve bu şekilde yayılan ışık lazer ışını olarak adlandırılır (148).

Işık sabit bir hızla, dalgalar halinde hareket eden, elektromagnetik enerji formudur (149). Lazer ışığının normal ışıktan farklı olarak spesifik bir rengi vardır, monokromatik (tek renkli), paralel ve aynı yönlüdür (147). Paralellik (collimated), lazer kavitesinden yayılan ışığın boyut ve tipini tanımlar. Lazer ışığı etrafa dağılmadığı için hedeflenen noktaya odaklanmayı sağlar. Aynı yöndeki (faz, coherent) dalgaların tüm tepe ve taban noktaları eşittir. Bu da lazer cihazından üretilen tüm ışık dalgalarının aynı fazda olduğunu belirtir (150). Diğer ışık kaynakları içerisinde birçok dalga boyunu barındırırken, lazer kaynağının ürettiği ışın tek bir dalga boyuna (monochromatic) sahiptir. Bu durum lazer ışınının en önemli özelliklerinden biridir (147).

### **2.2.1. Lazer sistemlerinde kullanılan parametreler**

Lazer sistemleri kullanılırken seçilmiş dokuya uygun çalışmak için bilinmesi gereken bir takım parametreleri vardır (148, 151).

#### **2.2.1.1. Dalga boyu (Wavelength)**

Dalga boyu, lazer ışınının yumuşak ve sert dokudaki etkilerini ve iletimini gösteren fiziksel ölçüdür. Dalga boyu ölçü birimi metredir. Diş hekimliğinde kullanılan lazerlerde dalga boyu uzunluğu  $10^{-9}$ 'a kadar düşmektedir (152). İstenilen dokuda hasar vermeden çalışabilmek için dokuya uyumlu olan dalga boyu seçilmelidir.

#### **2.2.1.2. Güç yoğunluğu (Power density)**

Bir lazer atımının enerji yoğunluğu, pulse enerjisi ve enerjinin çıktığı alan üzerinden tanımlanır. Birimi  $W/cm^2$ 'dir.

$PD = E_{pulse}/A = W/cm^2$ ,  $A = \pi r^2$  (r: lazer ışığının uygulandığı doku üzerinde oluşturduğu daire şeklindeki alanın yarıçapıdır)

Lazer ışığının doku üzerindeki spot alanı ile gücü ters orantılıdır. Spot alan küçüldükçe uygulanan lazerin gücü artar.

### **2.2.1.3. Enerji yoğunluğu (Energy density, fluence)**

Bir atımdaki enerji miktarıdır. Belli bir zamanda uygulanan güce enerji denir. Birimi Joule (J)'dür.

$E_{\text{pulse}} = \text{güç} \times \text{zaman}$ ,  $1 \text{ J} = 1 \text{ W} \times 1 \text{ sn}$

Zaman ise lazerin saniyedeki atım sayısıdır. Enerji yoğunluğu birim alandaki enerji miktarıdır. Lazer sistemlerinde enerji yoğunluğu  $\text{J}/\text{cm}^2$  cinsinden belirtilmektedir.

### **2.2.1.4. Frekans (Pulse repetition rate)**

Bir olayın birim zamandaki tekrar etme sayısıdır. Lazerin saniyedeki atım sayısıdır. Birimi Hertz (hz)'dir.

### **2.2.1.5. Atım süresi (Pulse duration, Pulse width)**

Bir atımın emisyonu için geçen süreye verilen isimdir.

### **2.2.1.6. Işığın çapı (Beam diameter)**

Dokunun üzerindeki hedef alınan alan ile ilgidir. Birim alandaki santimetre karedeki watt ya da joule cinsinden bulunan enerji yoğunluğundaki foton yoğunluğudur.

Genel bir formülde yazacak olursak;

$$(\text{Güç/Işık Alanı}) \times \text{Zaman} = \text{J}/\text{cm}^2, \text{ Güç} = \text{Yoğunluk} \times \text{Frekans (mjoule} \times \text{hertz)}$$

## **2.2.2. Lazer ışınını doku ile etkileşimi**

Lazer ışını canlı bir doku ile karşılaştığında şu dört olay ortaya çıkmaktadır;

### **2.2.2.1. Emilim (Absorption)**

Lazer enerjisinin hedef doku tarafından soğurulmasıdır. Absorbe edilen ışık doku içerisinde ani ısı artışına neden olarak dokuda fototermal etki yapar ki bu etki lazerin etkinliğini gösterir (147). Biyolojik dokularda absorpsiyon, serbest su moleküllerinin, proteinlerin, pigmentlerin ve diğer makro moleküllerin varlığına bağlıdır. Kısa dalga boylu ışık demeti (500-1000 nm) pigmente doku ve kan elemanları tarafından absorbe

edilirken uzun dalga boylu ışık demeti ise su ve hidroksiapatite tutunur. Lazerin herhangi bir dokudaki penetrasyon derinliği ile absorpsiyon oranı arasında ters orantının olduğu bildirilmektedir (153).

#### **2.2.2.2. İçinden geçme (Transmission)**

Lazer enerjisinin hedef dokudan daha derin dokulara iletilmesidir. Bu etki lazerin dalga boyuna bağlıdır (147). Dalganın yayılma doğrultusu ve enerjisi geçiş (transmisyon) sırasında değişmez (151).

#### **2.2.2.3. Yansıtma (Reflection)**

Lazer enerjisinin hedef dokularda bir etki oluşturmadan geri yansımalarıdır. Yansımada dalga boyu ya da fotonun enerjisi değişmez sadece yönü değişir (151). Yansıma sırasında paralel yansıma olabileceği gibi dağılarak yansıma da olabilir. Ağızdaki metaller ve amalgam restorasyonlardan yansıma olabileceğinden dikkatli çalışılmalıdır (147, 154).

#### **2.2.2.4. Dağılma (Scattering)**

Lazer enerjisinin hedef dokuda bir etki oluşturmadan başka yöne saçılmasıdır. Emilimle saçılma ters orantılıdır (147).

Biyolojik dokularda lazer uygulanmasını takiben fotokimyasal, fototermal, fotomekanik-fotoelektrik olmak üzere üç temel fotobiyolojik etki oluşur (154);

1. Fotokimyasal etki: Herhangi bir termal etki olmadan istenen dokuda kimyasal reaksiyonlara yaptığı etkidir. Kompozit polimerizasyonu gibi kimyasal reaksiyonların başlatılması örnek verilebilir (147). Tümör hücrelerinin yok edilmesinde ışığa duyarlı ilaçların aktivasyonunda görev yapan lazerin fotodinamik etkisi de bu grup altında yer alır (155).

2. Fototermal etki: Bu etkileşimde, doku ısınarak termal etki gösterir. Lazer enerjisinin termal etkisi, hedef dokunun su içeriğine bağlıdır ve dokudaki ısı artışıyla görülür (Tablo 2.5), (149). Lazer enerjisinin esas etkisi fototermal olup bu etki dokular üzerinde ısı derecesi, intersitisyel (bağ doku) ve intrasellüler sıvı etkileşimi ile ilgilidir (151). Klinik olarak dokunun fotoablasyonu ya da buharlaşma ile uzaklaştırılması sağlanır. Ancak doku sıvılarının aşırı ısınması, protein denatürasyonu, koagülasyon ve hemostaz

durumlar da gözlenebilir. Lazer ışığının yüzeyde oluşturduğu ısıdan dolayı mikroorganizmaların parçalanmasıyla yüzey sterilizasyonunda ayrıca insizyon ve eksizyonda da kullanılmaktadır (147). Ablasyon mekanizması fototermal ve fotoakustik sürecin birleşimidir (156).

**Tablo 2.5.** Lazerin dokularda oluşturduğu sıcaklık ve etkileri (147).

Doku sıcaklığı (°C)	Gözlenen etki
37-50	Hipertermi, bakteriyel inaktivasyon
>60	Koagülasyon, protein denatürasyonu
70-90	Kaynama
100-150	Buharlaşma
>200	Karbonizasyon

3. Fotomekanik ve Fotoelektrik etki: Fotodistrüpsiyon optik kırılmalar ve mekanik şok dalgaları sonucu oluşurken fotoablasyon, çok hızlı termal genişleme ve mekanik şok dalgaları sonucu meydana gelir. Fotoelektrik etkisinde ise elektrik yüklü iyonlar ile dokunun uzaklaştırılması gözlenir (157).

Sonuç olarak lazerin hedef dokudaki etkisini belirleyen faktörleri; dalga boyu, doku absorpsiyon karakteri, kullanılan güç miktarı, ışının odaklandığı alandaki keskinliği ve lazer ucunun objeye olan uzaklığı olarak sayabiliriz (158).

### **2.2.3. Lazer sistemlerinin sınıflandırılması**

#### **2.2.3.1. Kaynağındaki aktif maddelere göre**

Bu sınıflandırma maddelerin katı, sıvı ve gaz hallerine göre olup dört tür lazer tanımlanmıştır.

##### **2.2.3.1.A. Katı haldeki aktif maddeden elde edilen lazerler**

Yakut, neodimium ve YAG (yttrium-alüminyum-garnet) gibi iletkenlerle elde edilirler.

##### **2.2.3.1.B. Gaz haldeki aktif maddeden elde edilen lazerler**

Helyum-Neon, argon, CO<sub>2</sub> gibi maddelerden elde edilen lazerlerdir.

##### **2.2.3.1.C. Sıvı haldeki aktif maddeden elde edilen lazerler**

Kumarin ve rodamin gibi organik boya maddelerinin solüsyon veya süspansiyonlarının birlikte kullanımından elde edilirler.

#### **2.2.3.1.D. Yarı iletken aktif maddeden elde edilen lazerler**

Ga-As (Gallium-arsenid) gibi yarı iletken materyallerin iki tabaka halinde kullanılmasıyla elde edilirler (159).

#### **2.2.3.2. Enerji seviyelerine göre lazerler**

##### **2.2.3.2.A. Düşük enerjili lazerler ( Yumuşak Lazerler)**

1000 mW ve altında gücü olan lazerlerdir. Atermik lazerler olarak bilinirler. Dokuda oluşturdukları fotokimyasal etkilerle, ağrı kontrolü, enflamasyon ve ödemin azaltılması, iyileşmenin hızlandırılması gibi yararlar sağlarlar. LLLT (Low Level Laser Therapy) adı verilen biyostimülasyon işlemlerinde kullanılırlar (160).

##### **2.2.3.2.B. Yüksek enerjili lazerler ( Sert Lazerler )**

3 W ve üzerinde gücü olan lazerlerdir. Termik lazerler olarak bilinirler. Yüksek enerjili lazerler dokunun buharlaşması, koagülasyonu ve kesimi için mükemmel bir enerji kaynağı olarak girişimsel işlemlerde kullanılmaktadır (161).

#### **2.2.3.3. Dalga boyuna göre lazerler**

Lazerlerin dalga boyları ultraviyolenden kızılötesine kadar değişebilir.

##### **2.2.3.3.A. Ultraviyole ışık spektrumunda yer alan lazerler**

Excimer ve argon flouride (ArF) lazerler

##### **2.2.3.3.B. Görünür ışık spektrumunda yer alan lazerler**

Argon lazerler, KTP lazer

##### **2.2.3.3.C. Kızılötesi spektrumda yer alan lazerler**

1. 800 nm – 830 nm diyot lazer; aktif ortamda alüminyum, gallium ve arsenid
2. 904 nm diyot lazer; aktif ortamda gallium ve arsenid bulunur.
3. 940 nm - 980-nm diyot lazer; aktif ortamda indiyum, gallium ve arsenid bulunur.
4. 1064 nm Nd:YAG lazer, aktif ortamda neodymium: yttriyum, alüminyum ve garnet bulunur.

5. 2.780 nm ErCr:YSGG lazer, aktif ortamda erbiyum- chromiyum–yttriyum scandiyum gallium garnet bulunur.

6. 2.940 nm Er:YAG lazer, aktif ortamda erbium yttrium alüminyum garnet bulunur.

7. 10.600 nm CO<sub>2</sub> bulunur (162).

#### **2.2.3.4. Işıma türüne göre lazerler**

##### **2.2.3.4.A. Sürekli ışımaya yapan lazerler (Devamlı dalga, continuous wave)**

Lazer çalıştığı sürece sabit bir şekilde enerji oluşur (163). Örnek olarak diyot lazerler ve gaz lazerler verilebilir.

##### **2.2.3.4.B. Kesintili ışımaya yapan lazerler (Anahtarlı darbeli, serbest atımlı mod free-running pulse)**

Lazer enerjisini çok kısa aralıklarla verir. Sert dokularda tercih edilir. Devamlı lazerlerde meydana gelen istenmeyen kalıcı termal hasarları en aza indirmeyi sağlar. (163). Örnek olarak Nd:YAG, Ho:YAG, Er:YAG, Er Cr:YSGG lazerler verilebilir.

##### **2.2.3.4.C. Kalitatif tetiklemeli ışımaya yapan lazerler (Aralıklı atımlı mod, Q-switch)**

Lazer enerjisi ayarlanabilir kesinti süreleriyle iletilmektedir. Bu iletim şekli, mekanik bir kapağın sürekli yapılan bir emisyonun önünde açılıp kapanmasıyla sağlanır (152).

#### **2.2.4. Lazer iletim sistemleri**

Diyot ve Nd:YAG lazerlerde iletim için küçük çaplı esnek cam fiber uçlar kullanılır. Bu sistem temaslı veya temassız kullanılabilir. Er ve CO<sub>2</sub> tip lazerlerde ise ışını operasyon sahasına iletmek için eklemli, içi boş tüplerden oluşan ve tüplerin içinde yansımayı sağlayan 6 ile 8 adet ayna yer alır. Lazer ışığı tüp boyunca iletilir ve tüpün sonunda bulunan bir uygulama başlığından yansıtılarak temassız kullanım sağlanır. Bu sistemlerin bazılarında cihazın ucuna takılabilen quartz veya safir uçlar kullanılarak temaslı kullanım sağlanır (164).

#### **2.2.5. Dişhekimliğinde kullanılan lazerler**

Lazer isimlendirmesi aktif ortamına, dalga boyuna, ulaştırma sistemine, salınım moduna, doku absorpsiyonuna ve klinik uygulamalarına bağlıdır (158).



### **2.2.5.1. Argon lazer**

Argon lazerler, argon gazı aktif ortamına sahiptir. Enerji fiber optik yoluyla ulaştırılır. İki çeşit argon lazer olup 514,5 nm de yeşil ışık verirken, 480 nm dalga boyunda mavi ışık verir ve polimerizasyonda kullanılır. Hemoglobun, hemosiderin ve melanin içeren dokular bu lazer ile etkileşime girer. Mükemmel hemostatik kabiliyetleri olan özellikle cerrahi alanlarda kullanılan bir lazerdir (149, 158).

### **2.2.5.2. Diyot lazer**

Diyot lazerin aktif ortamı alüminyum, indiyum, gallium ve arsenik minerallerinin birleşiminden oluşur ve yarı iletkenidir. Dental kullanım için uygun dalga boyları 800 ve 980 nm arasındadır. Lazer enerjisini fiberoptik yolla, devamlı dalga ve aralıklı-vurumlu moda ulaştıran bu lazerin, temaslı veya temassız kullanımı mümkündür. Bu dalga boyları görünür kızılötesi spektrum yakınlarında yer alır. Diyot lazerler pigmente dokular tarafından iyi absorbe edildiklerinden dokuya uygulandıklarında daha çok penetre olurlar. Ancak, diyot lazerler argon lazerler kadar etkin hemostaz sağlayamazlar. Bu lazerler gingiva ve mukoza kesim, koagülasyonu ve yumuşak doku küretajı veya sulkular temizleme için belirlenmiş mükemmel yumuşak doku cerrahi lazeridir. Ancak dokudaki hızlı ısı artışından dolayı devamlı salınım modu dikkatli kullanılmalıdır. Diyot lazerlerin en büyük avantajı küçük ve taşınabilir olmalarıdır. Nd:YAG lazerler diyot lazerler ile karşılaştırıldığında üç misli daha fazla derine nüfuz etmektedir. Bu durum diş eti dokusunda çalırken arkadaki sement ya da kemik tarafından emildiğinden yüksek ısı ortaya çıkarır. Diyot lazerde bu seviyede derine nüfuz olmadığından ısı artışı daha az olmaktadır (149). Diyot lazerler son dönemlerde beyazlatma tedavisinde de yaygın şekilde kullanılmaya başlanmıştır. Fototermal bir lazer olup yayılan ışın ısıya dönüşür ve oluşan sıcaklık dişteki beyazlatma etkisini artırır (3). Biyostimülasyon ve ağrı kontrolü amacıyla da uygulanırlar (147). Ayrıca periimplantitis tedavisinde implant yüzeyini etkilemeksizin bakterisid etki sağlamaktadırlar (165).

### **2.2.5.3. Nd:YAG lazer**

İlk üretilen ve dişhekimliğinde ilk kullanılmaya başlanılan lazer sistemidir. Nd:YAG lazerin aktif ortamı, içine neodmium iyonları yerleştirilmiş yitrium ve alüminyum ve kombinasyonu ile oluşan garnet kristalinden meydana gelir. Diş hekimliğinde kullanılan Nd:YAG lazerlerin dalga boyu 1064 nm'dir. Spektrumun yakın kızılötesi görülmeyen

iyonize olmayan bölgelerindedir. Bu lazerler fiberoptik yolla serbest atımlı ışımaya yapar (149, 152). Pigmente olmuş doku tarafından yüksek oranda absorbe olur (158). Periodontal hastalıkların sulkular debrütmanında, insizyon ve hemostaz sağlanması amacıyla kullanılır (159). Doku temasından uzaklaştırıldığında, odaklanmamış haliyle birkaç mm kadar doku penetrasyonu gösterir. Bu sayede pulpada analjezi sağlamak için, aftöz ülser tedavisinde ve hemostaz amaçlı da kullanılırlar (152).

#### **2.2.4.4. Ho:YAG lazer**

Katı aktif ortamı holmiyum katılmış yitrium-aliminyum-garnet kristalinden oluşur. Fiber optik yolla serbest-vurumlu modda doku ile kontak halinde kullanılır. Üretilen dalga boyu 2120 nm, kızılötesi spektrum yakınlarında yer alır (154). Ho lazeri genellikle temperomandibular eklemin artroskopik cerrahisi için kullanılır (158, 166)

#### **2.2.5.5. Er,Cr:YSGG ve Er:YAG lazer**

Erbiyum (Er)'un aktif madde olarak kullanıldığı iki ayrı dalga boyunda lazer mevcuttur. Er,Cr:YSGG lazer (2780 nm) aktif ortam olarak içine erbiyum ve chromium (Cr) yerleştirilen yttrium scandium gallium garnet kristalinden oluşur. Er:YAG lazer (2940 nm) içine erbiyum yerleştirilen katı yitrium alümiyum garnet kristalinden oluşur. Her iki dalga boyu da yakın ve orta kızılötesi, görünmeyen iyonize olmayan spektrum bölgesinin ayrımının yanındadır. İki lazer de fiber optik yolla serbest running vurumlu modda çalışır. Sistemin uç kısmında bir uygulama parçası ve ona bağlı 0,5 µm çapında safir veya kuartz uç bulunur. Bu iletim sistemlerinde soğutma amaçlı su spreyi de mevcuttur (152). Erbiyum dalga boyları su ve hidroksiapatitte yüksek oranda emilim gösterirler. Çünkü apatit kristalleri içindeki hidroksil radikalinde ve suda bulunan lazer enerji çiftleri, dişin kristalize yapısına bağlanmaktadır. Sert dokuya uygulanan lazer, mineral substratları içinde bulunan suyun buharlaşarak hacim olarak artmasını, böylece dokunun tam olarak parçalanmasını sağlamaktadır (167). Bu sayede sert dokularda termal zarar oluşturmadan aşındırma (ablasyon) işlemi gerçekleştirilebilir. Sağlıklı mine yüzeyi lazer enerjisine maruz bırakılarak restoratif materyalin daha iyi yapışmasını sağlar. Her iki lazer de sıvı içeriğinden dolayı yumuşak dokuyu kaldırabilirle. Fakat hemostatik özelliği sınırlıdır. Bu şekilde normal olarak sert doku etkileşimde kullanılan su spreyi kapalı tutulur. Erbiyum lazerler ile yapılan kesikler neredeyse tüm cerrahi yöntemlerden daha çabuk iyileşme göstermektedir. Bunun en temel sebebi lazerin yumuşak dokuya termal olarak

çok az zarar vermesidir. Bu iki lazerin avantajı restoratif dişhekimliği için gingivaya çok yakın olan çürük lezyonunun tedavi edilebilir olması ve aynı aletle yumuşak dokunun yeniden konumlandırılabilmesidir. Tedavi esnasında ortamda ısı ve mekanik etkinin olmaması Er:YAG lazerleri ile anestezi ihtiyacı olmadan tedavi yapılmasına imkan verir (166).

#### **2.2.5.7. CO<sub>2</sub> lazer**

Aktif ortamı CO<sub>2</sub> gazı olup dalga boyu 10,600 nm olan CO<sub>2</sub> lazer, en yüksek dalga boyuna sahip lazer sistemidir. Spektrumun orta kızılötesi görünmez non-iyonize kısmındadır (168). Boş tüp benzeri iletim sistemi ile sürekli veya atımlı olarak kullanılabilir. CO<sub>2</sub> lazer su, kollajen ve hidroksiapatit tarafından çok iyi absorbe edildiğinden, yumuşak dokularda kolaylıkla kullanılabilir. Özellikle yoğun fibroz lezyonların, liken planus, müköz membran pemfigoidi, kandidiazis ve çeşitli hiperkeratotik lezyonların CO<sub>2</sub> lazer ile eksizyonları oldukça başarılı sonuçlar vermektedir. Histolojik olarak termal lazer enerjisi epitelin yüzey kısımlarında karbonizasyona yol açar ve bu nedenle reepitelizasyon iki haftadan uzun sürer. Ayrıca tedavi edilen doku üzerindeki yara bölgesinde asepsi sağlayarak operasyon sonrası sekonder enfeksiyon riskini azaltır (152, 154, 168).

**Tablo 2.6.** Diş hekimliğinde en yaygın kullanılan lazer tipleri ve dokuya çarptığı zaman gösterdiği fiziksel değişimler (163).

Diş Hekimliğinde en yaygın lazer çeşitleri	Absorbsiyon katsayısı	Penetrasyon derinliği	Optik penetrasyon derinliği	Etkilediği doku çeşidi	Biyolojik dokular tarafından emilimi
<b>Nd:YAG (1064nm)</b>	1 cm <sup>-1</sup>	10000 µm	Yüksek	Yumuşak	Pigmente dokularda (melanin, hemoglobin)
<b>Diyot (810-940 nm)</b>	1 cm <sup>-1</sup>	3500 µm	Yüksek	Yumuşak	Pigmente dokularda (melanin, hemoglobin)
<b>CO<sub>2</sub> (10600 nm)</b>	800 cm <sup>-1</sup>	12 µm	Düşük	Yumuşak	Su ve hidroksi apatit
<b>Er:YAG (2940 nm)</b>	800 cm <sup>-1</sup>	12 µm	Düşük	Sert ve yumuşak	Su ve hidroksi apatit
<b>Er,Cr:YSGG (2780 nm)</b>	400 cm <sup>-1</sup>	25 µm	Düşük	Sert ve yumuşak	Su ve hidroksi apatit

### 2.2.6. Lazer güvenliği

Lazer kullanımı American National Standards Institute (ANSI), Food and Drug Administration (FDA), Center for Devices and Radiological Health (CDRH) ve Occupational Safety and Health Administration (OSHA) tarafından onaylanmıştır (169). Lazer uygulamasını yapan kişi mutlaka cihazla ilgili bütün özelliklere hakim

olmalıdır. Lazer uygulaması sırasında hekim, asistan ve hasta mutlaka lazerin dalga boyuna uygun koruyucu gözlük takmalıdır. İşlemin yapıldığı sırada kliniğe dışarıdan girilmemeli ve kapıda mutlaka uyarı levhası bulunmalıdır (146).

### **2.3. Ozon Hakkında Genel Bilgiler**

Oksijen atomu doğada çeşitli formlarda bulunur:

- Serbest atomik parçacık (O) formu (yüksek oranda duyarlı ve kararsız)
- Oksijen (O<sub>2</sub>) molekülü formu (en kararlı ve sık bulunan formu)
- Ozon (O<sub>3</sub>) formu
- O<sub>4</sub> molekülü formu (yüksek oranda kararsız ve az bulunan formu)

Ozon (O<sub>3</sub>) üç oksijen atomundan oluşan, doğada gaz halinde bulunan atmosferik oksijenden (O<sub>2</sub>) daha yüksek bir enerjiye sahip olan bir moleküldür (170, 171). Yüksek enerjili güneş ışınlarının oksijen moleküllerine çarpmasıyla ortaya çıkan oksijen atomlarının diğer oksijen molekülleriyle birleşmesiyle ozon meydana gelmektedir (172). Virüs, mantar ve bakterilere karşı çok güçlü bir antimikrobiyal ajan olarak bilinmektedir (173). Ozon molekülü keşfedildikten bir süre sonra tıbbi amaçlı kullanılmaya başlanmış (174) ve 1856 yılında ameliyathane dezenfeksiyonunda kullanıma girmiştir. 1900 yılında Nicola Tesla tarafından ilk ozon jeneratörü patenti alınmıştır. 1902 yılında ozon anemi, kanser, diyabet, influenza ve morfin zehirlenmesinde kullanılmıştır. 1926 yılında Warburg kanserin hücre düzeyinde oksijen azlığından meydana geldiğini bildirmiş ve bu tespiti ile 1931 ve 1944 yıllarında Nobel ödül almıştır. Günümüzde ozon; su arıtma, gıda endüstrisi, kağıt endüstrisi, tekstil sektörü ve tıp gibi bir çok farklı alanda yaygın olarak kullanılmaktadır (175). Son zamanlarda ozonun tıp ve diş hekimliği alanında faydalı bir terapötik ajan olduğuna dair verilerin artmasıyla kullanım alanı gün geçtikçe genişlemekte ve ozon birçok ülkede alternatif tedavi prosedürü olarak kabul görmektedir (173).

#### **2.3.1. Ozonun fiziksel ve kimyasal özellikleri**

Ozon oda sıcaklığında açık mavi renkli bir gaz olarak bulunmakta olup havadaki konsantrasyonu 2 milyonda bir (parts per million (ppm))'dir ve kendine has bir kokusu vardır. Ozon gazı, atmosferin üst tabakalarında ekolojik açıdan iki önemli tabakada yer almaktadır. Bunlardan biri çok az olarak bulunduğu, yeryüzüne yakın, çeşitli atmosfer olaylarının yer aldığı, atmosferin ilk tabakası olan troposfer tabakası (10-15 kilometreye

(km) kadar) diğeri ise yoğun olarak bulunduğu, yaklaşık 20-30 km yükseklikteki kuru, soğuk ve bulutsuz ikinci atmosfer tabakası olan stratosferdir (176). Ozon, üç atomlu, endotermik ve termodinamik olarak oldukça kararsız bir oksijen bileşimidir. Kısa yarılanma ömrü ile basınç ve ısı gibi çevre koşullarına bağlı olarak kısa süre içinde moleküler oksijenden atomik oksijene dönüşür (176, 177). Ozon kimyasal yapısı itibarıyla radikal özelliği taşımamakla birlikte, bilinen en güçlü 3. oksidan maddedir (178).  $O_3$ , aktif atomik oksijen ( $O^{+2}$ ) ile  $O_2$  molekülünün birleşmesi ile oluşur. Suda çözünen elektron verici özellikteki kimyasal maddelerle ozonun reaksiyonu sonucu ozon radikal iyonları oluşmaktadır. Geçici radikal iyon hızla protonlanır ve bir sonraki basamakta  $OH^-$  (hidroksil) iyonları açığa çıkar. Bu reaksiyonlar sonucu  $O_3$  daha güçlü bir oksidan olan  $OH$  radikali haline dönüşür. Ozonun sulu ortamda açığa çıkardığı  $OH^-$  radikallerinin doku yaralanmasına olan etkisi bilinmektedir (16). Medikal ozon jeneratörleri ile ise, oksijen atomlarının yüksek oranda voltajdan geçmesi (high voltage gradient) ile oluşturulmaktadır (179).

### **2.3.2. Yapay ozon üretimi ve ozon jeneratörleri:**

Yapay ozon üretiminde; oksijen molekülünün parçalanmasını sağlayarak elde edilen oksijen atomlarından birini başka bir oksijen molekülüne bağlayarak ozon gazı elde edilmesi amaçlanır. Bu tarz makinelere ozon jeneratörleri adı verilmektedir (180).

Ozon jeneratörlerinin çalışması prensip olarak 3 ana yöntemeye dayanmaktadır (180)

- UV Ozon Jeneratörleri
- Düşük Frekans Ozon Jeneratörleri
- Corona-Discharge Esaslı Ozon Jeneratörleri

#### **2.3.2.1. UV ozon jeneratörleri:**

Dalga boyu 220 nm'den kısa ışın veren UV lambalarının etrafından hava geçirilmesi sonucunda üretilen ozon gazı; gıdaların korunması, bira fabrikalarında, otel ve hastanelerde ortam havasının temizlenmesinde kullanılmaktadır (180).

#### **2.3.2.2. Düşük frekans ozon jeneratörleri:**

Yüksek frekans ozon jeneratörlerine göre aynı miktar ozon gazı üretimi için 2 kat daha fazla elektrik enerjisi tüketmektedir (180).

### **2.3.2.3. Corona-Discharge esaslı ozon jeneratörleri:**

Sabit elektrik akımı vererek kinetik enerji ile elektronları hızlandırarak oksijen molekülündeki oksijen-oksijen bağımlı parçalamak esasına dayanmaktadır. Bu işlem sonucunda açığa çıkan oksijen atomu; ozon gazını oluşturmak üzere oksijen molekülü ile reaksiyona girer. Tıp ve dişhekimliğinde en çok kullanılan jeneratör tipidir (171).

Ozon üretimi için başlıca iki tip cihaz kullanılmaktadır.

1) Plak tip ozon jeneratörleri: Bu cihazlarda dielektrik olarak kalın düz plaklar ve metal elektrotlar kullanılmaktadır. Kullanma güçlüğü sebebiyle plak tip ozon jeneratörleri pek tercih edilmezler.

2) Tüplü tip ozon jeneratörleri: Bu cihazlarda ise; kalınlığı daha az olan cam tüpler ve ortasında madeni ayrı bir tüp bulunmaktadır. Ozonytron® (Miomed, Almanya), Cytozon® (Hasnter, Almanya), Healozone® (Curozone® ABD, Kavo Almanya), Neo ozone Water-S® (Korm electronics, Japonya), Ozi-Cure® (Centurion, Güney Afrika), Sander Ozonizer® (Eltze, Almanya) diş hekimliğinde sıklıkla kullanılan ozon jeneratörleridir (177).

### **2.3.3. Ozonun tıp alanında kullanımı**

Tıbbi alanda ozon; uygun konsantrasyonda ve uygun uygulama süresi belirlenerek terapötik bir ajan olarak kullanılmaktadır. Ozon kandaki komponentlere (eritrositler, lökositler, plateletler, endotel hücreler vb.) etki ederek oksijen metabolizmasını, hücre enerjisini, antioksidan savunma sistemini ve mikrodolaşımı olumlu yönde etkiler. Dezenfekte edici özelliği, oksijenlenmeyi arttırıcı ve metabolizmayı düzeltici etkisi ile de iyileşmeyi sağlar (170, 181). Ozonun medikal uygulamasında O<sub>2</sub> oranı % 9'den az, O<sub>3</sub> ise % 5'den fazla olmamalıdır (178).

Ozon medikal olarak;

- Akut ve kronik enfeksiyöz hastalıklarda
- Osteomyelit, abse, kronik ülser, diyabetik ayak ve yanık tedavisinde
- Herpetik enfeksiyonlar, herpes zoster, papilloma virüs enfeksiyonları ve kandida enfeksiyonlarında
- Otoimmün hastalıklarda

- İskemik hastalıklarda (kalça ve bacak iskemisi, serebral ve kalp iskemisi, venöz staz)
- Dejeneratif hastalıklarda (diyabetik retinopati, tinnitus ve maküler dejenerasyon)
- Akciğer hastalıklarında (amfizem, astım, kronik obstrüktif akciğer hastalıkları, ve akut solunum bozuklukları)
- Cilt hastalıklarında (atipik dermatit, psoriasis)
- Ortopedik hastalıklarda (osteoartrit)
- Fibromiyaljide
- Transplantasyon öncesinde kullanılmaktadır (176).

Ozonun metabolizmadaki etkisi; konsantrasyonuna, kullanıldığı doza ve etki süresine bağlı olarak değişmektedir (182).

Ozonun başlıca bilinen etkileri;

- Bakterisit, virüsit ve fungusit etki
- Sistemik hemostazı geliştirici etki
- Kanın oksijen taşıma fonksiyonunu onarıcı etkisi
- Mikrodolaşım ve periferik kan dolaşımının onarılması
- Kan pıhtılaşmasının azalması
- Hematopoezin artırılması
- Detoksifikasyon
- Analjezik etki
- İmmünmodülatör etki
- Karbonhidrat, lipid ve protein gibi biyolojik substratların metabolizma optimizasyonudur (176).

Ozon tedavisi belirli bir miktarda O<sub>3</sub>/O<sub>2</sub> karışımının vücut boşluklarına ya da dolaşım sistemine uygulanmasıdır. Bu karışım intravenöz, intramuskuler, intraartiküler, intraplevral, intrarektal, intradiskal ve deneysel araştırmalarda intraperitoneal uygulanabildiği gibi topikal de uygulanabilir (178, 183).

Ozonun biyolojik etkilerinin ortaya çıkması için serbest radikallerin varlığı önemlidir. Serbest radikaller, çeşitli patolojik süreçlerin gerek başlatıcısı gerekse sonunda ortaya çıkabilen reaktif maddelerdir. Bunlar, organizmada aerobik solunum sırasında mitokondride ve fagositlerde solunum patlaması gibi çeşitli fizyolojik durumlarda da



oluşabilmektedir (184). Son zamanlara kadar oksidatif stresin hücre hasarındaki rolü ve hastalıkların altında yatan patolojik süreçlere etkileri konusuna odaklanılmıştır. Patolojik süreçlerde oksidatif stresin artış mekanizmaları ve etkilerini açıklayan birçok çalışma yapılmıştır (185, 186). Yakın zamanda yapılan çalışmalarda ise oksidatif stresin bilinenin aksine bazı etkilerinin de olabileceği görülmüştür. Bu çalışmalarda oksidasyon/redüksiyon (redoks) reaksiyonlarının başta hücre içi haberleşme olmak üzere biyolojik mekanizmalarda rol aldığı gösterilmiştir. Artık açık olarak bilinmektedir ki gerek reaktif moleküller gerekse bunların çeşitli biyolojik moleküllerle reaksiyona girmesi sonucu ortaya çıkan oksidasyon ürünleri düşük konsantrasyonlarda (fizyolojik düzeylerde) hücrede önemli roller üstlenmektedir (186, 187). Bu nedenle uygulanacak olan ozon miktarı doğru seçilmelidir.

#### **2.3.4. Ozonun diş hekimliğinde kullanımı**

Diş hekimliğinde ozon, ilk olarak Zürihli dişhekimisi Fisch E. tarafından 1933 yılında; enfekte yara yüzeylerini ve kronik periodontal enfeksiyonları tedavi etmek amacıyla sıvı formda kullanılmıştır (171). Ozon, restoratif diş hekimliği, endodonti, protetik diş tedavisi, ağız diş ve çene cerrahisi ve periodontoloji alanında kullanılmaktadır.

Diş hekimliğinde ozon kullanımı antimikrobiyal, dezenfektan ve doku iyileştirici özellikleri nedeniyle gündeme gelmiştir. Ozonun tıp alanındaki koruyucu ve tedavi edici etkisi kesin olarak kanıtlanmış olup mevcut tedavi stratejilerine alternatif ya da tamamlayıcı non-invaziv bir tedavi ajanı olarak önerilmektedir (171, 188).

Ozon, kanıtlanmış güçlü antimikrobiyal etkisi, karyojenik mikroorganizmaları azaltıcı ve çürük lezyonundaki organik asitlere karşı yararlı oksidan özelliği ile diş çürüklerinin tedavisinde önemli bir yere sahiptir (189). Ozon asidojenik ve asidürik mikroorganizmalardan oluşan mikrobiyal florayı normal ağız florasına çevirerek remineralizasyon sürecini sağlamaktadır (190).

Ozonun diş hekimliğinde kullanım alanları:

- Diş çürüklerinin profilaksisi ve önlenmesi
- Pit, fissür, kök ve düz yüzey çürüklerinin remineralizasyonu
- Geleneksel koruyucu önlemler ile birlikte açık kavitelerin dezenfeksiyonu
- Antibiyotik tedavisine destek olarak

- Renklenmiş kök kanal tedavili dişlerin ağartılması
- Endodontide kanalların dezenfeksiyonunda
- Kole hassasiyetinin giderilmesi
- Yumuşak doku patolojilerinin rehabilitasyonu
- Avülse dişlerde replantasyon öncesi yıkama solüsyonu olarak
- Ağız içi ülser ve yara iyileşmesinin arttırılması
- Zor iyileşen enfekte yaralar ve herpetik lezyonların dezenfeksiyonu olarak sıralanabilir (170, 171, 191).

Beyazlatma tedavisinde ozonun oksitleme kapasitesi sayesinde dişlerde renk değişikliğinden sorumlu bileşenleri ortadan kaldıran ozonun beyazlatma ajanı olarak da kullanılabileceği ve mine yüzey topografyası üzerinde olumsuz bir etkisinin olmadığı belirtilmektedir (15, 192)

Çalışmamızın amacı, beyazlatma işlemlerinde rutin olarak kullanılmakta olan farklı konsantrasyonlardaki H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> içerikli beyazlatma ajanları ile yeni geliştirilen ozonla beyazlatma yönteminin dişler üzerinde meydana getirdikleri renk değişikliklerinin incelenerek klinik olarak en etkili yöntemin tespit edilmesidir.

### 3. GEREÇ VE YÖNTEM

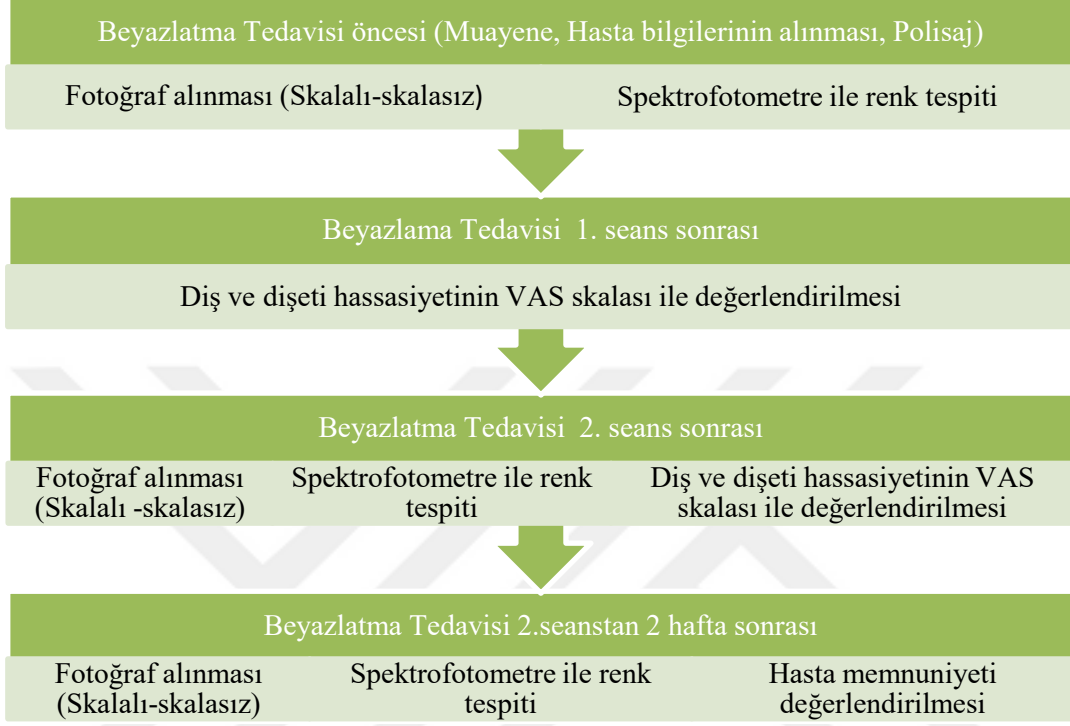
Çalışmamıza 2014 Aralık–2015 Mart tarihleri arasında Gaziantep Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Restoratif Diş Tedavisi Anabilim Dalı'na beyazlatma tedavisi isteği ile başvuran bireyler arasından seçilmiş toplam 100 kişi dahil edildi. Hastalar her bir grupta 20 kişi olacak şekilde 5 gruba ayrıldı. Gruplar belirlenirken cinsiyet, yaş ortalaması ve başlangıç diş renklerinin benzer dağılım göstermelerine dikkat edildi. Çalışmaya dahil edilen tüm bireylere çalışmanın amacı ve yöntemi hakkında bilgi verildikten sonra imzalı gönüllü oluru (EK-1) alındı. Çalışma için Gaziantep Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Yerel Etik Kuruluna başvuruldu ve 20022014/82 karar nolu etik kurul onayı alındı (EK-2). Çalışmamıza katılan bireylerden yapılan tüm ölçümler Hasta Takip Formları'na kaydedildi (EK 3). Tüm gruplardaki bireylere çalışmayı gerçekleştiren hekim tarafından beyazlatma işlemi sırasında ve sonrasında EK 4'te belirtilen durumlara dikkat etmeleri gerektiği anlatıldı ve bireylerin kendilerine yazılı olarak verildi.

Çalışmaya dahil edilen bireylerde çalışma sonuçlarını etkilememesi açısından şu özellikler göz önünde bulunduruldu;

- Tüm üst anterior dişlerinin mevcut ve vital olması, hiçbirinde fasiyal yüzeyin 1/6'sından fazla restorasyon bulunmaması ve restorasyonların renk ölçümünü engellememesi,
- Dişlerde spektrofotometre ile renk ölçümünü engelleyecek çapraşıklıkların bulunmaması,
- Üst anterior dişlerinin Vita skalasına göre A3 veya daha koyu renkte olması,
- Hastaların periyodik kontroller için randevularına gelebilecek olmaları ve çalışma boyunca tütün ürünleri ve renklendirici gıdaları kullanmamaya gönüllü olmaları,
- Periodontal veya gingival rahatsızlığı olmaması,
- Bireylerin daha önce beyazlatma tedavisi görmemiş olması,
- Oral kavitede herhangi bir patoloji bulunmaması,
- Bireylerin hamile veya emziren bayan olmaması,
- Şiddetli diş renklenmesinin (tetrasiklin, florozis ve endodontik tedavi) olmaması

### 3.1. Tedavi Protokolü

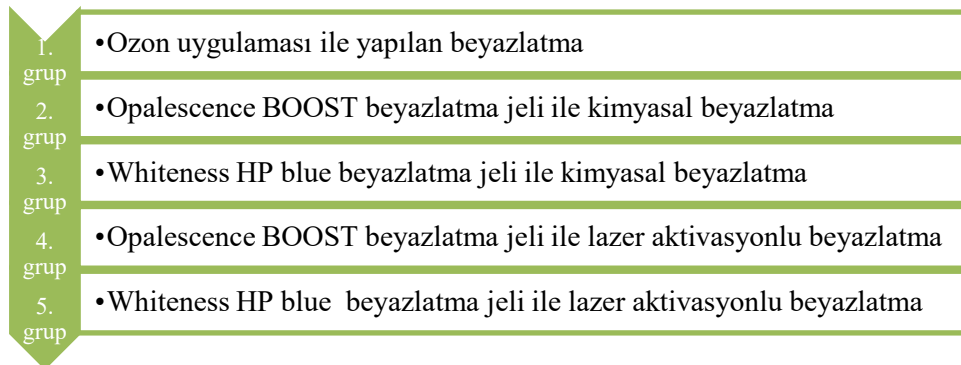
Çalışmamızda aşağıdaki şemada belirtilen tedavi protokolü uygulanmıştır (Şekil 3.1)



Şekil 3.1. Tedavi protokolü

### 3.2. Gruplar

Çalışmamızda oluşturulan gruplar aşağıdaki şemada belirtilmiştir (Şekil 3.2).



Şekil 3.2. Çalışma grupları

### 3.2.1. Grup 1 ( Ozon uygulaması ile tedavisi yapılan grup)

Tedavi öncesi tüm hastalardan skalalı ve skalasız fotoğraf kaydı alındı (Resim 3.4). Tedavi için her hastadan ölçü alınıp modeller elde edilerek şeffaf termoplastik ölçü metaryali (Easy-Vac Gasket, 3A MEDES, Korea) ile kişiye özel kaşıklar yapıldı (Resim 3.1). Özel kaşıklar her hastanın alt ve üst çenesine ayrı ayrı uygulandı (Resim 3.2). Bu amaçla geliştirilen ozon gönderici sistem olan Ozonytyron XP-OZ (MIO international, Germany) cihazı (Resim 3.3) ile üretici firmanın talimatları doğrultusunda yüksek konsantrasyondaki (600.000 ppm- $\mu$ g) ozon, diş yüzeyine kontrollü bir şekilde iletilerek beyazlatma sağlandı. Ozon her seansta tek çene için 15+15 dakika ve toplamda yarım saat uygulanırken, alt-üst çene beyazlatma süresi toplamda 1 saat oldu. Tedavi sonrası tüm hastalardan skalalı ve skalasız fotoğraf kaydı alındı (Resim 3.5).



**Resim 3.1.** Tedavi için elde edilen model ve kaşık



**Resim 3.2.** Özel kaşıkların alt ve üst çeneye yerleştirilmesi



**Resim 3.3.** Ozonytyron XP- OZ cihazı



**Resim 3.4.** Ozon ile beyazlatma öncesi skalalı-skalasız ağız içi görünüm



**Resim 3.5.** Ozon ile beyazlatma sonrası skalalı-skalasız ağız içi görünüm

### **3.2.2. Grup 2 (Opalescence BOOST beyazlatma jeli ile kimyasal beyazlatma uygulanan grup)**

Tedavi öncesi hastalardan skalalı ve skalasız fotoğraf kaydı alındı (Resim 3.8). Bu gruptaki hastalara %40 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> içerikli kırmızı renk beyazlatma jeli (Opalescence BOOST Whitening System, Ultradent Products, USA) üretici firmanın talimatları doğrultusunda uygulandı (Resim 3.6). Tedavide izolasyonu sağlamak ve dokuları korumak amacıyla yardımcı dudak ekartörü ve plastik sakşın kullanıldı. Vital beyazlatma tedavisi öncesinde diş etlerini korumak amacıyla 1-2 mm kalınlığında, mine-diş eti sınırından diş etine doğru 4-6 mm genişliğinde diş eti koruyucusu uygulanarak LED ışık kaynağı

ile polimerize edildi. Daha sonra birbirine bitişik iki tüp şeklinde bulunan beyazlatma jeli karıştırılarak beyazlatma yapılacak dişlerin bukkal yüzeylerine 1 mm kalınlığında uygulandı (Resim 3.7). Bir süre sonra etkinliğini kaybeden jel hava-su tabancası ile yıkanarak dişlerden uzaklaştırıldıktan sonra diş yüzeyleri kurutuldu. Yeni jel diş minesine uygulanarak aplikatör yardımı ile karıştırıldı. Bir seansta toplam 3 kez jel uygulanmış olup jelin diş yüzeyi ile temas süresi her seans için ortalama 50 dakika oldu. Hastalarda yapılacak seans sayısı beyazlamanın etkinliğine göre belirlendi. Tedavi sonrası hastalardan skalalı ve skalasız fotoğraf kaydı alındı (Resim 3.9).



**Resim 3.6.** Opalescence BOOST beyazlatma jeli



**Resim 3.7.** Dişeti koruyucu uygulanması, polimerizasyonu ve jelin uygulanması





**Resim 3.8.** Opalescence BOOST jeli ile kimyasal beyazlatma öncesi skalalı-skalasız ağız içi görünüm



**Resim 3.9.** Opalescence BOOST jeli ile kimyasal beyazlatma sonrası skalalı-skalasız ağız içi görünüm

### **3.2.3. Grup 3 (WhitenessHP BLUE beyazlatma jeli ile kimyasal beyazlatma uygulanan grup)**

Tedavi öncesi hastalardan skalalı ve skalasız fotoğraf kaydı alındı (Resim 3.12). Bu gruptaki hastalara %35 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> mor ve mavi pigment içerikli beyazlatma jeli (Whiteness HP BLUE CALCIUM- FGM Dental Products, Joinville, SC, Brazil) üretici firmanın talimatları doğrultusunda uygulandı (Resim 3.10). Tedavide izolasyonu sağlamak ve dokuları korumak amacıyla yardımcı dudak ekartörü, plastik sakşın ve koruyucu gözlükler kullanıldı. Vital beyazlatma tedavisi öncesinde diş eti koruyucusu, 1-2 mm kalınlığında mine-diş eti sınırından diş etine doğru 4-6 mm genişliğinde uygulanarak LED ışık kaynağı ile polimerize edildi. Daha sonra birbirine bitişik iki tüp şeklinde bulunan beyazlatma jeli kimyasal aktivasyonun başlaması için şırınganın sıkılması sonucu uç bölgesinde karıştırılarak 1 mm kalınlığında tüm çalışma bölgelerindeki dişlerin vestibül yüzeyine uygulandı (Resim 3.11). Bir süre sonra etkinliğini kaybeden jel hava-su tabancası ile yıkanarak dişlerden uzaklaştırıldıktan sonra diş yüzeyleri kurutuldu. Yeni jel diş minesine uygulanarak aplikatör yardımı ile karıştırıldı. Bir seansta toplamda 3 kez jel uygulandı ve jelin diş yüzeyi ile temas süresi her seans için bu grupta toplam 50 dakika oldu. Tedavi sonrası hastalardan skalalı ve skalasız fotoğraf kaydı alındı (Resim 3.13).





**Resim 3.10.** Whiteness HP BLUE beyazlatma jeli



**Resim 3.11.** Dişeti koruyucu uygulanması, polimerizasyonu ve jelin uygulanması



**Resim 3.12.** WhitenessHP BLUE jeli ile kimyasal beyazlatma öncesi skalalı-skalasız ağız içi görünüm



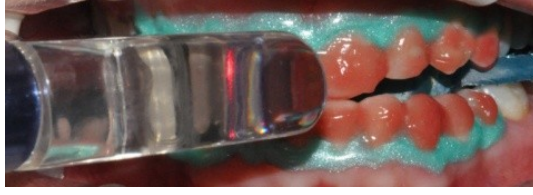
**Resim 3.13.** WhitenessHP BLUE jeli ile kimyasal beyazlatma sonrası skalalı-skalasız ağız içi görünüm

### 3.2.4. Grup 4 (Opalescence BOOST beyazlatma jeli ile lazer aktivasyonlu beyazlatma tedavisi uygulanan grup)

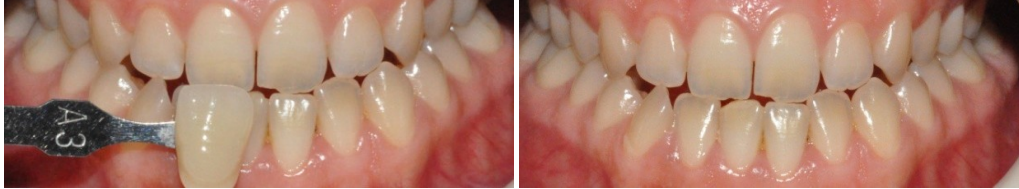
Tedavi öncesi hastalardan skalalı ve skalasız fotoğraf kaydı alındı (Resim 3.16). Bu gruptaki hastalara %40 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> içerikli kırmızı renk beyazlatma ajanı (Opalescence BOOST Whitening System, Ultradent Products, USA) üretici firmanın talimatları doğrultusunda uygulandı (Resim 3.10). Tedavide izolasyonu sağlamak ve dokuları korumak amacıyla yardımcı dudak ekartörü ve plastik sakşın kullanıldı. 980 nm diyot lazerin (Gigaa Dental Laser Cheese, China), (Resim 3.14) dalga boyuna uygun özel lazer koruyucu gözlükler, uygulayan hekim, hasta ve yardımcı personel tarafından takıldı. Kimyasal beyazlatma tedavisi ile aynı şekilde dişeti koruyucu uygulanarak, polimerize edildi ve ajan uygulandı. Her 5 dakikada bir 5 mm uzaklıktan aktivasyon sağlayacak şekilde 980 nm diyot lazer özel beyazlatma ucu (spot size: 5,85 cm) ile enerji yoğunluğu diş başına 13,6 j/cm<sup>2</sup> olarak her çeyrek çeneye 4 watt 20 saniye uygulandı (Resim 3.15). 10 dakika sonra etkinliğini kaybeden jel hava-su tabancası ile yıkanarak dişlerden uzaklaştırıldıktan sonra diş yüzeyleri kurutuldu. Yeni jel diş minesine uygulanarak aplikatör yardımı ile karıştırıldı. Bir seansta toplam 3 kere jel uygulanıp diş yüzeyi ile temas süresi her seans için ortalama 30 dakika olarak hesaplandı. Hastalarda yapılacak seans sayısı beyazlamanın etkinliğine göre belirlendi. Tedavi sonrası hastalardan skalalı ve skalasız fotoğraf kaydı alındı (Resim 3.17).



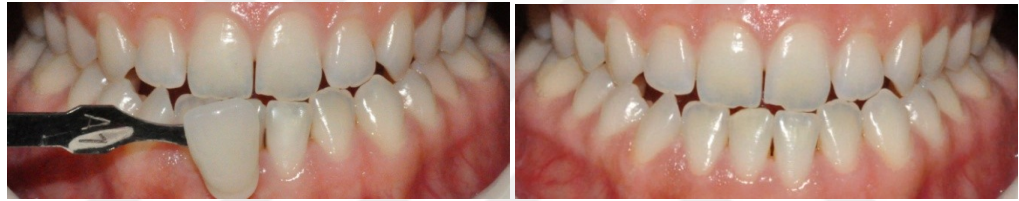
**Resim 3.14.** Diyot lazer ve beyazlatma ucu



**Resim3.15.** Diyet lazer uygulanması (çeyrek çene)



**Resim 3.16.** Opalescence BOOST jeli ile lazer aktivasyonlu beyazlatma öncesi skalalı-skalasız ağız içi görünüm

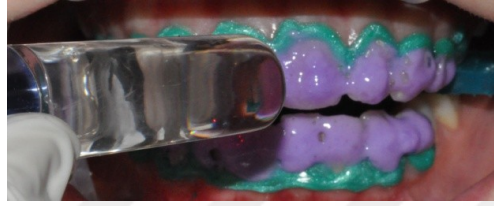


**Resim 3.17.** Opalescence BOOST jeli ile lazer aktivasyonlu beyazlatma sonrası skalalı-skalasız ağız içi görünüm

### **3.2.5. Grup 5 (WhitenessHP BLUE beyazlatma jeli ile lazer aktivasyonlu beyazlatma tedavisi uygulanan grup)**

Tedavi öncesi hastalardan skalalı ve skalasız fotoğraf kaydı alındı (Resim 3.19). Bu gruptaki hastalara %35 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> mor ve mavi pigment içerikli beyazlatma ajanı (WhitenessHP BLUE CALCIUM- FGM Dental Products, Joinville, SC, Brazil) üretici firmanın talimatları doğrultusunda uygulandı. Tedavide izolasyonu sağlamak ve dokuları korumak amacıyla yardımcı dudak ekartörü ve plastik sakşın kullanıldı. 980 nm diyet lazerin (Gigaa Dental Laser Cheese, China) dalga boyuna uygun özel lazer koruyucu gözlükler uygulayan hekim, hasta ve yardımcı personel tarafından takıldı. Kimyasal beyazlatma tedavisi ile aynı şekilde dişeti koruyucu uygulanarak, polimerize edildi ve beyazlatma ajanı uygulandı. Her 5 dakikada bir 5 mm uzaklıktan aktivasyon

sağlayacak şekilde 980 nm diyot lazer özel beyazlatma ucu (spot size: 5,85 cm) ile enerji yoğunluğu diş başına 13,6 j/cm<sup>2</sup> olarak her çeyrek çeneye 4 watt 20 saniye uygulandı (Resim 3.18). 10 dakika sonra etkinliğini kaybeden jel hava-su tabancası ile yıkanarak dişlerden uzaklaştırıldıktan sonra diş yüzeyleri kurutuldu. Yeni jel diş minesine uygulanarak aplikatör yardımı ile karıştırıldı. Bir seansta toplamda 3 kere jel uygulanıp diş yüzeyi ile temas süresi her seans için 30 dakika olarak hesaplandı. Hastalarda yapılacak seans sayısı beyazlamanın etkinliğine göre belirlendi. Tedavi sonrası hastalardan skalalı ve skalasız fotoğraf kaydı alındı (Resim 3.20).



**Resim 3.18.** Diyet lazer uygulanması (çeyrek çene)



**Resim 3.19.** WhitenessHP BLUE jeli ile lazer aktivasyonlu beyazlatma öncesi skalalı-skalasız ağız içi görünüm



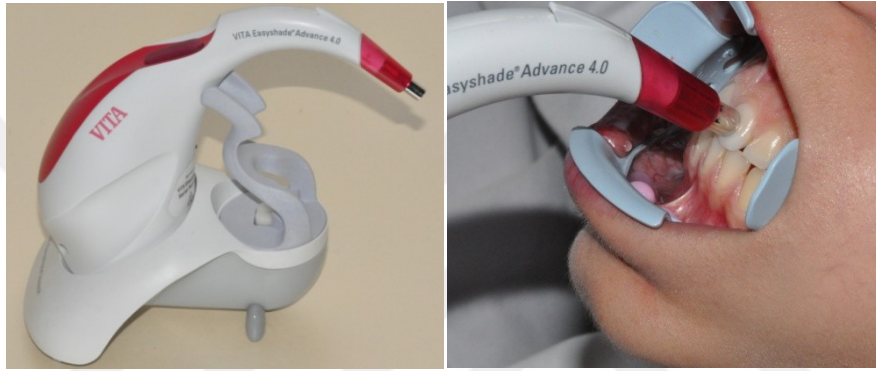
**Resim 3.20.** WhitenessHP BLUE jeli ile lazer aktivasyonlu beyazlatma sonrası skalalı-skalasız ağız içi görünüm

### **3.3. Beyazlatma Tedavisi Öncesi ve Sonrası Diş Renginin Tespiti**

Hastalar beyazlatma öncesinde klinik ve radyografik olarak değerlendirildi. Hastaların üst anterior diş renkleri hem görsel skala ile (Vitapan Classic, Vita Zahnfabric, Bad



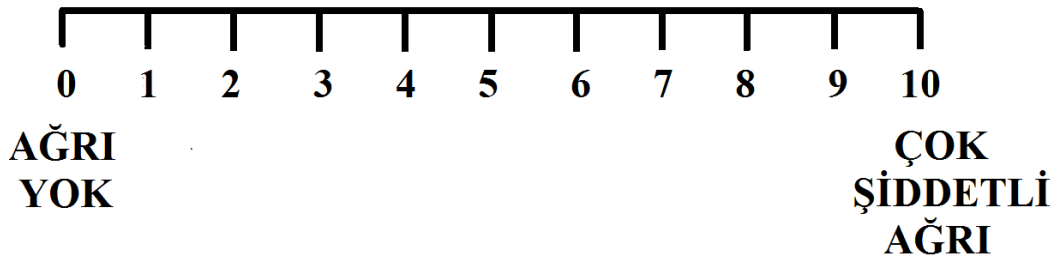
Sackingen, Germany) hem de spektrofotometre cihazı (VITA Easy Shade Advance, Zahnfabrik H.Rauter GmbH&Co. KG, Germany), (Resim 3.21) ile belirlendikten sonra fotoğraflanarak kayıt edildi. Ölçüm, cihazın kullanım talimatlarına uygun olarak cihazın ucu dişin bukkal yüzeyinde orta üçlü alanın merkezine temas edecek şekilde konumlandırılarak yapıldı. Spektrofotometre her kullanımdan önce üretici firma önerileri doğrultusunda kalibre edildi. Beyazlatma tedavisine başlamadan birinci seanstan önce, ikinci seanstan hemen sonra ve tedavi bitiminden 14 gün sonra olmak üzere renk ölçümleri toplamda 3 kere yapılarak L\*, a\*, b\* değerleri her hastanın üst anterior dişleri için ayrıntılı olarak kaydedildi.



**Resim 3.21.** Spektrofotometre cihazı ve renk tespiti

### **3.4. Diş ve Dişeti Duyarlılığı Değerlendirilmesi**

Çalışmamızda diş ve diş eti duyarlılığının tespiti 1. ve 2. seans sonunda hastaların duydukları ağrı ve hassasiyet dereceleri 0-10 arası değerleri içeren Visuel Analog Scale (VAS, Görsel analog skala) kullanılarak (Şekil 3.3) belirlendi.



**Şekil 3.3.** Görsel analog skala

### **3.5. Hasta Memnuniyetinin Değerlendirilmesi**

Tedavi memnuniyetinin değerlendirilmesi amacıyla hastalara 5 ayrı seçenek sunuldu ve kendilerine en uygun olan şıkkı seçmeleri istendi.

0- Hiç memnun kalmadım

1- Memnun kalmadım

2- Daha çok beklentim vardı

3- İdare eder

4- Memnun kaldım

5- Çok memnun kaldım

### **3.6. İstatistiksel Analiz**

Sürekli değişkenlerin normal dağılıma uygunluk kontrolünde Shaphiro Wilk testi kullanılmıştır. Normal dağılıma sahip olmayan değişkenlerin ikiden fazla bağımsız grup karşılaştırılmasında Kruskall Wallis ve All Pair Wise çoklu karşılaştırma testi kullanılmıştır. 2 bağımlı normal dağılmayan ölçümün karşılaştırılmasında Willcoxon testleri kullanılmıştır. İkiden fazla bağımlı ölçümün karşılaştırılmasında normal dağılıma sahip değişkenler için 2 yönlü tekrarlanan ölçümlü varyans analizi, LSD çoklu karşılaştırma testleri, normal dağılıma sahip olmayan değişkenler için Freidman ve all pairwise çoklu karşılaştırma testleri kullanılmıştır. Tanıtıcı istatistik olarak normal dağılan değişkenler için ortalama  $\pm$  standart sapma, normal dağılmayan değişkenler için medyan [%25-%75] değerleri verilmiştir. İstatistiksel analizler için SPSS for Windows version 22.0 paket programı kullanılmış ve  $p < 0.05$  istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir.

## 4. BULGULAR

### 4. 1. L\* Değerleri ile İlgili Bulgular

L<sub>1</sub>\*= Tedavi öncesi L\* değerleri

L<sub>2</sub>\*= Tedavi sonrası L\* değerleri

L<sub>3</sub>\*= Tedaviden 2 hafta sonra L\* değerleri

L\* değerleri normal dağılım da olduğundan 2 yönlü tekrarlanan ölçümlü varyans analizi kullanılmıştır. Grup içi ve gruplar arası farklılık istatistiksel olarak anlamlı bulunup (p=0,003, p=0,001) interaksiyon etkisi anlamlı bulunmamıştır (p=0,254).

Çalışmamızdan elde edilen L\* ortalama değerleri Tablo 4.1’de verilmiştir.

**Tablo 4.1.** L\* ortalama (±sd ) değerleri

	L <sub>1</sub> *	L <sub>2</sub> *	L <sub>3</sub> *
<b>Grup 1</b>	83,0± 3,89	87,8± 5,19	86,1± 4,74
<b>Grup 2</b>	79,3± 3,31	83,2± 3,21	83,9± 2,77
<b>Grup 3</b>	80,4± 3,43	83,9± 3,72	85,8± 5,58
<b>Grup 4</b>	79,3± 3,77	83,9± 3,77	84,5± 4
<b>Grup 5</b>	81,6± 3,17	85,2± 3,31	86,7± 3,35

Gruplar arası karşılaştırmada Grup 1’in tedavi sonrası L\* değeri ortalamaları Grup 5 ile anlamlı bir farklılık göstermezken Grup 2, Grup 3 ve Grup 4’ün L\* değerleri ortalamalarından istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek bulundu.

Grup 2’nin tedavi sonrası L\* değeri ortalamaları ile Grup 3 ve Grup 4’ün L\* değerleri ortalamaları arasında anlamlı bir farklılık saptanmadı .

Grup 3’ün L\* değeri ortalaması ile Grup 2, Grup 4 ve Grup 5’in L\* değerleri ortalamaları arasında ise istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık gözlenmedi.

Grup 5'in  $L^*$  değeri ortalaması ile Grup 2, Grup 4'ün  $L^*$  değerleri ortalamalarından anlamlı derecede yüksek bulundu (Tablo 4.2).

**Tablo 4.2.** Gruplar arası  $L^*$  değerleri karşılaştırması

	Grup 1	Grup 2	Grup 3	Grup 4
Grup 2	0,001			
Grup 3	0,024	0,216		
Grup 4	0,002	0,667	0,417	
Grup 5	0,26	0,017	0,243	0,049

Grup içi çoklu karşılaştırmada tüm grupların beyazlatma tedavisi öncesi ( $L_1^*$ ) beyazlatma tedavisi sonrası ( $L_2^*$ ) ve 2 hafta sonrası ( $L_3^*$ )  $L^*$  değerleri ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlemlendi (Tablo 4.3). Tüm  $L_3^*$  değerleri  $L_2^*$ 'den,  $L_2^*$  değerleride  $L_1^*$ 'den daha yüksekti.

**Tablo 4.3.** Grup içi  $L^*$  değerleri karşılaştırması

	$L_1^*$	$L_2^*$
$L_2^*$	0,001	
$L_3^*$	0,001	0,126

#### 4.2. $a^*$ Değerleri ile İlgili Bulgular

$a_1^*$ = Tedavi öncesi  $a^*$  değerleri

$a_2^*$ = Tedavi sonrası  $a^*$  değerleri

$a_3^*$ = Tedaviden 2 hafta sonrası  $a^*$  değerleri

Değerler normal dağılımda olmadığı için gruplar arası ikiden fazla bağımlı  $a^*$  değerlerinin karşılaştırılmasında Freidman ve All Pairwise çoklu karşılaştırma testleri kullanıldı.

Freidman testine göre grup içi çoklu karşılaştırma değerleri incelemesinde;



Grup 1’de  $a_2^*-a_1^*$  ve  $a_3^*-a_1^*$  değerleri arasında farklılık bulunurken  $a_3^*$  ve  $a_2^*$  değerleri arasında anlamlı derecede farklılık saptanmadı ( $p=0,527$ ).  $a_2^*$  ve  $a_3^*$  değerleri  $a_1^*$  değerlerine göre anlamlı derecede düşük çıktı ( $p=0,001$ ,  $p=0,001$ ). En fazla düşme  $a_3^*$  değerindeydi.

Grup 2’de  $a_2^*-a_1^*$ ,  $a_3^*-a_1^*$  ve  $a_3^*$  ve  $a_2^*$  değerleri arasında anlamlı farklılık bulundu ( $p=0,003$ ,  $p=0,001$ ,  $p=0,001$ ).  $a_3^*$  ve  $a_2^*$  değerleri  $a_1^*$  değerinden düşük çıkarken,  $a_3^*$  değeri de  $a_2^*$  değerlerinden düşüktü.

Grup 3’de  $a_2^*-a_1^*$ ,  $a_3^*-a_1^*$  ve  $a_3^*$  ve  $a_2^*$  değerleri arasında anlamlı farklılık bulundu ( $p=0,002$ ,  $p=0,001$ ,  $p=0,002$ ).  $a_3^*$  ve  $a_2^*$  değerleri  $a_1^*$  değerinden düşük çıkarken,  $a_3^*$  değeri de  $a_2^*$  değerlerinden düşüktü.

Grup 4’de  $a_2^*-a_1^*$  ve  $a_3^*-a_1^*$  değerleri arasında farklılık bulunurken  $a_3^*$  ve  $a_2^*$  değerleri arasında anlamlı derecede farklılık saptanmadı ( $p=0,082$ ).  $a_2^*$  ve  $a_3^*$  değerleri  $a_1^*$  değerlerine göre anlamlı derecede düşük çıktı ( $p=0,001$ ,  $p=0,001$ ).

Grup 5’de  $a_2^*-a_1^*$ ,  $a_3^*-a_1^*$  ve  $a_3^*$  ve  $a_2^*$  değerleri arasında anlamlı farklılık bulundu ( $p=0,001$ ,  $p=0,001$  ve  $p=0,027$ ).  $a_3^*$  ve  $a_2^*$  değerleri  $a_1^*$  değerinden düşük çıkarken,  $a_3^*$  değeri de  $a_2^*$  değerlerinden düşük bulundu (Tablo 4.4).

All pairwise çoklu karşılaştırma testine göre gruplar arası  $a^*$  değerleri karşılaştırılmasında;

$a_1^*$  değerleri karşılaştırmasında Grup 1 ve Grup 4’ün diğer gruplar arasında anlamlı farklılık bulunmadı. Grup 2 ile Grup 3 ve Grup 5 arasında anlamlı farklılık saptandı. ( $p=0,021$ ,  $p=0,003$ ).

$a_2^*$  değerleri karşılaştırmasında Grup 5 ile Grup 2, Grup 3 ve Grup 4 arasında anlamlı farklılık saptanırken ( $p=0,001$ ,  $p=0,024$ ,  $p=0,003$ ). Grup 1 ile Grup 2 arasında da anlamlı farklılık vardı ( $p=0,03$ ).

$a_3^*$  değerleri karşılaştırmasında Grup 5 ile Grup 1, Grup 2 ve Grup 4 arasında anlamlı farklılık saptanırken ( $p=0,001$ ,  $p=0,033$ ,  $p=0,003$ ) Grup 3 ile Grup 1 ve Grup 4 arasında da anlamlı farklılık tespit edildi ( $p=0,011$ ,  $p=0,028$ ), (Tablo 4.4).

Tüm  $a^*$  medyan değerleri, grup içi ve gruplar arası karşılaştırması Tablo 4.4'te gösterilmiştir.

	$a_1^*$	$a_2^*$	$a_3^*$
<b>Grup 1</b>	1,74 [(1,39)- ( 4,17)] <sup>aAB</sup>	-0,4 [(-1,17)- ( -0,39)] <sup>bAD</sup>	-0,64 [(-0,97)- ( -0,12)] <sup>bA</sup>
<b>Grup 2</b>	1,8 [(2,21)- ( 3,12)] <sup>aB</sup>	0,5 [(0,42)- ( 1)] <sup>bBC</sup>	-0,89 [(-1,69)- ( -0,24)] <sup>cAC</sup>
<b>Grup 3</b>	0,98 [(1,65)- ( 2,9)] <sup>aAC</sup>	-0,29 [(-0,85)- ( -0,79)] <sup>bAC</sup>	-1,24 [(-1,6)- ( -0,74)] <sup>cB</sup>
<b>Grup 4</b>	1,34 [(1,86)- ( 2,79)] <sup>aBC</sup>	-0,25 [(-0,8)- ( -0,83)] <sup>bAC</sup>	-0,53 [(-1,32)- ( -0,12)] <sup>bA</sup>
<b>Grup 5</b>	0,9 [(1,55)- ( 2,07)] <sup>aAC</sup>	-0,99 [(-1,62)- ( -0,16)] <sup>bD</sup>	-1,6 [(-2,13)- ( -0,77)] <sup>cB</sup>

**Tablo 4.4.** Tüm  $a^*$  medyan [%25-%75] değerleri

Farklı büyük harfler gruplar arası, farklı küçük harfler grup içi %5 oran düzeyinde istatistik açıdan önemlidir.

#### 4.3 $b^*$ Değerleri ile İlgili Bulgular

$b_1^*$ = Tedavi öncesi  $b^*$  değerleri

$b_2^*$ = Tedavi sonrası  $b^*$  değerleri

$b_3^*$ = Tedaviden 2 hafta sonrası  $b^*$  değerleri

Değerler arasındaki interaksiyon etkisi anlamlı bulundu (  $p=0.003$ ). Tüm grupların  $b^*$  ortalama değerleri Tablo 4.5'de gösterilmiştir.

**Tablo 4.5.** Tüm b\* ortalama ( $\pm$ sd) değerleri

	$b_1^*$	$b_2^*$	$b_3^*$
<b>Grup 1</b>	20 $\pm$ 3,69	24,3 $\pm$ 3,65	21,7 $\pm$ 4,17
<b>Grup 2</b>	29,6 $\pm$ 3,09	23,5 $\pm$ 3,86	19,8 $\pm$ 4,8
<b>Grup 3</b>	29,3 $\pm$ 5,57	24,1 $\pm$ 5,54	20,4 $\pm$ 5,46
<b>Grup 4</b>	29,6 $\pm$ 3,28	22,3 $\pm$ 3,84	19,4 $\pm$ 3,96
<b>Grup 5</b>	28,2 $\pm$ 2,74	21,3 $\pm$ 3,5	18 $\pm$ 2,62

Grup içi b\* değerleri karşılaştırmasında tüm grupların  $b_1^*$ ,  $b_2^*$ ,  $b_3^*$  değerleri arasında anlamlı farklılık bulundu.  $b_3^*$  değerleri  $b_2^*$  ve  $b_1^*$ 'den,  $b_2^*$  değerleride  $b_1^*$  değerlerinden anlamlı derecede yüksekti (Tablo 4.6).

Gruplar arası karşılaştırmada  $b_1^*$ ,  $b_2^*$  ve  $b_3^*$  değerleri arasında anlamlı bir farklılık yoktu (Tablo 4.6).

**Tablo 4.6.** Gruplar arası ve grup içi b\* değerleri karşılaştırması

	G <sub>1</sub> b <sub>1</sub> *	G <sub>1</sub> b <sub>2</sub> *	G <sub>1</sub> b <sub>3</sub> *	G <sub>2</sub> b <sub>1</sub> *	G <sub>2</sub> b <sub>2</sub> *	G <sub>2</sub> b <sub>3</sub> *	G <sub>3</sub> b <sub>1</sub> *	G <sub>3</sub> b <sub>2</sub> *	G <sub>3</sub> b <sub>3</sub> *	G <sub>4</sub> b <sub>1</sub> *	G <sub>4</sub> b <sub>2</sub> *	G <sub>4</sub> b <sub>3</sub> *	G <sub>5</sub> b <sub>1</sub> *	G <sub>5</sub> b <sub>2</sub> *
G <sub>1</sub> b <sub>2</sub> *	0,001													
G <sub>1</sub> b <sub>3</sub> *	0,001	0,001												
G <sub>2</sub> b <sub>1</sub> *	0,77	0,001	0,001											
G <sub>2</sub> b <sub>2</sub> *	0,001	0,72	0,15	0,001										
G <sub>2</sub> b <sub>3</sub> *	0,001	0,001	0,37	0,001	0,001									
G <sub>3</sub> b <sub>1</sub> *	0,9	0,001	0,001	0,87	0,001	0,001								
G <sub>3</sub> b <sub>2</sub> *	0,001	0,88	0,07	0,001	0,82	0,001	0,001							
G <sub>3</sub> b <sub>3</sub> *	0,001	0,003	0,54	0,001	0,01	0,78	0,001	0,001						
G <sub>4</sub> b <sub>1</sub> *	0,77	0,001	0,001	0,99	0,001	0,001	0,86	0,001	0,001					
G <sub>4</sub> b <sub>2</sub> *	0,001	0,35	0,61	0,001	0,57	0,05	0,001	0,43	0,13	0,001				
G <sub>4</sub> b <sub>3</sub> *	0,001	0,001	0,28	0,001	0,001	0,84	0,001	0,001	0,63	0,001	0,001			
G <sub>5</sub> b <sub>1</sub> *	0,71	0,002	0,001	0,52	0,001	0,001	0,63	0,001	0,001	0,51	0,001	0,001		
G <sub>5</sub> b <sub>2</sub> *	0,001	0,16	0,78	0,001	0,3	0,24	0,001	0,21	0,46	0,001	0,63	0,13	0,001	
G <sub>5</sub> b <sub>3</sub> *	0,001	0,001	0,08	0,001	0,001	0,39	0,001	0,001	0,25	0,001	0,001	0,5	0,001	0,001

#### 4.4. ΔE Değerleri ile ilgili Bulgular

Renk farklılığı (ΔE) değerleri aşağıdaki formülle hesaplandı.

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

ΔE<sub>1</sub>= Başlangıç rengi ile 2. seans sonrası renk değişim değerleri

ΔE<sub>2</sub>= Başlangıç rengi ile 2 hafta sonraki renk değişim değerleri

ΔE<sub>3</sub>= Tedavi bitimi ve tedaviden 2 hafta sonrası kontrol renk değişim değerleri

ΔE<sub>1</sub> ve ΔE<sub>2</sub> arasındaki interaksiyon etkisi anlamlı bulunmuştur (p=0.007).

Tüm ΔE ortalama değerleri Tablo 4.7’de gösterilmiştir.

**Tablo 4.7.** Tüm ΔE ortalama (±sd) değerleri

	ΔE <sub>1</sub>	ΔE <sub>2</sub>	ΔE <sub>3</sub>
<b>Grup 1</b>	8,79± 4,16	10,3± 3,08	7,15± 3,42
<b>Grup 2</b>	7,96± 2,74	11,7± 3	4,53± 1,84
<b>Grup 3</b>	7,39± 2,04	11,7± 2,67	5,51± 2,06
<b>Grup 4</b>	9,57± 2,45	12,3± 2,05	4,41± 2,47
<b>Grup 5</b>	9,22± 3,06	12,6± 2,74	5,84± 2,59

Gruplar arası karşılaştırmada, tedavi sonrası ΔE<sub>1</sub> ortalamalarına baktığımızda gruplar arasında anlamlı bir farklılık saptanmadı.

Tedaviden 2 hafta sonraki ΔE<sub>2</sub> ortalamalarında Grup 1 ile diğer tüm gruplar arasında anlamlı farklılık gözlemlendi. Grup 1’in ΔE<sub>2</sub> değerleri diğer gruplardan anlamlı derecede düşük olduğu görüldü. Grup 5’in ΔE ortalaması Grup 2’den ve Grup 1’den anlamlı derecede yüksek bulunurken diğer gruplarla arasında anlamlı bir fark saptanmadı.

Grup içi karşılaştırmada, Grup 1’in tedaviden 2 hafta sonraki ΔE<sub>2</sub> ortalamaları ile tedavi sonrası ΔE<sub>1</sub> ortalamalarına göre istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek bulundu. Grup 2, Grup 3, Grup 4 ve Grup 5’in tedaviden 2 hafta sonraki ΔE<sub>2</sub> ortalamaları ile

tedavi sonrası  $\Delta E_1$  ortalamalarına göre istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek bulundu (Tablo 4.8).

Tedavi bitimi ve tedaviden 2 hafta sonrası geçen zaman aralığındaki renk değişimlerinin ( $\Delta E_3$ ) gruplar arası karşılaştırmalarına baktığımızda en yüksek renk değişimi Grup 1’de oldu. Grup 1’in renk değişim değerleri Grup 2 ve Grup 4’ten anlamlı derecede yüksek bulundu ve diğer gruplar arasında anlamlı bir farklılık saptanmadı (Tablo 4.9).



**Tablo 4.8.** Grup içi ve gruplar arası  $\Delta E_1$  ve  $\Delta E_2$ 'nin karşılaştırması

	Grup1 $\Delta E_1$	Grup2 $\Delta E_2$	Grup3 $\Delta E_1$	Grup4 $\Delta E_2$	Grup5 $\Delta E_1$	Grup1 $\Delta E_2$	Grup2 $\Delta E_1$	Grup3 $\Delta E_2$	Grup4 $\Delta E_1$
Grup 1 $\Delta E_2$	0,007								
Grup 2 $\Delta E_1$	0,475	0,010							
Grup 2 $\Delta E_2$	0,001	0,221	0,001						
Grup 3 $\Delta E_1$	0,226	0,001	0,617	0,001					
Grup 3 $\Delta E_2$	0,001	0,222	0,001	0,997	0,001				
Grup 4 $\Delta E_1$	0,496	0,413	0,165	0,018	0,060	0,018			
Grup 4 $\Delta E_2$	0,001	0,086	0,001	0,617	0,001	0,614	0,001		
Grup 5 $\Delta E_1$	0,704	0,230	0,275	0,006	0,113	0,006	0,762	0,001	
Grup 5 $\Delta E_2$	0,001	0,048	0,001	0,444	0,001	0,442	0,001	0,791	0,001

**Tablo 4.9.**  $\Delta E_3$  değerlerinin gruplar arası karşılaştırması

	Grup1 $\Delta E_3$	Grup2 $\Delta E_3$	Grup3 $\Delta_3$	Grup4 $\Delta E_3$
Grup 2 $\Delta E_3$	0,002			
Grup 3 $\Delta E_3$	0,44	0,226		
Grup 4 $\Delta E_3$	0,001	0,884	0,176	
Grup 5 $\Delta E_3$	0,106	0,107	0,684	0,079

#### 4.5. VAS Analizleri ve Memnuniyet Değerlendirmesi

VAS ve memnuniyet medyan değerleri Tablo 4.10'da belirtilmiştir.

**Tablo 4.10.** VAS ve memnuniyet medyan [%25-%75] değerleri

	Memnuniyet	Diş duyarlılığı 1	Diş duyarlılığı 2	Dişeti duyarlılığı 1	Dişeti duyarlılığı 2
Grup 1	8± [6-10]	0± [0-0]	0± [0-0]	0± [0-0]	0± [0-0]
Grup 2	10±[8-10]	2± [0-6]	4± [2-4]	1± [1-2]	1± [1- 2,75]
Grup 3	10± [8-10]	1± [0-2]	2± [0,5-8]	0± [0-1]	1± [0-1]
Grup 4	10± [10-10]	2± [0-4]	2± [2-4]	0± [0-0,75]	0± [0-1]
Grup 5	10± [10-10]	0± [0-0]	2± [0-4]	0± [0-0]	0± [0-0,75]

##### 4.5.1. Memnuniyet Değerlendirmesi

Grup 1 ile Grup 3, Grup 4 ve Grup 5 arasında anlamlı farklılık görülürken Grup 2 arasında anlamlı bir farklılık yoktu ( $p=0,005$ ,  $p=0,001$ ,  $p=0,001$ ,  $p=0,65$ ). Grup 1 memnuniyet değerleri Grup 3, Grup 4 ve Grup 5'in memnuniyet değerlerinden daha düşük bulundu.



#### 4.5.2. Birinci seans sonrası diş duyarlılığı VAS değerlendirmesi

Grup 1’de elde edilen diř duyarlılıđı Grup 2 ve Grup 4’ten anlamlı derecede dūřuk bulundu. Ayrıca Grup 5’in ađrı deđerleri de Grup 4’ten anlamlı derecede dūřuktū (Tablo 4.11).

**Tablo 4.11.** Birinci seans sonrası VAS değerlerinin gruplar arası karşılaştırması

	Grup 1	Grup 2	Grup 3	Grup 4
Grup 2	0,004			
Grup 3	0,1	1		
Grup 4	0,002	1	1	
Grup 5	1	0,111	1	0,04

#### 4.5.3. İkinci seans sonrası diş duyarlılığı VAS değerlendirmesi

Grup 1’in 2. seans sonrası ađrı deđerleri tūm gruplardan anlamlı derecede daha dūřuk bulundu. Diđer gruplar arasında anlamlı bir farklılık gōrūlmedi (Tablo 4.12).

**Tablo 4.12.** İkinci seans sonrası VAS değerlerinin gruplar arası karşılaştırması

	Grup 1	Grup 2	Grup 3	Grup 4
Grup 2	0,001			
Grup 3	0,001	1		
Grup 4	0,001	1	1	
Grup 5	0,001	1	1	1

#### 4.5.4. Birinci seans sonrası dişeti duyarlılığı VAS değerlendirmesi

Grup 2 ile tūm gruplar arasında anlamlı derecede farklılık tespit edildi. Grup 1 ve 5’in 1. seans sonrası diřeti hassasiyeti deđerleri Grup 2’den anlamlı derecede dūřuk bulundu (Tablo 4.13).

**Tablo 4.13.** Birinci seans sonrası VAS değerlerinin gruplar arası karşılaştırması

	Grup 1	Grup 2	Grup 3	Grup 4
Grup 2	0,001			
Grup 3	1	0,04		
Grup 4	1	0,02	1	
Grup 5	1	0,001	1	1

#### 4.5.4. İkinci seans sonrası dişeti duyarlılığı VAS değerlendirmesi

Grup 1'in ikinci seans sonrası dişeti hassasiyeti değerleri Grup 2 ve Grup 3'ten anlamlı derecede düşük bulundu. Grup 5'in de ikinci seans sonrası dişeti hassasiyeti değerleri Grup 2'den anlamlı derecede düşük bulundu. Diğer gruplar arasında anlamlı bir farklılık tespit edilmedi(Tablo 4.14).

**Tablo 4.14.** İkinci seans sonrası VAS değerlerinin gruplar arası karşılaştırması

	Grup 1	Grup 2	Grup 3	Grup 4
Grup 2	0,001			
Grup 3	0,001	0,6		
Grup 4	0,1	0,08	1	
Grup 5	1	0,001	0,44	1

#### 4.5.5. Diş ve dişeti duyarlılığı grup içi VAS değerlendirmesi

Grup 1'de 1. seans ve 2. seans esnasında hiçbir bireyde diş ağrısı oluşmadığından dolayı istatistiksel değerlendirilmeye katılmamıştır.

Diş ağrısı için grup içi karşılaştırmada Grup 3 ve Grup 5'in 1. seans ve 2. seans ağrı değerleri arasında anlamlı farklılık bulunmuş olup, 2. seansta da diş duyarlılığı artmıştır. (Tablo 4.15).

Dişeti hassasiyeti değerlendirmesinde ise herhangi bir farklılık görülmemiştir.

**Tablo 4.15.** Birinci seans ve ikinci seans VAS değerlerinin grup içi karşılaştırması

	Grup 1	Grup 2	Grup 3	Grup 4	Grup 5
<b>Diş hassasiyeti</b>	1	0,202	0,003	0,117	0,003
<b>Dişeti hassasiyeti</b>	1	0,417	0,09	0,58	0,129



## 5. TARTIŞMA ve SONUÇ

Estetik anlayışı toplumlara ve tarihe göre değişen göreceli bir kavramdır. Geçmişe baktığımızda altın diş estetiğın ve zenginliğin göstergesiyken modern dünyamızda beyaz dişler estetik olarak algılanmaktadır. Beyazlatma tedavisi konservatif bir uygulama olması sebebiyle hekimlerin ilk düşündüğü tedavi seçeneğidir ve diş hekimliğinde önemli bir yer tutmaktadır. Beyazlatma tedavisine ilginin artması ile birlikte tedavi yöntemlerinin oluşturdukları etkilerinin belirlenmesi amacıyla klinik çalışmaların yapılması önem kazanmıştır.

Klinikte hekim kontrolü tarafından yapılan beyazlatma tedavilerinin evde bireylerin kendi kullandıkları sistemlerle kıyaslandığında; beyazlatma materyalinin çevre yumuşak dokuya zarar vermesinin ve yutulmasının önlenmesi, daha kısa sürede daha etkin sonuçlar elde edilmesi ve buna bağlı olarak hasta memnuniyeti ve motivasyonunun daha yüksek olması gibi bir takım avantajları bulunmaktadır (26). Ev tipi beyazlatmanın daha fazla diş (193) ve dişeti hassasiyetine (194) sebep olması, uygulama süresinin uzunluğu ve uygulama prosedürlerinde hastalar arasında standartın sağlanması gibi faktörleri göz önüne alarak çalışmamızda klinikte yapılan vital beyazlatma tekniklerini karşılaştırılmıştır.

Beyazlatma tedavilerinin başlıca materyali vücutta doğal olarak düşük konsantrasyonlarda bulunan, yüksek konsantrasyonlarda bakteriyostatik, çok yüksek konsantrasyonlarda ise DNA'yı harap edecek derecede mutajenik olan  $H_2O_2$ 'dir (84). Vücuttaki oksidasyon reaksiyonlarında meydana gelen tek elektronlu sistemlere serbest radikaller denir. Biyolojik sistemlerdeki en önemli serbest radikaller oksijenin radikal türevleridir.  $H_2O_2$  reaktif oksijen bileşiklerinden biridir. Kolayca parçalanabilir. Özellikle ortamda demir ya da bakır gibi metaller varsa, biyolojik sistemlerdeki en aktif ve zararlı oksijen serbest radikali olan hidroksil'e dönüşür (195).  $H_2O_2$ 'in toksisitesi ile ilgili yapılan çalışmalarda farklı sonuçlar bildirilmekle beraber vücutta oluşturduğu etki tam olarak bilinmemektedir (196). Sıçanların yanak mukozasına %30'luk  $H_2O_2$  uygulandığında patolojik değişikliklere rastlanmıştır. Sıçanların yanak mukozasına 15 dakika uygulanan  $H_2O_2$ 'in submukozal dokuda önce ödem, bir gün sonra ise piyojenik membranla çevrili ülserasyon oluşturduğu görülmüştür. Histolojik değişikliklerin

tümünün bir hafta içinde iyileştiği gözlenmiştir (13). Başka bir çalışmada peroksitlerin kemik sentezinde azalmaya neden olduğunu belirtilmiştir (197). H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> ile yapılan beyazlatma tedavisinin mine üzerine etkileri henüz açıkça ortaya konmasa da bazı çalışmalar kimyasal, yapısal ve morfolojik değişiklikler oluşturduğu ve vücutta yüksek konsantrasyonda oksidatif strese neden olduğunu bildirmektedirler (198, 199). Son yıllarda H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>'e alternatif olarak ozonla beyazlatma tedavisi uygulanmaya başlanmıştır (170). Oksitleme kapasitesi sayesinde dişlerde renk değişikliğinden sorumlu bileşenleri ortadan kaldıran ozonun, beyazlatma ajanı olarak kullanılabilmesi ve diş beyazlatmada hızlı, etkili ve zararsız bir yöntem olduğu belirtilmektedir (15).

Beyazlatma tedavisinde kullanılacak ajanın konsantrasyonu konusunda pek çok farklı görüş bulunmaktadır. Bazı araştırmacılar yüksek konsantrasyonlu beyazlatma sistemlerinin daha hızlı bir beyazlatma meydana getirirse de; düşük konsantrasyonlu ajanların uzun süre kullanımı ile aynı etkinin elde edilebileceğini savunmaktadırlar (104, 200). Matis ve ark. (201) yaptıkları çalışmada %15-40 arasında H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> içerikli 8 farklı ofis tipi beyazlatma sistemini in vivo olarak karşılaştırmış tüm sistemlerin beyazlatma etkinliğinin benzer olduğunu bildirmektedirler.

Çalışmamızda Ozon ile beraber H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> içeren iki farklı beyazlatma jeli kullanılmıştır. Bu jellerden biri %40 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, potasyum nitrat, sodyum florid, kırmızı pigment ve karbopol içeren nötr (7,52) pH'ya sahip Opalescence BOOST jeli, diğeri %35 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, kalsiyum glukonat, nötrale ajan, mavi ve mor pigment, iyonize su, glikol ve karbopol içeren ve alkali (9.2) pH'ya sahip WhitenessHP BLUE jelidir.

Ofis beyazlatma işlemi %25-40 hidrojen peroksit içeren ajanlarla ya kimyasal ya da ısı ve ışık gibi aktivatörler kullanılarak yapılan tedavilerdir (102). Beyazlatma reaksiyonunu hızlandırmak amacıyla aktivasyon kaynağı olarak çeşitli ışık kaynakları kullanılmıştır. Aktivasyon sonucu H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>'in parçalanma hızı artırılır ve oluşan serbest oksijen radikalleri ile renklenmiş moleküllerin parçalanması hızlandırılır (202). Literatürde sıklıkla ışık aktivasyonu uygulanmış ve uygulanmamış beyazlatma tedavilerinin sürelerinin karşılaştırıldığı çalışmalarda aktivasyon uygulanan beyazlatma tedavilerinde tedavi süresinin kısaldığı aynı zamanda daha etkin bir beyazlatma sağlandığı tespit edilmiştir (203-205). Yapılan in vitro çalışmalarda da ışık kaynağı kullanımının daha iyi beyazlatma sonuçları verdiği rapor edilmiştir (136, 206, 207).

Dominguez ve ark. (208) yaptıkları in vitro çalışmada %35 HP içeren üç farklı beyazlatma ajanında; halojen, LED, düşük yoğunlukta diyot lazer, Nd:YAG lazer, ikinci harmonik Nd:YAG ve Er:YAG lazer kullanarak beyazlık etkinliğini kıyaslamışlar ve ışık kaynağının beyazlatma ajanından daha önemli rolü olduğunu bildirmişlerdir. Yapılan bu çalışmalara karşılık bazı araştırmacılar ışık kaynağı kullanımının kimyasal olarak aktive olan beyazlatma ajanlarına herhangi bir ek katkısı olmadığını bildirmişlerdir (209-211). Ancak diş beyazlatma işlemini hızlandırmak H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>'den serbest radikal salınımı arttırmak için ısı veya ışık kullanımı hala tartışma konusu olduğundan dolayı çalışmamızda kimyasal ve lazer aktivasyonlu yöntemlerle yapılan beyazlatma tedavilerinin etkinlikleri karşılaştırılmıştır.

Kullanılan ışık türü pulpa içi sıcaklık artışlarını önemli ölçüde etkiler. Oluşabilecek ısı artışlarına dikkat edilmez ise dişin pulpasında geri dönüşümsüz hasarlara sebep olabilmektedir. Yapılan çalışmalarda diş tedavileri sırasında dişlerde oluşacak 5,5 derece ısı artışının pulpada geri dönüşümsüz hasar yaptığı bildirilmektedir (5, 6, 51, 102, 121, 212). Literatürde bir çok ışık kaynağı bildirilmiştir. Yüksek enerjili özel bir ışın demeti uygulanarak yapılan fototermal beyazlatmada akkor lambalar-QTH (quartz tungsten halojen), plazma arklar, LED'ler (light emitting diode) ve çeşitli dalga boylarında lazer kaynakları kullanılmaktadır (2). Bu amaçla kullanılan lazerler argon, karbondioksit lazer, KTP lazer, Er:YAG, Nd:YAG ve diyot lazerlerdir (27, 136, 137). Argon iyon lazer (514,5 nm) ve çift frekanslı Nd:YAG lazer (KTP, 532 nm) ise yeşil lazer ışını ile fotokimyasal beyazlatmada kullanılır (139, 213). Fototermal beyazlatmada istenilen; diş minesinde herhangi bir morfolojik veya kimyasal değişikliğe sebep olmadan, etkin bir beyazlatma yapmak ve kontrollü sıcaklık artışı sağlayabilmektir (205, 214). Lazerin dalga boyu seçilimi ışık ile hedef doku arasındaki ilişkiye bağlı olarak yapılmaktadır. Çalışmamızda 810-980 nm arasındaki diyot lazer dalga boylarından 980 nm olan dalga boyu seçilmiştir. 980 nm dalga boyu su absorpsiyonunun en yüksek olduğu parametredir. Bu nedenle enerjinin su içerikli jelde emilimi daha yüksektir ve aktivasyon diş dokusunda daha az ısı oluşturarak gerçekleşmektedir (215). Çalışmamızda lazer aktivasyonunu, 980 nm diyot lazerle özel beyazlatma ucu kullanarak (spot size: 5.85 cm) enerji yoğunluğu diş başına 13.6 j/cm<sup>2</sup> olacak şekilde her çeyrek çeneye 4 watt 20 saniye uygulanmıştır

Diş renginin belirlenmesi, göreceli ve karmaşık bir işlemdir. Ortamın ışık koşulları, hastanın ten rengi, kıyafet rengi, makyajı, hekimin tecrübesi ve göz yorgunluğu gibi pek çok farklı faktör bu işlemi etkilemektedir. Ancak beyazlatma tedavilerinin etkinliği ile ilgili yapılan bir çok çalışmada diş rengi dezavantajlarına rağmen renk skalaları ile belirlenmiştir (208, 216). Renk skalalarında verilen değerler doğrusal bir yükseliş göstermemekle birlikte her değer arasındaki sayısal ölçümler değişiklik göstermektedir. Bu farklılıkları gidermek için oluşturulan dijital renk ölçüm cihazları olan spektrofotometreler ile tekrarlanabilir ve CIELab sistemi doğrultusunda standart ve kıyaslanabilir veriler elde etmek mümkün olmaktadır (217). Spektrofotometreler, yüzey renginin ölçülmesinde en yaygın kullanılan aletlerdir. Uzun süre doğru, objektif ve standartlara uygun sonuçlar verirler (30). Ayrıca insan gözü 3 çeşit sensör içerirken bu cihazlar daha çok sayıda sensör içerirler ve insan gözünün ayırt edemeyeceği farklılıkları tespit edebilirler (218). Bu nedenle bizim çalışmamızda da beyazlatma etkinliği ölçümlerinde Vita Easy Shade Advance cihazı kullanılmıştır.

Çalışmamızda hastalarda meydana gelen renk farklılıkları CIEab renk sistemindeki  $L^*a^*b^*$  değerleri ve  $\Delta E_{2-1}=[(\Delta L)^2 +(\Delta a)^2 +(\Delta b)^2]^{1/2} =[(L_2-L_1)^2 +(a_2-a_1)^2 +(b_2-b_1)^2]^{1/2}$  formülü ile hesaplanan (30, 38)  $\Delta E$  değeri kullanılarak saptanmıştır.  $\Delta E$  değeri iki ölçüm arasındaki renk farkını ifade etmektedir.  $\Delta E$  değerinin  $\geq 3,3$  olması yapılan çalışmalarda klinik olarak renk değişiminin algılanmasında eşik değer olarak kabul edilmektedir (219, 220).

Renk farkı ( $\Delta E$ ) değerlendirmesinde, gruplar arası karşılaştırmada beyazlatma sonrası  $\Delta E_1$  değerlerinde farklılık bulunmazken; tedavi bitiminde Grup 1'in beyazlatma etkinliği tüm gruplar arasında en düşük olarak tespit edildi.  $\Delta E_2$  değerlerine bakıldığında Grup 1 en düşük bulunurken; Grup 5'in en yüksek renk değişim değerlerine sahip olduğu tespit edildi. Yani tedaviden 2 hafta sonra en fazla renk değişimi Grup 5'de olmuştur. Grup içi karşılaştırmada tüm gruplarda  $\Delta E$  değerleri yüksek bulundu ( $\Delta E_2 > \Delta E_1$ ).  $\Delta E_3$  değerleri incelendiğinde, en fazla değişim Grup 1'de en az değişim ise Grup 2'de görülmüştür.

$L^*$  koordinatı bir objenin renginin açıklık-koyuluk ölçüsüdür. Siyah rengin  $L^*$  değeri 0, beyaz rengin ise  $L^*$  değeri 100 olarak kabul edilir.  $L^*$  değeri arttıkça objenin rengi açılır (35, 38). Çalışmada  $L^*$  değerleri incelenerek gruplara göre değerlendirme yapılmıştır.

Grup içi karşılaştırmada beyazlatma sonrası  $L^*$  değerlerinde tüm gruplarda farklılık olmaksızın artış görülmüş dolayısıyla parlaklığı artmış, beyaza yaklaşmıştır. Gruplar arası karşılaştırmada en fazla  $L^*$  değeri artışı Grup 5 ve Grup 1'de olmuştur. Elde edilen sonuçlara dayanarak Grup 5 ve Grup 1'de beyazlatma tekniklerinin dişlerin parlaklığında en hızlı artışa neden olan sistem olduğu söylenebilir.

$a^*$  koordinatı kırmızı-yeşil eksen boyunca kroma'nın ölçüsünü verir.  $a^*$  değerinin pozitif olması objenin kırmızılığını, negatif olması ise yeşilliğini belirler (35, 221). Çalışmada  $a^*$  değerleri incelenerek elde edilen sonuçlara göre gruplar arası karşılaştırmada beyazlatma sonrası  $a^*$  değerlerinde tüm gruplarda farklı oranda azalma görülmüş dolayısıyla yeşile yaklaşmıştır. Beyazlatma çalışmaları  $a^*$  parametresi açısından incelendiğinde  $a^*$ 'daki değişikliğin beyazlatmayı çok az oranda etkilediği saptanmıştır (222, 223). Bizim çalışmamızda da  $a^*$  değerlerindeki değişim oldukça düşük bulunmuştur.

$b^*$  koordinatı ise sarı-mavi eksen boyunca kroma'nın ölçüsünü verir.  $b^*$ 'nin pozitif değeri objenin sarılığını, negatif değeri ise maviliğini belirler (35, 224). Beyazlatma sonrasında  $b$  değerinin azalması yani objenin maviliğinin artması beklenir. Yapılan çalışmalarda beyazlatma sonrasında CIELab sisteminin parametreleri arasında en hızlı ve en büyük orandaki değişiklik  $b^*$ 'deki azalma olarak saptanmıştır. Bu nedenle  $b^*$  değerlerindeki değişiklik beyazlatma tedavisindeki renk değişikliğinin en önemli indikatörü olarak görülmektedir (223).  $b^*$  değerleri incelendiğinde, grup içi karşılaştırmada beyazlatma sonrası  $b^*$  değerlerinde tüm gruplarda farklı oranda azalma görülmüş dolayısıyla maviye yaklaşmıştır. Tüm gruplarda  $b_3^*$  değerleri  $b_2^*$  ve  $b_1^*$ 'den ,  $b_2^*$  değerleride  $b_1^*$ 'den daha düşük bulunmuştur. Dolayısıyla tüm gruplarda tedavi bitimi ve sonrasında  $b^*$  değerlerindeki düşme anlamlıdır. En fazla düşme Grup 5'te olmuştur. Ancak 1. seans ve 2. seans arası  $b^*$  değerleri arasındaki düşme anlamlı değildir.

Ishikawa-Nagai ve ark. (225) farklı vital beyazlatma sistemlerini kullanarak yaptıkları çalışmada renk değişikliği üzerindeki en etkili faktörün sarı-mavi  $b^*$  eksenindeki değişikliklerin olduğunu, bunu sırasıyla açıklık-koyuluk  $L^*$  ve kırmızı-yeşil  $a^*$  eksenlerindeki değişikliklerin izlediği bildirmişlerdir. Beyazlatmadan sonra  $L^*$  değerleri artmış,  $a^*$  ve  $b^*$  değerleri düşmüştür. Bizim çalışmamızda da beyazlatma neticesinde  $L^*$



değerleri yükselmiş, a\* ve b\* değerleri düşmüştür. En belirgin renk değişikliği b\* ekseninde görülmüştür.

Kimyasal ve fototermal beyazlatma yöntemleri karşılaştırıldığında lazer aktivasyonunun beyazlatma süresini önemli ölçüde düşürdüğü ve daha etkin bir beyazlatma sağladığı tespit edilmiştir.

Wetter ve ark. (226) yapmış oldukları çalışmada kırmızı pigmentli iki farklı beyazlatma jelini (Opalescence Xtra BOOST, WhitenessHP) iki farklı ışık kaynağı (led, diyot lazer) kullanarak etkinliklerini karşılaştırdıkları çalışmanın sonucunda whitenesshp ve diyot lazer grubunun kroma ve parlaklık (L) değerleri açısından en iyi grup olduğunu bildirmişlerdir. Frysh ve ark. (227) ise yapmış oldukları çalışmada alkali pH içeren jellerin beyazlatma etkinliklerinin daha fazla olduğunu tespit etmişlerdir. Sotelo ve ark. (228) ozon, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> ve herikisinin beraber kullanıldığı 3 farklı beyazlatma işlemi yapılan çalışmada ozonla yapılan beyazlatmanın en düşük ΔE değerlerine sahip olduğunu belirtmişlerdir. Dominguez ve ark. (208) 5 farklı ışık kaynağı 3 farklı jel kullanılarak yapmış oldukları çalışmada mavi jel içeren beyazlatma ajanlarında diyot lazerle yapılan beyazlatma tedavisinin en iyi sonucu verdiğini belirtmişlerdir. Bizim çalışmamızda da mavi renkli jel olan WhitenessHP BLUE jeli diyot lazer uygulandığında kırmızı renkli Opalescence BOOST jeline göre daha iyi sonuçlar elde edilmiştir. Ozon ile beyazlatma tüm gruplar içerisinde en az renk değişimi gösteren uygulama olmuştur. Bunun nedeninin ozon uygulanmasında oluşan serbest radikallerin diğer beyazlatma ajanlarına göre daha az ve daha zayıf olması nedeniyle diş dokusuna penetrasyonunun daha az olmasından kaynaklandığını düşünmekteyiz. Kimyasal beyazlatma yapılan gruplar arasında Opalescence BOOST jeline göre daha düşük konsantrasyondaki WhitenessHP BLUE jeli daha iyi sonuçlar vermiştir. Bunun nedeninin WhitenessHP BLUE jelinin pH'sının alkali olmasından kaynaklandığını düşünmekteyiz.

Lazer aktivasyonlu beyazlatma yöntemi ile kimyasal beyazlatma yöntemleri karşılaştırıldığında beyazlatma etkinliği açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark oluşturmasa da daha yüksek ΔE değerleri görülmüştür ve lazer uygulaması beyazlatma süresini oldukça kısaltmıştır.

Vital beyazlatma tedavileri esnasında ve sonrasında en sık rapor edilen yan etki diş hassasiyetidir (229, 230). Yapılan çeşitli klinik çalışmalar beyazlatma tedavisi esnasında

%15-65 hastada diş hassasiyetinin görüldüğünü bildirmektedir (95, 120, 194, 231). Hastalarda meydana gelen hassasiyet, yapılan beyazlatma tedavisi yöntemine göre orta düzeyde ya da çok yüksek düzeyde olabilmektedir (232, 233). H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> konsantrasyonu arttıkça tedavi sonrası oluşan hassasiyetin arttığını bildiren çalışmalar mevcuttur (234). Ancak bu durumun, hem konsantrasyon hem de uygulama süresinin artması ile ilişkili olabileceği düşünülmektedir (234). Ancak yüksek konsantrasyonlu beyazlatma ajanlarının daha çok diş hassasiyetine sebep olmadığını (235, 236) hatta beyazlatma ajanının konsantrasyonunun önemli olmadığını bildiren çalışmalar da vardır (237, 238). Çalışmamızda Opalescence BOOST'a göre düşük konsantrasyondaki WhitenessHP BLUE beyazlatma jeli ile yapılan tedavilerde daha az diş hassasiyeti oluşmuştur. WhitenessHP BLUE jelinin daha az hassasiyet oluşturmasının nedeninin düşük konsantrasyondaki H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 'den, içeriğinde bulunan Ca'dan ve pH' sının alkali olmasından kaynaklandığını düşünmekteyiz. Ofis tipi beyazlatma tedavisinde ısı aktivasyonu uygulandığında hassasiyetin daha çok olduğu tespit edilmiştir (239). Buna neden olarak düşük molekül ağırlıklı H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>'in mine ve dentini geçerek pulpada meydana getirdikleri hafif yangı gösterilmektedir (95, 240-242). Ayrıca ışık aktivasyonunun mine ve dentin geçirgenliğini artırması sonucu H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>'in diş dokusuna penetrasyonunun daha kolay ve daha fazla olabileceği düşünülmektedir (243, 244). Lazerin öncelikli avantajı beyazlatma jelinden serbest radikallerin oluşmasına yardımcı olması, dolayısıyla beyazlatma işlemini hızlandırmasıdır. Öte yandan yapılan ışımanın beyazlatma tedavisi esnasında dişsel hassasiyeti azaltabileceği bildirilmektedir (26, 136). Gürkan ve ark. (4) yaptıkları çalışmada, diyet lazer ile beyazlatma tedavisi sonrası daha az hassasiyet gözlendiğini rapor etmişlerdir. Yazıcı ve ark. (245) dört farklı beyazlatma yöntemi kullanılarak yaptıkları çalışmada beyazlatma açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadığını, ancak diyet lazerle yapılan beyazlatma tedavisinde dişeti ve diş duyarlılığı açısından istatistiksel olarak anlamlı derecede daha az hassasiyet görüldüğünü bildirmişlerdir. Çalışmamızda 1. seans tedavi sonrası kimyasal yöntemler ve lazer uygulanan gruplar arasında diş hassasiyeti açısından anlamlı bir farklılık bulunmazken, 2. seans beyazlatma uygulaması lazer uygulanan gruplarda hassasiyeti arttırmıştır.

Hassasiyetin daha az olmasına bir diğer etken de beyazlatma jelleri içerisine konulan hassasiyet giderici maddelerdir. Son zamanlarda geliştirilen beyazlatma ajanlarına ya da

tedavi sonunda uygulanmak üzere hazırlanan jellere diş hassasiyetini önlemek amacıyla; florid, potasyum nitrat, amorf kalsiyum fosfat (ACP) gibi hassasiyet giderici maddeler eklenmektedir (246-248). Mena-Serrano ve ark. jel içerisine Ca ilavesinin diş eti hassasiyetini azalttığını bildirmişlerdir (238). Çalışmamızda WhitenessHP BLUE jeli uygulanan gruplarda Opalescence BOOST jeli uygulananlara kıyasla daha az diş ve dişeti hassasiyeti görülmüştür. Bunun nedeninin WhitenessHP BLUE jelinin H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> konsantrasyonunun daha düşük olması, jelin alkali pH'ya sahip olması ve jel içerisinde bulunan kalsiyum glukonat'ın kalsiyum hidroksit'e dönüşerek H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>'in pulpa odasına ilerlemesini engellemesi (238) olduğunu düşünmekteyiz. Opalescence BOOST jelinin potasyum nitrat ve florur içermesine rağmen daha yüksek hassasiyet oluşturmasını da yüksek jel konsantrasyonundan (%40) kaynaklandığını düşünmekteyiz.

Ozon uygulanan grupta ise hiçbir diş ve dişeti hassasiyeti görülmemiştir. Bunun nedeninin ozon uygulanan grupta herhangi bir kimyasal ajanın uygulanmamış olması ve H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> kadar serbest radikal oluşturmamasından kaynaklandığını düşünmekteyiz.

Hasta memnuniyeti değerlendirmesinde her ne kadar ozon grubunda herhangi bir diş ve dişeti hassasiyeti meydana gelmemiş olsa da beyazlatma etkinliği hastaları tatmin etmemiştir.

Yapmış olduğumuz klinik çalışmada 5 farklı yöntemle vital beyazlatma uygulanmış beyazlatmada meydana gelen renk değişimi tedavi bitimlerinde ve tedavi bitimlerinden 2 hafta sonrasında değerlendirilmiştir. Çalışmanın sınırları dahilinde elde edilen sonuçlar şunlardır.

1. Çalışmada tüm gruplarda renk skalası ve spektrofotometre ile fark edilebilir etkinlikte beyazlatma sağlanmıştır.
2. Beyazlatma tekniklerinin tedavi sonu ve tedaviden 2 hafta sonraki renk değişimleri birbirleri ile karşılaştırıldığında Ozon grubunun etkinliğinin diğer gruplardan anlamlı derecede düşük olduğu saptanmıştır. Diğer gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olmasada en yüksek renk değişimi WhitenessHP BLUE-Lazer grubunda olmuştur.
3. Tedavi bitimi ve kontrol seansı aralığındaki renk değişimi ( $\Delta E_3$ ) en fazla Ozon grubunda olmuştur. En az renk değişimi ( $\Delta E_3$ ) ise Opalescence BOOST jelinin kullanıldığı gruplarda olmuştur.

4. Çalışmada iki seansta da diş duyarlılığı Ozon grubunda hiç olmamıştır. 1.seans tedavi sonrası en yüksek diş duyarlılığı kimyasal beyazlatma yapılan gruplarda bulunmuştur. 2. seans beyazlatma uygulaması ise lazer gruplarında hassasiyeti arttırmıştır.

5. Çalışmada iki seansta da dişeti duyarlılığı Ozon grubunda hiç olmamıştır. 1. seans sonrası en fazla dişeti hassasiyeti Opalescence BOOST- Kimyasal grubunda bulunurken, 2. seans tedavi uygulaması tüm gruplarda dişeti hassasiyetini etkilememiştir.

6. Beyazlatma tedavilerinde en az konsantrasyon ve uygulama süresi ile en etkili beyazlatmanın yapıldığı ve de hasta memnuniyetinin en iyi olduğu yöntem WhitenessHP BLUE-Lazer grubu olarak bulunmuştur.

## 7. KAYNAKLAR

1. Oktay EK. Farklı vital beyazlatma sistemlerinin diş rengi üzerine etkilerinin klinik olarak karşılaştırılması. Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü. 2006, Doktora tezi, 182 sayfa, Ankara.
2. Howard WR. Patient-applied tooth whiteners. J Am Dent Assoc. 1992;123(2):57-60.
3. Garber DA. Dentist-monitored bleaching: A discussion of combination and laser bleaching. J Am Dent Assoc. 1997;128 Suppl:26-30.
4. Gurgan S, Cakir FY, Yazici E. Different light-activated in-office bleaching systems: A clinical evaluation. Lasers Med Sci 2010;25(6):817-22.
5. Hansen EK, Asmussen E. Correlation between depth of cure and temperature rise of a light-activated resin. Scand J Dent Res. 1993;101(3):176-9.
6. Bowles WH, Ugwuneri Z. Pulp chamber penetration by hydrogen peroxide following vital bleaching procedures. J Endod. 1987;13(8):375-7.
7. Alaçam TE. Dişlerin Ağartılması (Bleaching). Ankara: şafak Matbaacılık San. Tic. Ltd. şti, 2000.
8. Valko M, Rhodes CJ, Moncol J, Izakovic M, Mazur M. Free radicals, metals and antioxidants in oxidative stress-induced cancer. Chem Biol Interact. 2006;160(1):1-40.
9. Yıldırım A. İntakt ve Adrenalektomili Sıçanların Eritrosit ve Mide Dokularında Oksidan ve Antioksidan Parametrelerin Araştırılması. 2003, Atatürk Üniversitesi, Tıp Fakóltesi, Doktora tezi, Erzurum.
10. Çavdar C, Sifil A, Çamsarı T. Reactive oxygen particles and antioxidant defence. Journal of the Turkish Nephrology. 1997;3(4):92-5.
11. Cohen SC. Human pulpal response to bleaching procedures on vital teeth. J Endod. 1979;5(5):134-8.
12. Rotstein I, Lehr Z, Gedalia I. Effect of bleaching agents on inorganic components of human dentin and cementum. J Endod. 1992;18(6):290-3.
13. Weitzman SA, Weitberg AB, Stossel TP, Schwartz J, Shklar G. Effects of hydrogen peroxide on oral carcinogenesis in hamsters. J Periodontol. 1986(57): 685-8.
14. Hidrojen peroksit, saç boyları ve kanser. kanser.gov.tr/Dosya/Bilgi-Dokumanlari/raporlar/Hidrojen.pdf. Erişim tarihi: 27 Ocak 2014.

15. Elsalawy RN, Hamza, HS, Yousry MM. The effectiveness of ozone gas as a bleaching agent and its influence on the enamel surface roughness. *Egyptian Dental Journal*. 2005;51:13-51.
16. Baysan A, Whiley RA, Lynch E. Antimicrobial effect of a novel ozone-generating device on micro-organisms associated with primary root carious lesions in vitro. *Caries Res*. 2000;34(6):498-501.
17. Joiner A. Tooth colour: A review of the literature . *J Dent*. 2004;32:3-12.
18. Chapple JA. Restoring discolored teeth to normal. *Dent Cosmos*. 1877;19:499.
19. Taft I. Bleaching teeth. *Am Dent Sci*, 1878/1879. In: Attin T, Paque F, Ajam F, Lennon AM. Review of the current status of tooth whitening with the walking bleach technique. *Int Endod J*. 2003;36(5):313-29.
20. Westlake A. Bleaching teeth by electricity. *Am J Dent Sci*, 1895, 1896. In: Attin T PF, Ajam F, Lennon AM. Review of the current , status of tooth whitening with the walking bleach technique. *Int Endod J*, 2003;36(5):13-29.
21. Dunitz M. Bleaching discoloured teeth. London, 1999.
22. Li Y. Biological properties of peroxide-containing tooth whiteners. *Food Chem Toxicol* 1996;34:887-904.
23. Ames JW. Removing stains from mottled enamel. *J Am Dent Assoc*. 1937;24:1674-7. In: Attin T, Paque F, Ajam F, Lennon AM. Review of the current status of tooth whitening with the walking bleach technique. *Int Endod J*. 2003; 3:13-29.
24. Goldstein RE, Garber DA. Complete dental bleaching. Quintessence Publishing, 1995.
25. Haywood VB, Parker MH. Nightguard vital bleaching beneath existing porcelain veneers: A case report. *Quintessence Int*. 1999;30(11):743-7.
26. Luk K, Tam L, Hubert M. Effect of light energy on peroxide tooth bleaching. *J Am Dent Assoc*. 2004;135(2):194-201.
27. Sun G. The role of lasers in cosmetic dentistry. *Dent North Am*. 2000;44(4):831-50.
28. Verheyen P. Laser-assisted bleaching: Smartbleach. *J Oral Laser Appl*. 2001;1:207-13
29. 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.

30. Paravina RD. Esthetic Color Training in Dentistry. Powers JM (Ed). St. Louis, Elsevier Mosby, 2004.
31. Ünver R. Renk Görünüm Dizgeleri. 3 Ulusal Aydınlatma Kongresi. İstanbul, 2000;p.138-43.
32. Chung KH. Effects of finishing and polishing procedures on the surface texture of resin composites. Dent Mater. 1994;10(5):325-30.
33. Fondriest J. Shade matching in restorative dentistry: The science and strategies. Int J Periodontics Restorative Dent. 2003;23(5):467-79.
34. Turker SB, Biskin T. The effect of bleaching agents on the microhardness of dental aesthetic restorative materials. Journal of oral rehabilitation. 2002;29(7):657-61.
35. Hasegava A , Kawaguchi S. Color and translucency of in vivo natural central incisors. J Prosthet Dent. 2000;83: 418-23.
36. Trakyalı G, Işık Özdemir F, Arun T. Enamel colour changes at debonding and after finishing procedures using five different adhesives. Eur J orthod. 2009;31:397-401.
37. Greenwall L. Bleaching Techniques in Restorative Dentistry. London: Martin Dunitz, 2005;p.132-63.
38. Baltzer A. Jinoian KV. The determination of the tooth colors. Quintessenz Zahntech, 2004;30: p.726-40.
39. Braun A, Jepsen S, Krause F. Spectrophotometric and visual evaluation of vital tooth bleaching employing different carbamide peroxide concentrations. Dent Mater. 2007;23(2):165-9.
40. Paul S, Peter A, Pietrobon N, Hammerle CH. Visual and spectrophotometric shade analysis of human teeth. Journal of dental research. 2002;81(8):578-82.
41. Stephen J, Devigus A, Mieleszko A. Fundamentals of color. Chicago: Quintessence Publishing Co, 2004.
42. Lee YK, Powers JM. Color difference of four esthetic restorative materials by the illuminant. American. J Dent. 2005;18(5):359-63.
43. Keyf F, Uzun G, Altunsoy S. Diş Hekimliğinde Renk seçimi. Hacettepe Üni Diş Hek Fak Derg. 2009;33(4):52-8.
44. Zhu J, Zhao Y, Zhu H. [In vivo color measurement of 410 healthy maxillary anterior teeth]. Chinese journal of stomatology. 1998;33(5):297-9.

45. Rosenstiel SF, Land MF, Fujimoto J. Contemporary Fixed Prosthodontic, St. Louis: CV Mosby Co, 2001.
46. Zaimoğlu A, Can G, Ersoy AE, Aksu L. Dişhekimliğinden Maddeler Bilgisi. Ankara : Ankara Üniversitesi Dişhekimliği Fakültesi Yayınları, 1993.
47. Hunter RS, Harold RW. The measurement of appearance. New York: Wiley; 1987: p.3-68.
48. Schwabacher WB, Goodkind RJ. Three-dimensional color coordinates of natural teeth compared with three shade guides. J Prosthet Dent. 1990;64(4):425-31.
49. Lai YL, Yang ML, Lee SY. Microhardness and color changes of human dentin with repeated intracoronal bleaching. Oper Dent. 2003;28(6):786-92.
50. Wetter NU, Walverde D, Kato IT, Eduardo Cde P. Bleaching efficacy of whitening agents activated by xenon lamp and 960-nm diode radiation. Photomed laser surg. 2004;22(6):489-93.
51. Buchalla W, Attin T. External bleaching therapy with activation by heat, light or laser: A systematic review. Dent Mater. 2007;23(5):586-96.
52. Minolta K. Precise color communication: The Essentials of imaging. 2004:p.1-57.
53. Chu SJ, Devigus A, Mielezsko A. Fundamentals of color. Chicago: Quintessence Publishing Co, 2004:1-17
54. Lath DL, Wildgoose DG, Guan YH, Lilley TH, Smith RN, Brook AH. A digital image analysis system for the assessment of tooth whiteness compared to visual shade matching. J Clin Dent. 2007;18(1):17-20.
55. Park JH, Lee YK, Lim BS. Influence of illuminants on the color distribution of shade guides. J Prosthet Dent. 2006;96(6):402-11.
56. Barateri LN, Ritter AV, Monterio S, Androda MAC, Viera LCC. Nonvital tooth bleaching. Guidelines for the clinician Quintessence. 1995;26(9):p. 597-608.
57. Gegauff AG, Rosenstiel SF, Langhout KJ, Johnston WM. Evaluating tooth color change from carbamide peroxide gel. J Am Dent Assoc. 1993;124(6):65-72.
58. Eldeniz AU, Usumez A, Usumez S, Ozturk N. Pulpal temperature rise during light-activated bleaching. J Am Dent Assoc. 2005;72(2):254-9.
59. Sulieman M. An overview of bleaching techniques: In-surgery or power bleaching. Dental update. 2005;32(2):101-4.



60. Shellis RP. Transport processes in enamel and dentine. Addy M, Embery G, Edgar WM, Orchardson R (Eds). London: Martin Dunitz; 2000;p.19–28.
61. Sulieman MA. An overview of tooth-bleaching techniques: chemistry, safety and efficacy. *Periodontol* 2000. 2008;48:148-69.
62. Watts A, Addy M. Tooth discolouration and staining: a review of the literature. *Br Dent J*. 2001;190(6):309-16.
63. Thylstrup A, Ferjerskov O. Clinical and pathological features of dental caries, In: *Textbook of elinical cariology* . Copenhagen: Munksgaard, 1995.
64. Sheets CG. Tooth -Whitening Modalities for pulpless and Discolored Teeth. Cohen S,Burns RC (Eds). St.Louis: Mosby Co; 2000.
65. Wei SH, Ingram MJ. Analyses of the amalgam-tooth interface using the electron microprobe. *J Dent Res*. 1969;48(2):31-20
66. Sulieman M. An overview of tooth discoloration: extrinsic, intrinsic and internalized stains. *Dental update*. 2005;32(8):463-4..
67. Walton RE, Torabinejeo M. Principles and paractice of Endodontics. Philadelphia: W.B. Saunders, 1989.
68. Türkün M. 4. Sınıf Ders Notları. İZMİR: Ege Üniversitesi Dişhekimliği Fakültesi Konservatif Diş Tedavisi A.D. 2010.
69. Davis MC, Walton RE, Rivera EM. Sealer distribution in coronal dentin. *J Endod*. 2002;28(6):464-6.
70. Andreasen FM, Sewerin I, Mandel U, Andreasen JO. Radiographic assessment of simulated root resorption cavities. *Endod Dent Traumatol*. 1987;3(1):21-7.
71. Glockner AB, Jungst A, Zumft WG. Copper-containing nitrite reductase from *Pseudomonas aureofaciens* is functional in a mutationally cytochrome cd1-free background (NirS-) of *Pseudomonas stutzeri*. *Arch Microbiol*. 1993;160(1):18-26.
72. Schmidseder J. Colour atlas of dental medicine. Rateitschak KH, Wolf HF. (Eds). New York: Thieme Stuttgart, 2000.
73. Brook AH, Smith RN, Lath DJ. The clinical measurement of tooth colour and stain. *Int Dent J*. 2007;57(5):324-30.
74. Wallman IS, Hilton HB. Teeth pigmented by tetracycline. *Lancet*. 1962;1(7234):827-9.
75. Arens D. The role of bleaching in esthetics. *Dent Clin North Am* 1989;33(2):319-36.

76. Faunce F. Management of discolored teeth. Dent Clin North Am 1983;27(4):657-70.
77. Feinman RA, Garber DA. Bleaching teeth. Chicago:Quintessence Pub, 1987.
78. British National Formulary 37. London, 1999:p. 254-6.
79. Bolay S. Vital Dişlerdeki Renklenmelerin Karbamiit Peroksit Jeli Opalescence ile Ağartılması. Hacettepe Üni DHF Dergisi. 1993:17-1.
80. Welburry RR. Pediatric dentistry: United states, Newyork: Oxford University Pres, 1997.
81. Çalışkan K. Endodontide Tanı ve Tedaviler. İstanbul: Nobel Tıp Kitabevleri ,2009.
82. Shields EO, Bixler D, EI-Kafrawy AMA. Proposed eclassification for heritable dentine defects with description of a new entity. Arch Oral Biol. 1973;18(4): 543-53.
83. Albers H. Lightening natural teeth. ADEPT Report.1991;24:1-24.
84. Dahl JE, Pallesen U. Tooth bleaching: A critical review of the biological aspects. Crit Rev Oral Biol Med,. 2003;14(4):292-304.
85. Cohen S. Burns RC. Pathways of the pulp. 7<sup>nd</sup> Ed.CV Mosby, 2002.
86. Haywood VB, Heymann HO. Nightguard vital bleaching: How safe is it? Quintessence Int. 1991;22(7):515-23.
87. Altınöz HC. Hidrojen peroksit içerikli devital dişlerde kullanılan bir ağartma ajanının ultrastrüktürel yapısına olan etkisinin değerlendirilmesi. 2001, Selçuk Üniversitesi Diş hekimliği fakültesi.Doktora Tezi, Konya
88. Matis BA, Mousa HN, Cochran MA, Eckert GJ. Clinical evaluation of bleaching agents of different concentrations. Quintessence Int. 2000;31(5):303-10.
89. Chen JH, Xu JW, Shing CX. Decomposition rate of hydrogen peroxide bleaching agents under various chemical and physical conditions. J Prosthet Dent. 1993;69(1):46-8.
90. Goldberg M, Bohin F, Bonnet E. A review Tooth Bleaching Treatments. Association Dentaire Française. 2005:3-50.
91. Kırzioğlu Z, Koruk C , Çocuk ve gençlerde diş beyazlatma işlemlerine yaklaşım-derleme. Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi. 2010;3.
92. Önal B. Restoratif Dişhekimliğinde Maddeler Bilgisi. İzmir: E. Ü. Dişhekimliği Fakültesi Yayınları, 2004.

93. Robinson MT, Heymann O, Edward J. Sturdevantis art and science of operative dentistry. Güneş Kitap Evi, 2011: p.15(5).
94. Croll TP. Enamel microabrasion for removal of superficial dysmineralization and decalcification defects. J Am Dent Assoc. 1990;120(4):411-5.
95. Haywood VB, Leonard RH, Nelson CF, Brunson WD. Effectiveness, side effects and long-term status of nightguard vital bleaching. J Am Dent Assoc. 1994;125(9):1219-26.
96. Nathoo S. GM, Proskin H. M. Comparative 3- Week Clinical Tooth Shade Evaluation Of A Novel Liquid Whitening Gel Containing % 18 Carbamide Peroxide And Commercially Available Whitening Dentifrice. Compend Contin Edue DENT. 2002;23:12-7.
97. Ağan H, Irmak Ö, Kansu G. Dental ağartma teknikleri ve klinik uygulamalar. Dicle Diş Hekimliği Dergisi. 2010;11(1):33-9.
98. Yazıcı AR, Khanbodaghi A, Kugel G. Effects of an in-office bleaching system (ZOOM) on pulp chamber temperature in vitro. J Contemp Dent Pract. 2007;1(8):19-26
99. Kenneth H, Burrell DDS, SM. Vital and Devital Teeth of Bleaching. JADA 1997;128.
100. Holmstrup G. Bleaching of discolored root- filled teeth. Dent Traumatol Endod 1988;4:197.
101. Keçeci D. Devital dişlerin intrakoronar ağartmasında kullanılan iki farklı materyalin klinik etkinliğinin karşılaştırılması. SDÜ Tıp Fak Derg. 2006;13:4-8.
102. Joiner A. The bleaching of teeth: a review of the literature. Journal Of Dentistry. 2006;34(15): 412-9.
103. Settembrini L, Gultz J, Kaim J, Scherer W. A technique for bleaching nonvital teeth: inside/outside bleaching. J Am Dent Assoc. 1997;128(9):1283-4.
104. Sulieman M, Addy M, MacDonal E, Rees JS. The effect of hydrogen peroxide concentration on the outcome of tooth whitening: an in vitro study. Journal of dentistry. 2004;32:295-9.
105. Fasanaro TS. Bleaching teeth: History, chemicals, and methods used for common tooth discolorations. J Esthet Dent. 1992;4(3):71-8..
106. Mahony C. Barker ML, Engel TM, Walden GL. Peroxide degradation kinetics of a direct application percarbonate bleaching film. American journal of dentistry. 2003;16:9-11.

107. Özel E, Civelek A. Dentin Duyarlılığı ve Günümüzdeki Tedavi. Alternatifleri Akademik Dental Dişhekimliği Dergisi. 2004;6:31-4.
108. Cooper JS, Bokmeyer TJ, Bowles WH. Penetration of the pulp chamber by carbamide peroxide bleaching agents. J Endod. 1992;18(7):315-7.
109. Haywood VB. Current status of nightguard vital bleaching. Compend Contin Educ Dent. 2000;28 Suppl: 10-7.
110. Feinman RA. Bleaching vital teeth. Curr Opin Cosmet Dent. 1994:23-9.
111. Titley KC, Torneck CD, Smith DC, Chernecky R, Adibfar A. Scanning electron microscopy observations on the penetration and structure of resin tags in bleached and unbleached bovine enamel. J Endod. 1991;17(2):72-5.
112. Potocnik I, Kosec L, Gaspersic D. Effect of 10% carbamide peroxide bleaching gel on enamel microhardness, microstructure, and mineral content. J Endod. 2000;26(4):203-6.
113. Cavalli V, Reis AF, Giannini M, Ambrosano GM. The effect of elapsed time following bleaching on enamel bond strength of resin composite. Oper Dent. 2001;26(6):597-602.
114. Hosoya N, Honda K, Iino F, Arai T. Changes in enamel surface roughness and adhesion of *Streptococcus mutans* to enamel after vital bleaching. J Dent. 2003;31(8):543-8.
115. Shannon H, Spencer P, Gross K, Tira D. Characterization of enamel exposed to 10% carbamide peroxide bleaching agents. Quintessence Int. 1993;24(1):39-44.
116. Cármen Regina ColdebellaI; Ana Paula Dias RibeiroII; Nancy Tomoko SaconoI; Flávia Zardo TrindadeII; Josimeri HeblingI; Carlos Alberto de Souza CostaIII. Indirect cytotoxicity of a 35% hydrogen peroxide bleaching gel on cultured odontoblast-like cells. Brazilian dental journal. 2009;20(4):267-74.
117. Lewinstein I, Hirschfeld Z, Stabholz A, Rotstein I. Effect of hydrogen peroxide penetration through dentine and cementum during bleaching. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. 1991;72:602-6.
118. Lewinstein I, Hirschfeld Z, Stabholz A, Rotstein I. Effect of hydrogen peroxide and sodium perborate on the microhardness of human enamel and dentin. J Endod. 1994;20(2):61-3.
119. Titley K, Torneck CD, Smith D. The effect of concentrated hydrogen peroxide solutions on the surface morphology of human tooth enamel. J Endod. 1988;14(2):69-74.

120. Tam L. Effect of potassium nitrate and fluoride on carbamide peroxide bleaching. *Quintessence Int.* 2001;32(10):766-70.
121. Zach L, Cohen G. Pulp Response to Externally Applied Heat. *Oral Med Oral Pathol.* 1965;19:515-30.
122. Homewood C, Tyas M, Woods M. Bonding to previously bleached teeth. *Aust Orthod J.* 2001;17(1):27-34.
123. Bailey SJ, Swift EJ Jr. Effects of home bleaching products on composite resins. *Quintessence Int.* 1992;23(7):489-94.
124. Rotstein I, Mor C, Arwaz JR. Changes in surface levels of mercury, silver, tin, and copper of dental amalgam treated with carbamide peroxide and hydrogen peroxide in vitro. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 1997;83(4):506-9.
125. Walton JR, Torabinejad M. Principles and practice of endodontics. Philadelphia: WB Saunders Com; 1996:p.385-400.
126. Li Y. Toxicological considerations of tooth bleaching using peroxide-containing agents. *J Am Dent Assoc.* 1997;128 Suppl:31-6.
127. Floyd RA. Role of oxygen free radicals in carcinogenesis and brain ischemia. Official publication of the Federation of American Societies for Experimental Biology. 1990;4(9):2587-97.
128. Hydrogen Peroxide- IARC Monographs on the Evaluation of the Carcinogenic Risk Chemicals to Human, International Agency For Research On Cancer 1985;36:285-314.
130. Woolverton CJ, Haywood VB, Heymann HO. Toxicity of two carbamide peroxide products used in nightguard vital bleaching. *American J Dent.* 1993;6(6):310-4.
131. Li Y. Tooth bleaching using peroxide-containing agents: current status of safety issues. *Compend Contin Educ Dent.* 1998;19(8):783-6.
132. Gerlach RW, Zhou X. Vital bleaching with whitening strips: summary of clinical research on effectiveness and tolerability. *J Contemp Dent Pract.* 2001;2(3):1-16.
133. Tavares M, Stultz J, Newman M, Smith V, Kent R, Carpino E. Light augments tooth whitening with peroxide. *J Am Dent Assoc.* 2003;134(2):167-75.
134. Christensen GJ. The tooth-whitening revolution. *J Am Dent Assoc.* 2002;133(9):1277-9.
135. Vital tooth bleaching, in-office. *CRA Newsletter.* 2000;24:1-3

136. White JM, Pelino JE, Rodrigues RO, Zwhalen BJ. Surface and pulpal temperature comparison of tooth whitening using lasers and curing lights. Featherstone JDB, Rechmann P, Fried D (Eds). Washington: Lasers in Dentistry VI, 2000; 95-101.
137. Dostalova T, Racek J, Lozekova E, Rerichova M. Composite veneers, crowns, and inlay bridges after orthodontic therapy--a three-year prospective study. *Gen Dent.* 2003;51(2):129-32.
138. Sulieman M, Rees JS, 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):631-4.
139. Lin LC, Pitts DL, Burgess LW, Jr. An investigation into the feasibility of photobleaching tetracycline-stained teeth. *J Endod.* 1988;14(6):293-9.
140. Davies AK, Cundall RB, Dandiker Y, Slifkin MA. Photo-oxidation of tetracycline adsorbed on hydroxyapatite in relation to the light-induced staining of teeth. *J Dent Res* 1985;64(6):936-9.
141. Walsh LJ. The current status of laser applications in dentistry. *Aust Dent J.* 2003;48(3):146-55.
142. Goharkhay K, Schoop U, Wernisch J, Hartl S, De Moor R, Moritz A. Frequency doubled neodymium:yttrium-aluminum-garnet and diode laser-activated power bleaching--pH, environmental scanning electron microscopy, and colorimetric in vitro evaluations. *Lasers Med Sci.* 2009;24(3):339-46.
143. Matsumoto K. Laser in endodontics. *Dent Clin North Am.* 2000;44(4):889-904.
144. Fuler TA. Lasers in maxillofacial surgery and dentistry. New York: Thieme medical publisher, 1997:1-11
145. Coluzzi DJ. Using lasers for phase one periodontal therapy. *Dent Today.* 2007;26(4):124, 6-9.
146. Coluzzi DJ. An overview of laser wavelengths used in dentistry. *Dent Clin North Am.* 2000;44(4):753-65.
147. Coluzzi DJ. Fundamentals of dental lasers: science and instruments. *Dent Clin North Am.* 2004;48(4):751-70.
148. Franzen R. Principles of medical and dental lasers. Gutknecht. N (Ed). 2011.
149. Frentzen M, Koort HJ. Lasers in dentistry: New possibilities with advancing laser technology? *International dental journal.* 1990;40(6):323-32.
150. Wintner E ve Strassl M. Basic information on lasers. Moritz A, Beer F, Goharkhay K, Schoop U, Strassl M, Verheyen P, Walsh LJ, Wernisch J, Wintner

E.(Eds). Oral laser application 1<sup>nd</sup> Ed. Berlin: Quintessenz Verlags-GmbH; 2006: p.1-57.

151. Meister J. Proceeding of the 1st international workshop of evidence based dentistry on laser in dentistry. Gutknecht N, Apel C, Bradley P, Eduardo CP, Featherstone JDB, Frentzen M, Ishikawa I, Lampert F, Meister J, Nammour S, Powell L, Rocca JP, Romanos G, Sculean A, Stabholz A, Todea C, Tuner J, Oliveira ME, Franzen R, Hessbrüggen U, Mir M, Vanweersch L (Eds).UK, Quintessence Publishing Co. Ltd, 2007:p.3-31.

152. Convissar RA. Principles and practice of laser dentistry. St. Louis: Mosby Elsevier, 2011.

153. Laser in periodontics. Academy Report. J Periodontol. 2002;73:1231-9.

154. Strauss RA, Fallon SD. Lasers in contemporary oral and maxillofacial surgery. Dent Clin North Am. 2004;48(4):861-88.

155. Castro DJ ,Saxlon RE, Soudant J. Laser photothermal therapy for cancer treatment. Clayman L, KP (Eds). America: Thieme Medical Publishers, 1998.

156. Coleton S. Lasers in surgical periodontics and oral medicine. Dent Clin North Am. 2004;48(4):937-62.

157. Ishikawa I, Sasaki KM, Aoki A, Watanabe H. Effects of Er:YAG laser on periodontal therapy. J Int Acad Periodontol. 2003;5(1):23-8.

158. Önal B. Diş sert dokularında laser kullanımı. Dişhek Derg. 1993;2:61-4.

159. Moritz A, Beer F, Goharkhay K, Schoop U, Srtassl M, Verheyen P, Walsh LJ, Wernisch J, Wintner E. Oral Laser Application. Berlin: Quintesenz Verlags – GmbH, 2006.

160. Walsh LJ ,Goharkhay K, Verheyen P, Moritzs A. Moritz A, Beer F, Goharkhay K, Schoop U, Strassl M, Verheyen P, Walsh LJ, Wernisch J, Wintner E. Low levellaser therapy(IIlt). Oral laser application 1<sup>nd</sup> Ed. Berlin: Quintessenz Verlags-GmbH, 2006.

161. Yip HK, Samaranayake LP. Caries removal techniques and instrumentation: A review. Clin Oral Investig.1998;2(4):148-54.

162. Karu T. Molecular mechanism of the therapeutic effect of low-intensity laser radiation. Lasers in the Life Sciences. 1988;2:53-74.

163. Coluzzi DJ. Lasers in dentistry-wonderful instruments or expensive toys. 2003, 83-90(8).

164. Clayman L. Clinical controversies in oral and maxillofacial surgery: Part two. Management of dental extractions in irradiated jaws: a protocol without hyperbaric oxygen therapy. *J Oral Maxillofac Surg.* 1997;55(3):275-81.
165. Kreisler M, Gotz H, Duschner H. Effect of Nd:YAG, Ho:YAG, Er:YAG, CO<sub>2</sub>, and GaAIAs laser irradiation on surface properties of endosseous dental implants. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2002;17(2):202-11.
166. Bader C, Krejci I. Indications and limitations of Er:YAG laser applications in dentistry. *J Am Dent Assoc.* 2006;19:3.
167. Rechmann P, Goldin DS, Hennig T. Er:YAG lasers in dentistry: A overview. 1998;3248:2-13.
168. Pogrel MA, Muff DF, Marshall GW. Structural changes in dental enamel induced by high energy continuous wave carbon dioxide laser. *Lasers Surg Med.* 1993;13(1):89-96.
169. Piccione J. Dental laser safety. *Dental clinics of North America.* 2004;48(4):795-807
170. Azarpazhooh A, Limeback H. The application of ozone in dentistry: A systematic review of literature. *J Dent.* 2008;36(2):104-16.
171. Nogales CG, Ferrari PH, Kantorovich EO, Lage-Marques JL. Ozone therapy in medicine and dentistry. *J Contemp Dent Pract.* 2008;9(4):75-84.
172. Millar BJ, Hodson N. Assessment of the safety of two ozone delivery devices. *J Dent.* 2007;35(3):195-200.
173. Lynch E. Comment on The application of ozone in dentistry: A systematic review of the literature. *J Dent.* 2009;37(5):406-10.
174. Özler MÖ, Korkmaz A. Ozon gazının tıbbi amaçlı kullanılması. *TAF Prev Med Bull.* 2009;8:59-64.
175. Üstün A. Kimyasal sistit oluşturulan deneysel hayvan modelinde; intravezikal ozon uygulamasının mesaneye topikal etkisi. *Gaziantep Üniversitesi, Tıp Fakültesi.* 2007, Uzmanlık Tezi, Gaziantep.
176. Bocci V. How ozone acts and how it exerts therapeutic effects. Lynch E (Ed). Copenhagen, London, Berlin, Chicago, Paris, Milan, Barcelona, Istanbul, Sao Paulo, Tokyo, New Delhi, Moscow, Prague, Warsaw: Quintessence Publishing Co, 2004.
177. Grootveld M, Baysan A, Sidiiqui N, Sim J, Silwood C, Lynch E. History of the clinical applications of ozone. Lynch E (editor). London: Quintessence Publishing Co, 2004.



178. Bocci V. Scientific and medical aspects of ozone therapy. State of the art Arch Med Res. 2006;37:425-35.
179. Edward L. Ozone: The revolution in dentistry. London: Quintessence Publishing Co. Ltd, 2004.
180. Perincek SD. Ultrason teknolojileri ve kombinasyonlarının ön terbiye işlemlerinde uygulanabilirliğinin araştırılması. Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü. 2006, Yüksek Lisans Tezi, İzmir.
181. Bocci VA. Tropospheric ozone toxicity vs. usefulness of ozone therapy. Arch Med Res. 2007;38(2):265-7.
182. Huth KC , Qurling M, Lenzke S, Paschos E, Kamereck K, Brand K, Hickel R, Ilie N. Effectiveness of ozone against periodontal pathogenic microorganisms. Eur J Oral Sci. 2011;119:204-10.
183. Zamora ZB, Borrego A, Lopez OY, Delgado R, Gonzalez R, Menendez S. Effects of ozone oxidative preconditioning on TNF-alpha release and antioxidant-prooxidant intracellular balance in mice during endotoxic shock. Mediators Inflamm. 2005;2005(1):16-22.
184. Trachootham D, Lu W, Ogasawara MA, Nilsa RD, Huang P. Redox regulation of cell survival. Antioxid Redox Signal. 2008;10(8):1343-74.
185. Korkmaz A, Oter S, Sadir S, Coskun O, Topal T, Ozler M. Peroxynitrite may be involved in bladder damage caused by cyclophosphamide in rats. J Urol. 2005;173(5):1793-6.
186. Young IS, Woodside JV. Antioxidants in health and disease. J Clin Pathol. 2001;54(3):176-86.
187. Thannickal VJ, Fanburg BL. Reactive oxygen species in cell signaling. Am J Physiol Lung Cell Mol Physiol. 2000;279(6):1005-28.
188. Bezirtzoglou E, Cretoiu S, Moldoveanu M, Alexopoulos A, Lavar V, Nakou M. A quantitative approach to the effectiveness of ozone against microbiota organisms colonizing toothbrushes. JDent . 2008;36:600-5.
189. Lynch E. Evidence-based caries reversal using ozone. J Esthet Restor Dent. 2008;20(4):218-22.
190. Hodson N, Dunne SM. Using ozone to treat dental caries. J Esthet Restor Dent. 2007;19(6):303-5.
191. Garg R, S Tandon. Ozone: A new face of dentistry. The Internet Journal of Dental Science. 2009;7:2.

192. Elhamid MA, Mosallam R. Effect of bleaching versus repolishing on colour and surface topography of stained resin composite. *Australian Dental Journal*. 2010;55:390-8.
193. Tredwin CJ, Naik S, Lewis NJ, Scully C. Hydrogen peroxide tooth-whitening (bleaching) products: Review of adverse effects and safety issues. *Br Dent J*. 2006;200(7):371-6.
194. Leonard RH Jr, Haywood VB, Phillips C. Risk factors for developing tooth sensitivity and gingival irritation associated with nightguard vital bleaching. *Quintessence Int*. 1997;28(8):527-34.
195. Cheeseman KH, Slater TF. An introduction to free radical biochemistry. *Br Med Bull*. 1993;49(3):481-93.
196. Minoux M, Serfaty R. Vital tooth bleaching: biologic adverse effects-a review. *Quintessence Int*. 2008;39(8):645-59.
197. Ramp WK, Arnold RR, Russell JE, Yancey JM. Hydrogen peroxide inhibits glucose metabolism and collagen synthesis in bone. *J Periodontol*. 1987;58(5):340-4.
198. Martindale JL, Holbrook NJ. Cellular response to oxidative stress: Signaling for suicide and survival. *J Cell Physiol*. 2002;192(1):1-15.
199. Lenhard M. Assessing tooth color change after repeated bleaching in vitro with a 10 percent carbamide peroxide gel. *J Am Dent Assoc*. 1996;127(11):1618-24.
200. Sulieman M, MacDonald E, Rees JS, Newcombe RG, Addy M. Tooth bleaching by different concentrations of carbamide peroxide and hydrogen peroxide whitening strips: an in vitro study. *J Esthet Restor Dent*. 2006;18(2):93-100.
201. Matis BA, Cochran MA, Franco M, Al-Ammar W, Eckert GJ, Stropes M. Eight in-office tooth whitening systems evaluated in vivo: a pilot study. *Oper Dent*. 2007;32(4):322-7.
202. Cooper JS, Bokmeyer T J, Bowles WH. Penetration of the pulp chamber by carbamid peroxide bleaching agents. *J Endod*. 1992;18(7):315-7.
203. Polydorou O, Manolakis A, Hellwig E, Hahn P. Evaluation of the curing depth of two translucent composite materials using a halogen and two LED curing units. *Clin Oral Investig*. 2008;12(1):45-51.
204. Smigel I. Laser tooth whitening. *Dentistry today*. 1996;15(8):32-6.
205. Lu AC, Margiotta A, Nathoo SA. In-office tooth whitening: current procedures. *Compend Contin Educ Dent*. 2001;22(9):798-800.

206. Sulieman M, Addy M, Macdonald E, Rees JS. The bleaching depth of a 35% hydrogen peroxide based in-office product: a study in vitro. *J Dent.* 2005;33(1):33-40.
207. 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.
208. Dominguez A, Garcia JA, Costela A, Gomez 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.
209. Gomes MN, Francci C, Medeiros IS, De Godoy Froes Salgado NR, Riehl H, Marasca JM. Effect of light irradiation on tooth whitening: enamel microhardness and color change. *J Esthet Restor Dent.* 2009;21(6):387-94.
210. Hein DK, Ploeger BJ, Hartup JK, Wagstaff RS, Palmer TM, Hansen LD. In-office vital tooth bleaching--what do lights add? *Compend Contin Educ Dent.* 2003;24(4):340-52.
211. Hahn P, Schondelmaier N, Wolkewitz M, Altenburger MJ, Polydorou O. Efficacy of tooth bleaching with and without light activation and its effect on the pulp temperature: an in vitro study. *Odontology.* 2013;101(1):67-74.
212. Sulieman M, Addy M, Rees JS. Surface and intra-pulpal temperature rises during tooth bleaching: an in vitro study. *Br Dent J.* 2005;199(1):37-40.
213. De Moor RJ, Verheyen J, Verheyen P, Diachuk A, Meire MA, De Coster PJ. Laser teeth bleaching: evaluation of eventual side effects on enamel and the pulp and the efficiency in vitro and in vivo. *ScientificWorldJournal.* 2015:835-405.
214. Chang JC, Wilder-Smith P. Laser-induced thermal events in empty and pulp-filled dental pulp chambers. *Laser Surg Med.* 1998;22(1):46-50.
215. Gutknecht. N. Lasers in Endodontics. *Journal of the Laser and Health Academy.* 2008;4(2).
216. Kossatz S, Dalanhol AP, Cunha T, Loguercio A, Reis A. Effect of light activation on tooth sensitivity after in-office bleaching. *Oper Dent.* 2011;36(3):251-7.
217. Chen H, Huang J, Dong X, Qian J, He J, Qu X. A systematic review of visual and instrumental measurements for tooth shade matching. *Quintessence Int.* 2012;43(8):649-59.
218. Schilke R, Lisson JA, Bauss O, Geurtsen W. Comparison of the number and diameter of dentinal tubules in human and bovine dentine by scanning electron microscopic investigation. *Arch Oral Biol.* 2000;45(5):355-61.

219. Buchalla W, Attin T, Hilgers RD, 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
220. Lee YK, El Zawahry M, Noaman KM, Powers JM. Effect of mouthwash and accelerated aging on the color stability of esthetic restorative materials. *Am J Dent.* 2000;13(3):159-61.
221. Monaghan P, Trowbridge T, Lautenschlager E. Composite resin color change after vital tooth bleaching. *J Prosthet Dent.* 1992;67(6):778-81.
222. Luo W, Westland S, Brunton P, Ellwood R, Pretty IA, Mohan N. Comparison of the ability of different colour indices to assess changes in tooth whiteness. *Journal of dentistry.* 2007;35(2):109-16.
223. Meireless SS, Heckmann SS, Santos IS, Della Bona A, Demarco FF. A double randomized clinical trial of at home tooth bleaching using two carbamide peroxide concentrations: 6-month follow up. *J Dent.* 2008;36:878-84.
224. Fay RM, Servos T, Powers JM. Color of restorative materials after staining and bleaching. *Oper Dent.* 1999;24(5):292-6.
225. Ishikawa-Nagai S, Terui T, Ishibashi K, Weber HP, Ferguson M. Comparison of effectiveness of two 10% carbamide peroxide tooth-bleaching systems using spectrophotometric measurements. *J Esthet Restor Dent* 2004;16(6):368-75.
226. Wetter NU, Barroso MC, Pelino JE. Dental bleaching efficacy with diode laser and LED irradiation: an in vitro study. *Lasers Surg Med.* 2004;35(4):254-8.
227. Frysh H, Bowles WH, Baker F, Rivera-Hidalgo F, Guillen G. Effect of pH on hydrogen peroxide bleaching agents. *J Esthet Dent.* 1995;7(3):130-3.
228. Sotelo JL BF, Benitez FJ, Beltran-Heredia J. Ozone decomposition in water: Kinetic study. *Ind Eng Chem Res.* 1987;26:39-43.
229. 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.
230. Meireles SS, Santos IS, Bona AD, Demarco FF. A double-blind randomized clinical trial of two carbamide peroxide tooth bleaching agents: 2-year follow-up. *Journal of dentistry.* 2010;38(12):956-63.
231. Schulte JR, Morrissette DB, Gasior EJ, Czajewski MV. The effects of bleaching application time on the dental pulp. *J Am Dent Assoc.* 1994;125(10):1330-5.

232. de Paula EA, Loguercio AD, Fernandes D, Kossatz S, Reis A. Perioperative use of an anti-inflammatory drug on tooth sensitivity caused by in-office bleaching: A randomized, triple-blind clinical trial. *Clin Oral Investig*. 2013;17(9):2091-7.
233. Haywood VB. Treating sensitivity during tooth whitening. *Compend Contin Educ Dent*. 2005;26,Suppl 3:11-20.
234. Marson FC, Sensi LG, Vieira LC, Araujo E. Clinical evaluation of in-office dental bleaching treatments with and without the use of light-activation sources. *Oper Dent*. 2008;33(1):15-22.
235. Matis BA. Degradation of gel in tray whitening. *Compend Contin Educ Dent* 2000;28:Suppl:28-35.
236. Kihn PW, Barnes DM, Romberg E, Peterson K. A clinical evaluation of 10 percent vs 15 percent carbamide peroxide tooth-whitening agents. *J Am Dent Assoc*. 2000;131:1478-84.
237. Meireles SS, Demarco FF, dos Santos Ida S, Dumith Sde C, Bona AD. Validation and reliability of visual assessment with a shade guide for tooth-color classification. *Oper Dent*. 2008;33(2):121-6.
238. Mena-Serrano AP, Parreiras SO, do Nascimento EM, Borges CP, Berger SB, Loguercio AD. Effects of the concentration and composition of in-office bleaching gels on hydrogen peroxide penetration into the pulp chamber. *Oper Dent*. 2015;40(2):76-82.
239. Nathanson D, Parra C. Bleaching vital teeth: A review and clinical study. *Compendium*. 1987;8(7):490-2.
240. Thitinthapan W, Satamanont P, Vongsavan N. In vitro penetration of the pulp chamber by three brands of carbamide peroxide. *J Esthet Dent*. 1999;11(5):259-64.
241. Gokay O, Mujdeci A, Algin E. In vitro peroxide penetration into the pulp chamber from newer bleaching products. *Int Endod J*. 2005;38(8):516-20.
242. Camargo SE, Cardoso PE, Valera MC, de Araujo MA, Kojima AN. Penetration of 35% hydrogen peroxide into the pulp chamber in bovine teeth after LED or Nd:YAG laser activation. *Eur J Esthet Dent*. 2009;4(1):82-8.
243. Ma X, Li R, Sa Y, Liang S, Sun L, Jiang T. Separate contribution of enamel and dentine to overall tooth colour change in tooth bleaching. *J Dent*. 2011;39(11):739-45.
244. Markowitz K. Pretty painful: Why does tooth bleaching hurt? *Med Hypotheses*. 2010;74(5):835-40.
245. Yazıcı E, Baseren M, Gurgan S, Gutknecht N. Evaluation of mineralization changes of enamel by a laser fluorescence device following laseractivated power bleaching. *Lasers Med Sci*. 2007;22:285-315.

246. Cunha AG, De Vasconcelos AA, Borges BC, Vitoriano Jde O, Alves-Junior C, Machado CT. Efficacy of in-office bleaching techniques combined with the application of a casein phosphopeptide-amorphous calcium phosphate paste at different moments and its influence on enamel surface properties. *Microsc Res Tech.* 2012;75(8):1019-25.
247. Gasic J, Kesic L, Popovic J, Mitic A, Nikolic M, Stankovic S. Ultrastructural changes in the cemento-enamel junction after vital tooth bleaching with fluoride and fluoride-free agents - a pilot study. *Med Sci Monit.* 2012;18(3):5-12.
248. Wang Y, Gao J, Jiang T, Liang S, Zhou Y, Matis BA. Evaluation of the efficacy of potassium nitrate and sodium fluoride as desensitizing agents during tooth bleaching treatment-A systematic review and meta-analysis. *J Dent.* 2015;43(8):913-23.



## 8.EKLER

### EK 1. Hasta Bilgilendirme ve Onam Formu

Sayın katılımcı; beyazlatma işleminizin tedavi yaklaşımlarının sonuçlarını değerlendirmek üzere yeni bir araştırma yapmaktayız. Araştırmanın adı “Farklı yöntemlerle yapılan beyazlatma tedavilerinin oksidatif stres ve beyazlatma üzerindeki etkisinin değerlendirilmesi”dir. 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.

Bu çalışmada rutinde yapılan beyazlatma tedavisinde en etkin ve dokuda en az değişiklik meydana getirecek tekniğin bulunması, buna bağlı olarak işlem sonrası hassasiyetlerin azaltılması, ayrıca bu işlem ile antioksidan kapasitedeki olası değişimler belirlenerek bu çalışmadan çıkarılan sonuçların bilime katkı sağlanması amaçlanmaktadır.

Kliniğimize beyazlatma amacıyla başvuran hastalardan işlem öncesinde başlangıç ve işlem sonrasında bitiş diş renk tespiti yapılacak ve rızaları doğrultusunda tedavi başlangıcında, 24 saat sonra ve 2 hafta sonra en fazla 10 cc kan alınarak Gaziantep Üniversitesi Tıp Fakültesi Biyokimya Anabilim Dalı’nda biyokimyasal markırların miktarları belirlenecektir. Ayrıca tedavi öncesi ve sonrasında tükürük örnekleri ve üst anterior dişlerin diş eti oluğu sıvısı alınarak bazı parametreler biyokimyasal yöntemlerle incelenecektir. Böylelikle rutinde yapılan beyazlatma tedavisinin vücutta oluşturduğu oksidatif stres değerlendirilerek hastalar için en etkin ajan ve teknik bulunacaktır.

Beyazlatma öncesinde ve/veya sonrasında kullanılacak kozmetik ajanların fetüs ya da anne sütü emen çocuk için riskleri bilinmemektedir. Bu nedenle **gebe ya da çocuk emziren bayanlar bu çalışmaya katılamazlar.**

Bu araştırmada renklenmiş dişlerinize rutin olarak kliniklerde uygulanan beyazlatma tedavisi yapılacaktır. Tedavi esnasında veya sonrasında dişlerde hassasiyet görülebilmektedir. Böyle bir durumla karşılaşıldığında tedavinize ara verilecek gerek görülürse tedaviniz sonlandırılacaktır.

Uygulanan tedavi şemasının gereklerini yerine getirmemeniz, çalışma programını aksatmanız, gebe kalmanız veya çalışma ilacı ile ilgili bir yan etkiye maruz kalmanız veya tedavinin etkinliğini artırmak vb. nedenlerle doktorunuz sizin izniniz olmadan sizi çalışmadan çıkarabilir.

Bu araştırmada yer almak tamamen sizin isteğinize bağlıdır. Araştırmada yer almayı reddedebilirsiniz ya da herhangi bir aşamada araştırmadan ayrılabilirsiniz.

Sizinle ilgili tıbbi bilgiler gizli tutulacak, ancak çalışmanın kalitesini denetleyen görevliler, etik kurullar ya da resmi makamlarca gereği halinde incelenebilecektir.

Çalışmamız Gaziantep Üniversitesi Tıp Fakültesi Yerel Etik Kurul tarafında **24.02.2014** tarih ve **82. no** ile onaylanmış ve **TÜBİTAK** tarafından **114S507** nolu proje kapsamında desteklenmiştir. Yapılacak her tür tetkik, fizik muayene ve diğer araştırma masrafları güvencesi altında bulunduğunuz resmi ya da özel hiçbir kurum veya kuruluşa ödetilmeyecektir.

*(Katılımcının/Hastanın Beyanı)*

Yukarıda yer alan ve araştırmaya başlanmadan önce gönüllüye verilmesi gereken bilgileri gösteren metni okudum ve sözlü olarak dinledim. Aklıma gelen tüm soruları araştırmacıya sordum, yazılı ve sözlü olarak bana yapılan tüm açıklamaları ayrıntılarıyla anlamış bulunmaktayım. Çalışmaya katılmayı isteyip istemediğime karar vermem için bana yeterli zaman tanındı. Bana yapılan tüm açıklamaları ayrıntılarıyla anlamış bulunmaktayım. Kendi başıma belli bir düşünme süresi sonunda adı geçen bu araştırma projesinde “katılımcı” olarak yer alma kararını aldım. Bu koşullar altında, bana ait tıbbi bilgilerin gözden geçirilmesi, transfer edilmesi ve işlenmesi konusunda araştırma yürütücüsüne yetki veriyor ve söz konusu araştırmaya ilişkin bana yapılan katılım davetini hiçbir zorlama ve baskı olmaksızın büyük bir gönüllülük içerisinde kabul ediyorum. Bu formu imzalamakla yerel yasaların bana sağladığı hakları kaybetmeyeceğimi biliyorum

Katılımcının

Adı, soyadı:

Tel, Adres:

İmza:

İrt: Dt. Derya Sürmelioglu

Gaziantep Üniversitesi Diş Hek. Fak.

Restoratif Diş Tedavisi A.D

Tel: 0342 360 96 00 / 4305



## EK 2. Etik Kurul Onay Belgesi

### KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU KARAR FORMU

ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI	Farklı Yöntemlerle Yapılan Beyazlatma Tedavilerinin Oksidatif Stres Ve Beyazlatma Üzerindeki Etkisinin Değerlendirilmesi
ARAŞTIRMANIN PROTOKOL KODU	82

KARAR BİLGİLERİ	PLAN	<input type="checkbox"/>	
	YILLIK BİLDİRİM	<input type="checkbox"/>	
	SONUÇ RAPORU	<input type="checkbox"/>	
	GUVENLİLİK BİLDİRİMLERİ	<input type="checkbox"/>	
	DiĞER:	<input type="checkbox"/>	
	Karar No: 24.02.2014/ 82	Tarih: 24.02.2014	
	Yukarıda bilgileri verilen başvuru dosyası ile ilgili belgeler araştırmanın/çalışmanın gerekçe, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak incelenmiş ve uygun bulunmuş olup araştırmanın/çalışmanın başvuru dosyasında belirtilen merkezlerde gerçekleştirilmesinde etik ve bilimsel sakınca bulunmadığına toplantıya katılan etik kurul üye tam sayısının salt çoğunluğu ile karar verilmiştir. Klinik Araştırmalar Hakkında Yönetmelik kapsamında yer alan araştırmalar/çalışmalar için Türkiye İlaç ve Tıbbi Cihaz Kurumu'ndan izin alınması gerekmektedir.		

KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU	
ETİK KURULUN ÇALIŞMA ESASI	Klinik Araştırmalar Hakkında Yönetmelik, İyi Klinik Uygulamaları Kılavuzu
BAŞKANIN UNVANI / ADI / SOYADI:	Prof. Dr.Belgin ALAŞEHİRLİ

Unvanı/Adı/Soyadı	Uzmanlık Alanı	Kurumu	Cinsiyet		Araştırma ile ilişki		Katılım *		İmza
Prof. Dr.Belgin ALAŞEHİRLİ	FARMAKOLOJİ	Gaziantep Üniversitesi Tıp Fakültesi	E <input type="checkbox"/>	K x <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H x <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
Prof. Dr.Ercan SIVASLI	PEDİATRİ	Gaziantep Üniversitesi Tıp Fakültesi	E x <input type="checkbox"/>	K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H x <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
Prof.Dr. Mehmet KESKİN	PEDİATRİ	Gaziantep Üniversitesi Tıp Fakültesi	E x <input type="checkbox"/>	K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H x <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
Prof. Dr.Feridun İŞİK	GOĞUS CERRAHI	Gaziantep Üniversitesi Tıp Fakültesi	E x <input type="checkbox"/>	K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H x <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
Prof. Dr. İlker SEÇKİNER	ÜROLOJİ	Gaziantep Üniversitesi Tıp Fakültesi	E x <input type="checkbox"/>	K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H x <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
Doç. Dr. Bünyamin KISACIK	İÇ HASTALIKLARI	Gaziantep Üniversitesi Tıp Fakültesi	E x <input type="checkbox"/>	K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H x <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
Doç.Dr.Yasemin ZER	MİKROBİYOLOJİ	Gaziantep Üniversitesi Tıp Fakültesi	E <input type="checkbox"/>	K x <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H x <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
Doç.Dr.Beyhan CENGİZ	FİZYOLOJİ	Gaziantep Üniversitesi Tıp Fakültesi	E x <input type="checkbox"/>	K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H x <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
Yrd. Doç. Dr. Kemal ÜSTÜN	DIŞ HEKİMLİĞİ	Gaziantep Üniversitesi Dış Hekimliği Fakültesi	E x <input type="checkbox"/>	K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H x <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
Doç.Dr.Seval KUL	BIYOİSTATİSTİK	Gaziantep Üniversitesi Tıp Fakültesi	E <input type="checkbox"/>	K x <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H x <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
Uzm.Dr. Cahide Elif ORHAN	FARMAKOLOJİ	Gaziantep İl Sağlık Müdürlüğü	E <input type="checkbox"/>	K x <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H x <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
Eyüp ÇELİK	AVUKAT	Gaziantep Barosu	E x <input type="checkbox"/>	K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H x <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
Baha Günhan GÜNGÖRDÜ	İNŞ. MÜH. (sivil Üye)	GASKİ	E x <input type="checkbox"/>	K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H x <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	

\*:Toplantıda Bulunma  
Etik Kurul Başkanının  
Unvanı/Adı/Soyadı: Prof. Dr.Belgin ALAŞEHİRLİ

ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI	Farklı Yöntemlerle Yapılan Beyazlatma Tedavilerinin Oksidatif Stres Ve Beyazlatma Üzerindeki Etkisinin Değerlendirilmesi
ARAŞTIRMANIN PROTOKOL KODU	82

<b>ETİK KURUL BİLGİLERİ</b>	ETİK KURULUN ADI	Gaziantep Üniversitesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu
	AÇIK ADRESİ:	Gaziantep Üniversitesi Sağlık Bilimler Fakültesi 2. Kat Şehitkamil/Gaziantep
	TELEFON	0342 360 07 53 / 77704
	FAKS	0342 360 39 27
	E-POSTA	gaunetikkurul@gmail.com

<b>BAŞVURU BİLGİLERİ</b>	KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACI UNVANI/ADI/SOYADI	Yrd.Doç. Dr. A.Semih ÖZSEVİK			
	KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACININ UZMANLIK ALANI	Restoratif Diş Tedavisi Anabilim Dalı			
	KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACININ BULUNDUĞU MERKEZ	Gaziantep Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi Restoratif Diş Tedavisi Anabilim Dalı			
	DESTEKLEYİCİ				
	DESTEKLEYİCİNİN YASAL TEMSİLCİSİ				
	ARAŞTIRMANIN FAZİ VE TÜRÜ	FAZ 1	<input type="checkbox"/>		
		FAZ 2	<input type="checkbox"/>		
		FAZ 3	<input type="checkbox"/>		
		FAZ 4	<input type="checkbox"/>		
		Gözlemsel ilaç çalışması	<input type="checkbox"/>		
İlaç dışı klinik araştırma		<input type="checkbox"/>			
Diğer ise belirtiniz					
ARAŞTIRMAYA KATILAN MERKEZLER	TEK MERKEZ <input 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			Türkçe <input type="checkbox"/>	İngilizce <input type="checkbox"/>
	BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU			Türkçe <input type="checkbox"/>	İngilizce <input type="checkbox"/>	Diğer <input type="checkbox"/>
	OLGU RAPOR FORMU			Türkçe <input type="checkbox"/>	İngilizce <input type="checkbox"/>	Diğer <input type="checkbox"/>
	ARAŞTIRMA BROŞÜRÜ			Türkçe <input type="checkbox"/>	İngilizce <input type="checkbox"/>	Diğer <input type="checkbox"/>
DEĞERLENDİRİLEN DİĞER BELGELER	Belge Adı	Açıklama				
	SİGORTA	<input type="checkbox"/>				
	ARAŞTIRMA BÜTÇESİ	<input type="checkbox"/>				
	BİYOLOJİK MATERYEL TRANSFER FORMU	<input type="checkbox"/>				

Etik Kurul Başkanının  
Unvanı/Adı/Soyadı: Prof. Dr. Belgin ALAŞEHİRLİ  
İmza: 

### EK 3. Hasta Takip Formu

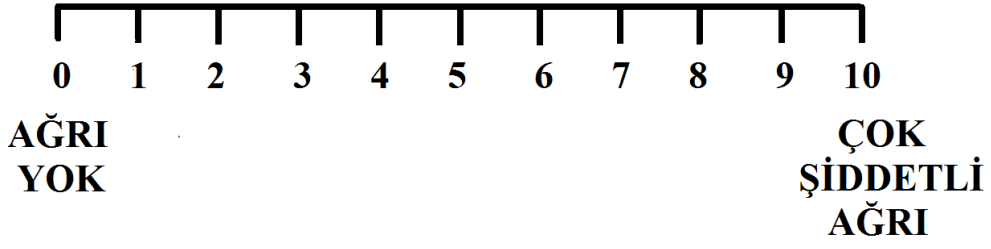
<b>1. ADI SOYADI:</b>
<b>2. DOĞUM TARİHİ VE YERİ:</b>
<b>3. İLETİŞİM BİLGİLERİ:</b>
<b>4. MESLEĞİ:</b>
<b>5. GÜNLÜK DİYET ALIŞKANLIKLARI:</b>
<b>6. GÜNLÜK DİŞ FIRÇALAMA SAYISI:</b>
<b>7. KULLANILAN TEKNİK:</b>

### 8. RENK DEĞERLERİ:

	D	13	12	13	21	22	23
	AE						
	L						
	c						
1.seans öncesi	h						
	L						
	c						
	h						
	a						
	b						

	D	13	12	13	21	22	23
	AE						
	L						
	c						
2.seans sonrası	h						
	L						
	c						
	h						
	a						
	b						

	D	13	12	13	21	22	23
	AE						
	L						
	c						
2.hafta sonrası	h						
	L						
	c						
	h						
	a						
	b						



### 16. DİŞ HASSİYETİ VAS DEĞERLENDİRMESİ

1.seans	
2.seans	

### 17. DİŞ ETİ HASSASİYETİ VAS DEĞERLENDİRMESİ

1.seans	
2.seans	

### 18. HASTA MEMNUNİYETİ VAS DEĞERLENDİRMESİ:

0- Hiç memnun kalmadım

1- Memnun kalmadım

2- Daha çok beklentim vardı

3- İdare eder

3- Memnun kaldım

5- Çok memnun kaldım

1.seans	
2.seans	

#### **EK 4. Beyazlatma Sonrası Dikkat Edilmesi Gereken Durumlar, Öneriler**

Beyazlatma işlemi sonrasında 24 saat ve ertesı gün dişlerde hassasiyet olabilir. Bunu önlemek amacıyla hekiminizin uygun gördüğü ağı kesici 12 saate bir kullanılabilir. Bu durum geçici olup aşırı ağı olması durumunda hekime bilgi verilmesi gerekmektedir.

Beyazlatma seansları arasında ve en son uygulanan tedaviden 2 hafta sonraya kadar renklendirici herhangi bir besin alınmaması gerekir. Örneğin; Kola, çay, kahve, ketçap, salça, şalgam, sigara vb.

Beyazlatma işlemi sonrası dişleriniz eski rengine geri dönmeyecektir. Ancak zamanla bir miktar fizyolojik bir sararma olması normaldir. Bunu engellemek için beyazlatıcı özellikli diş macunları kullanmanızı ve periyodik kontrollerinizi aksatmamanızı tavsiye ediyoruz.

Eğer renklenmeye neden olan alışkanlıklardan vazgeçilmemiş ise geri dönüşüm kaçınılmazdır.

Sağlıklı ve mutlu günler dileğiyle.

## 9. ÖZGEÇMİŞ

1982 yılında Gaziantep ilinde doğdu. İlk öğrenimini Mehmet Emin Zekiye Üstünel ilköğretim okulu'nda, lisede hazırlık dönemi ve 1. sınıfı Gaziantep Lisesinde, 2 ve 3. sınıfı Gaziantep Kolej Vakfı Özel Lisesi'nde, Üniversiteyi Ankara Üniversitesi Dişhekimliği Fakültesi'nde okudu. 2006-2009 yıllarında Gaziantep H Tipi Ceza İnfaz Kurumunda, 2009-2011 yıllarında Şehitkamil Ağız ve Diş Sağlığı Merkezi'nde görev yaptı. 2012 yılından itibaren Gaziantep Üniversitesi Dişhekimliği Fakültesi Restoratif Diş Tedavisi Anabilim Dalı'nda Araştırma Görevlisi olarak görev yapmaktadır.

