



T. C.

GAZIANTEP ÜNİVERSİTESİ

DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ

**FARKLI BEYAZLATMA UYGULAMA SÜRELERİNİN DİŞ RENGİ VE
MİNERAL DEĞİŞİMİ ÜZERİNE ETKİSİ**

Zeyneb Merve ÖZDEMİR

UZMANLIK TEZİ

RESTORATİF DİŞ TEDAVİSİ ANABİLİM DALI

DANIŞMAN

Dr. Öğr. Üyesi Derya SÜRMEİİOĞLU

Gaziantep

2020

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

**FARKLI BEYAZLATMA UYGULAMA SÜRELERİNİN DİŞ RENGİ VE
MİNERAL DEĞİŞİMİ ÜZERİNE ETKİSİ**

Zeyneb Merve ÖZDEMİR

Tez Savunma Tarihi: 21.02.2020

Dış Hekimliği Fakültesi Dekanlığı Onayı

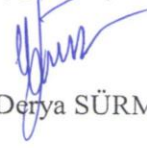


Prof. Dr. Kamile ERCİYAS

Dış Hekimliği Fakültesi Dekanı

Dış Hekimliği Fakültesi Dekanlığına;

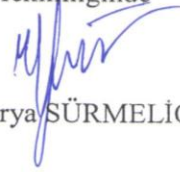
Bu çalışmanın bir “Dış Hekimliğinde Uzmanlık” derecesi için uygun ve yeterli bir çalışma olduğunu onaylıyorum.



Dr. Öğr. Üyesi Derya SÜRMEİİOĞLU

Restoratif Dış Tedavisi Anabilim Dalı Başkanı

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



Dr. Öğr. Üyesi Derya SÜRMEİİOĞLU

Tez Danışmanı

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

Tez Jürisi

İmza

Prof. Dr. Esra CAN EROĞLU

Prof. Dr. İhsan HUBBEZOĞLU

Dr. Öğr. Üyesi Derya SÜRMEİİOĞLU



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.

21.02.2020

Zeyneb Merve ÖZDEMİR

TEŞEKKÜRLER

Uzmanlık eğitimim boyunca ve tezimin hazırlanmasında tüm fedakârlığıyla bütün tecrübesini, bilgi ve deneyimini benimle paylaşan ve ihtiyaç duyduğum her an bana yol göstererek desteğini esirgemeyen tez danışmanım ve çok değerli canım hocam Sayın Dr. Öğr. Üyesi Derya SÜRMEİİÖĞLU'na,

Tez çalışmamdaki gelişmeleri değerlendirerek bana yardımcı olan, değerli bilgilerini ve engin tecrübelerini esirgemeyen tez jüri üyeleri Sayın Prof. Dr. Esra CAN EROĞLU ve Prof. Dr. İhsan HUBBEZOĞLU hocalarıma,

Uzmanlık eğitimim boyunca birlikte çalışmaktan mutluluk duyduğum ve desteklerini her zaman hissettiğim sevgili çalışma arkadaşlarım Uzm. Dt. Sevim ATILAN YAVUZ, Uzm. Dt. Halime KOLSUZ ÖZÇETİN, Arş. Gör. Zeynep ÇİFÇİ, Arş. Gör. Necla Ezgi YENİÇERİ, Arş. Gör. Mehmet DURDU ve Arş. Gör. Ayşenur GÜNGÖR BORSÖKEN'e,

Abim İbrahim Enes ÖZDEMİR ve kardeşim aynı zamanda meslektaşım Mustafa Asım ÖZDEMİR'e

Maddi ve manevi destekleriyle her zaman yanımda olan ve beni bugünlere getiren, aldığım tüm kararlarda arkamda olan, desteklerinden güç aldığım ve bana gösterdikleri sonsuz sevgi için her zaman minnet duyacağım canım annem İmran ÖZDEMİR'e ve babam Necati ÖZDEMİR'e, sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

BEYAN	
TEŞEKKÜRLER.....	i
KISALTMALAR ve SİMGELER.....	v
ŞEKİLLER LİSTESİ	vii
RESİMLER LİSTESİ.....	viii
TABLolar LİSTESİ	ix
ÖZET	1
ABSTRACT.....	2
1. GİRİŞ VE AMAÇ	3
2. GENEL BİLGİLER	5
2.1 Renk ve Renk Algısı	5
2.2 Dişlerde Görülen Renklenme Nedenleri	7
2.2.1 Dışsal renklenmeler	7
2.2.1.1 Metalik olmayan renklenmeler.....	7
2.2.1.2 Metalik renklenmeler.....	8
2.2.2 İçsel renklenmeler.....	9
2.2.2.1 Metabolik hastalıkların sebep olduğu içsel renklenmeler	9
2.2.2.1.A Fenilketonüri.....	9
2.2.2.1.B Konjenital eritropoetik porfiri.....	9
2.2.2.1.C Konjenital hiperbilurubinemi.....	9
2.2.2.2 Kalıtsal hastalıkların neden olduğu içsel renklenmeler.....	10
2.2.2.2.A Amelogenezis imperfekta	10
2.2.2.2.B Dentin defektleri	10
2.2.2.2.C Dentinogenezis imperfekta	10
2.2.2.2.D Dentinal displazi	10
2.2.2.3 İatrojenik nedenlerle oluşan içsel renklenmeler	11
2.2.2.3.A Tetrasiklin renklenmesi	11
2.2.2.3.B Florozis	11
2.2.2.4 Travma nedeni ile oluşan içsel renklenmeler	12
2.2.2.4.A Pulpal hemorajiler.....	12
2.2.2.4.B Diş sert dokularının rezorpsiyonu.....	12
2.2.2.4.C Mine hipoplazisi	12
2.2.2.4.D Dentin hiperkalsifikasyonu.....	13

2.2.2.5	İdiopatik nedenlerle oluşan içsel renklenmeler	13
2.2.2.6	Yaşlanma nedeniyle oluşan içsel renklenmeler	13
2.2.3	İnternalize renklenmeler	13
2.2.3.1	Diş çürükleri	13
2.2.3.2	Restoratif materyaller	14
2.2.3.3	Dişeti çekilmesi ve aşınmalar	14
2.3	Diş Hekimliğinde Beyazlatma Tedavisi ve Tarihçesi	14
2.4	Diş Beyazlatma Tedavisinde Kullanılan Materyaller	15
2.4.1	Hidrojen peroksit (HP).....	16
2.4.2	Karbamid peroksit (KP).....	17
2.4.3	Sodyum perborat (SP).....	18
2.5	Diş Beyazlatma Tedavisinin Mekanizması	18
2.5.1	Hidrojen peroksitin aktivasyon prensipleri	19
2.5.1.1	Termokataliz	19
2.5.1.2	Fotoliz	19
2.5.1.3	Kimyasal kataliz	19
2.6	Diş Beyazlatma Tedavisini Etkileyen Faktörler	19
2.7	Diş Beyazlatma Yöntemleri	20
2.7.1	Vital dişlerde beyazlatma tedavileri	20
2.7.1.1	Ofis tipi beyazlatma tedavileri.....	20
2.7.1.1.A	Sadece beyazlatma ajanı kullanılarak yapılan beyazlatma.....	21
2.7.1.1.B	Hidroklorik asit ile yapılan mikroabrazyon	21
2.7.1.1.C	Power bleaching	22
2.7.1.1.D	McInnes tekniği	22
2.7.1.2	Hekim kontrolünde uygulanan ev tipi beyazlatma	22
2.7.1.3	Hekim kontrolü olmaksızın yapılan beyazlatma (OTC)	23
2.7.1.4	Kombine olarak yapılan beyazlatma tedavisi	24
2.7.2	Devital dişlerde beyazlatma tedavileri.....	24
2.8	Beyazlatma Tedavisinin Yan Etkileri	25
2.8.1	Beyazlatma tedavisinin mine üzerine etkileri	25
2.8.2	Beyazlatma tedavisinin dentin üzerine etkileri	26
2.9	Dişlerin Optik Özellikleri.....	26
2.10	Diş Hekimliğinde Kullanılan Renk Ölçüm Yöntemleri.....	27
2.10.1	Renk skalaları	27

2.10.2	Kolorimetreler.....	27
2.10.3	Spektrofotometreler	27
2.11	Diş Beyazlatma Tedavisinde Kullanılan Işık Kaynakları	28
2.12	Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografiler (KIBT).....	28
2.13	Eroziv Yüzey Analiz Yöntemleri.....	29
2.13.1	Taramalı elektron mikroskobu (SEM).....	29
2.13.2	Taramalı elektron mikroskobu-enerji dağılımlı X ışını spektroskopisi (SEM-EDX).....	29
2.13.3	Micro-BT	29
2.13.4	Atomik kuvvet mikroskobu (AFM).....	30
2.13.5	Mikrosertlik testi.....	30
2.13.6	Kimyasal Analiz	31
3.	GEREÇ VE YÖNTEM	32
3.1	Çalışmada Kullanılan Dişleri Seçimi	32
3.2	Kullanılan Materyaller	33
3.2.1	Spektrofotometre cihazı ile ölçümlerin yapılması	33
3.2.2	SEM-EDX cihazı ile ölçümlerin yapılması	34
3.3	Grupların Oluşturulması ve Beyazlatma Tedavisi	35
3.4	İstatistiksel Analiz.....	37
4.	BULGULAR	39
4.1	Renk Değerleri İçin Yapılan Analizler	39
4.1.1	ΔE_{00} değerine ait bulgular.....	39
4.1.2	L* değerine ait bulgular	40
4.1.3	a* değerine ait bulgular.....	42
4.1.4	b* değerine ait bulgular	44
4.2	Mineral Değişimi İçin Yapılan Analizler.....	47
4.2.1	Ca mineraline ait bulgular.....	47
4.2.2	P mineraline ait bulgular	48
4.2.3	Mg mineraline ait bulgular	50
4.2.4	Na mineraline ait bulgular	51
5.	TARTIŞMA VE SONUÇ	53
6.	KAYNAKLAR.....	65
7.	EKLER	83
8.	ÖZGEÇMİŞ	85

KISALTMALAR ve SİMGELER

ADA	Amerikan Diş Hekimleri Birliği/American Dental Associated
AFM	Atomik Kuvvet Mikroskop
ANOVA	Tek Yönlü Varyans Analiz
BT	Bilgisayarlı Tomografi
°C	Santigrat
Ca	Kalsiyum
CBCT	Cone Beam Computed Tomography
ccu	Renk değişim üniti
CIE	Comission Internationale de l'Eclairage
dk	Dakika
DNA	Deoksiribo Nükleik Asit
EDX	Enerji dağılımlı X-ışını spektroskopisi/Enerji Dispersive X-Ray Spektroskopi
FOV	Görüş Alanı
h	Planck Sabiti
HP	Hidrojen Peroksit
HCl	Hidroklorik asit
H ₂ O ₂	Hidrojen Peroksit
IR	Kızılötesi Işık
KIBT	Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi
KP	Karbamid Peroksit
kV	Kilovolt
kJ/mol	Kilojule/molekül
LED	Light Emitting Diode
LSD	En Küçük Anlamlı Fark/Least Significant Difference

Mg	Magnezyum
mg/ l	Miligram/litre
mg	Miligram
ml	Mililitre
mm	Milimetre
Na	Sodyum
NaOCl	Sodyum hipoklorit
nm	Nanometre
OH ⁻	Hidroksil
P	Fosfor
PAC	Plazma Arc Lambaları
pH	Asidite katsayısı
ppm	Milyonda bir birim/Parts per million
OCT	Over the Counter
QTH	Quartz Tungsten Halojen
SEM	Taramalı Elektron Mikroskopu/Scanning Electron Microscope
sgu	Shade Guide Unit
SP	Sodyum Perborat
Δ	Delta
ν	Frekans
UV	Ultraviyole
Mikro-BT	Mikro-Bilgisayarlı Tomografi

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 3.1: Çalışma Grupları	36
Şekil 4.1: Gruplar arası ortalama ΔE_{00}^* değerleri	40
Şekil 4.2: Tüm gruplar için zamana bağlı ortalama L^* değerleri	42
Şekil 4.3: Tüm gruplar için zamana bağlı ortalama a^* değerleri	44
Şekil 4.4: Tüm gruplar için zamana bağlı ortalama b^* değerleri	46
Şekil 4.5: Tüm gruplar için ağırlıkça (%) ortalama Ca değerleri	48
Şekil 4.6: Tüm gruplar için ağırlıkça (%) ortalama P değerleri	49
Şekil 4.7: Tüm gruplar için ağırlıkça (%) ortalama Mg değerleri	51
Şekil 4.8: Tüm gruplar için ağırlıkça (%) ortalama Na değerleri	52



RESİMLER LİSTESİ

Resim 3.1: Spektrofotometre Cihazı ve Ölçümlerin Yapılması.....	34
Resim 3.2: SEM-EDX Cihazı	34
Resim 3.3: SEM-EDX Cihazına Örneklerin Yerleştirilmesi	35
Resim 3.4: Opalescence Boost PF %40	36
Resim 3.5: Beyazlatma uygulama aşamaları (a. Beyazlatma uygulaması öncesi, b-c. Beyazlatma uygulaması, d. Beyazlatma uygulaması sonrası)	37



TABLULAR LİSTESİ

Tablo 3.1: Çalışmada kullanılan materyallerin marka, model ve üretici firmaları.....	33
Tablo 4.1: Tüm grupların standart sapma ve ortalama ΔE_{00} değışimi değeri.....	39
Tablo 4.2: Tüm grupların standart sapma ve ortalama L^* değeri ($L^* \pm ss$).....	41
Tablo 4.3: Tüm grupların standart sapma ve ortalama a^* değeri ($a^* \pm ss$).....	43
Tablo 4.4: Tüm grupların standart sapma ve ortalama b^* değeri ($b^* \pm ss$).....	45
Tablo 4.5: Tüm gruplar için standart sapma ve Ca mineralinin ortalama ağırlıkça (%) değeri	47
Tablo 4.6: Tüm gruplar için standart sapma ve P mineralinin ortalama ağırlıkça (%) değeri	48
Tablo 4.7: Tüm gruplar için standart sapma ve Mg mineralinin ortalama ağırlıkça (%) değeri	50
Tablo 4.8: Tüm gruplar için standart sapma ve Na mineralinin ortalama ağırlıkça (%) değeri	51

ÖZET

FARKLI BEYAZLATMA UYGULAMA SÜRELERİNİN DİŞ RENGİ VE MİNERAL DEĞİŞİMİ ÜZERİNE ETKİSİ

Zeyneb Merve ÖZDEMİR

Uzmanlık tezi, Restoratif Diş Tedavisi Anabilim Dalı
Tez Danışmanı: Dr. Öğr. Üyesi Derya SÜRMEİİÖĞLU
Şubat 2020, 85 sayfa

Bu çalışmanın amacı; farklı sürelerde uygulanan beyazlatma ajanının mine yüzeyinde meydana getirdiği renk ve mineral değişimlerinin değerlendirilmesidir. 60 adet periodontal nedenlerle çekilmiş çürüksüz alt santral diş, mineral (n=24) ve renk değişimi (n=36) için kullanılmak üzere konik ışınli bilgisayarlı tomografi (KIBT) ölçümleri sonrası mine ve dentin kalınlıkları açısından standardize edildi. Dişler renk (n=12) ve mineral değişimi (n=8) ölçümleri için farklı beyazlatma sürelerine göre 3 gruba ayrıldı. Mineral değişimi için örnekler beyazlatma uygulaması öncesi ve uygulamadan 2 hafta sonra Taramalı Elektron Mikroskobu-Enerji Dağılımlı X Işını (SEM-EDX, Jeol Inc., Tokyo, Japonya) cihazı ile incelendi. Renk değişimi için ise örneklerin ölçümü spektrofotometre cihazı (VITA EasyShade 4.0, Zahnfabrik, Bad Sackingen, Almanya) ile yapıldı. Tüm grupların beyazlatma uygulaması Opalescence Boost PF %40 jeli (Ultradent Products, Inc., South Jordan, Utah, ABD) ile Grup 1'de 20 dakika (dk), Grup 2'de 40 dk ve Grup 3'te ise 60 dk olmak üzere uygulandı. Beyazlatmanın etkinliğini tespit etmek amacıyla uygulamadan 24 saat, 7 ve 14 gün sonra renk ölçümleri tekrarlandı. Grup içi karşılaştırmada; normal dağılmayan bağımlı değişkenlerin analizinde Friedmann ve Wilcoxon testleri kullanılırken, normal dağılan bağımlı değişkenler için tekrarlayan ölçümlü varyans analizi ve paired t testi kullanıldı. Gruplar arası karşılaştırmada, bağımsız değişkenlerdeki normal dağılımlar için ANOVA ve LSD testleri, normal olmayan dağılımlar için Kruskal-Wallis ve Dunn testleri kullanıldı. $p < 0.05$ anlamlı kabul edildi. Çalışmada renk değişimi açısından tüm gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark görüldü ($p < 0.05$). Mineral değişimi açısından ise tüm gruplarda fosfat (P), magnezyum (Mg) ve sodyum (Na) elementleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark görülürken ($p < 0.05$); kalsiyum (Ca) minerali için anlamlı fark saptanmadı ($p > 0.05$). Tüm çalışma gruplarında etkin beyazlatma elde edilmiştir. Sonuçlar beyazlatma etkinliği ve mineral değişimi açısından çok yönlü olarak değerlendirildiğinde en ideal beyazlatma süresi 40 dk (Grup 2) olarak tespit edilmiştir.

Anahtar Sözcükler: Ofis tipi beyazlatma, SEM-EDX, renk değişimi, mineral içeriği, spektrofotometre

ABSTRACT

EFFECTS OF DIFFERENT BLEACHING APPLICATION TIME ON TOOTH COLOR AND MINERAL ALTERATION

Zeyneb Merve ÖZDEMİR

Postgraduate Thesis, Department of Restorative Dentistry

Supervisor: Assist. Prof. Derya SÜRMEİİOĞLU

February 2020, 85 Pages

The aim of this study was to evaluate the color and mineral changes caused by the bleaching agent applications at different durations on the enamel surface. 60 caries-free lower central teeth extracted for periodontal reasons were standardized for enamel and dentin thickness after cone-beam computed tomography (CBCT) measurements in terms of mineral (n=24) and color change (n=36). All teeth were divided into 3 groups according to different bleaching durations for color (n = 12) and mineral change (n = 8) measurements. The samples for mineral change were examined with the scanning electron microscopy-energy scattering X-ray (SEM-EDX, Jeol Inc., Tokyo, Japan) device before and 2 weeks after the application. For color change, the measurement of the samples was performed with spectrophotometer device (VITA EasyShade 4.0, Zahnfabrik, Bad Sackingen, Germany). Opalescence Boost PF 40% (Ultradent Products, Inc., South Jordan, Utah, USA) was applied for 20 minutes (min) in Group 1, 40 minutes in Group 2 and 60 minutes in Group 3. In order to determine the efficacy of bleaching, color measurements were repeated at 24 hours, 7 and 14 days after the application. In the intragroup comparison, Friedmann and Wilcoxon tests were used for non-normally distributions, while repeated variance analysis and paired t test were used for normally distributions in dependent variables. In the intergroup comparison, ANOVA and LSD tests were used for normally distributions, while Kruskal-Wallis and Dunn tests were used for non-normally distributions in independent variables. $p < 0.05$ was considered significant. In the study, statistically significant difference was observed between all groups in terms of color change ($p < 0.05$). In terms of mineral change, there was a statistically significant difference between phosphate (P), magnesium (Mg) and sodium (Na) elements in all groups ($p < 0.05$), but there was no significant difference for calcium (Ca) mineral ($p > 0.05$). Effective whitening was achieved in all study groups. When the results are evaluated as versatile in terms of bleaching effectiveness and mineral change, the most ideal bleaching duration was determined as 40 minutes (Group 2).

Key Words: Office type bleaching, SEM-EDX, color change, mineral content, spectrophotometer

1. GİRİŞ VE AMAÇ

Restoratif diş hekimliğinin amacı; kaybedilen diş dokularını restore etmek, dişe ideal mekanik özellikler sağlamak ve en önemlisi de hastaların estetik beklentilerini karşılamaktır. Estetik diş hekimliğinin amacı ise dişlerin; dişetleri, çevre yumuşak dokular ve yüz ile uyum içerisinde olmasını sağlayarak daha güzel bir gülümseme elde etmektir (1). Günümüzde birçok birey güzel ve düzgün bir gülümsemeye sahip olmak istemektedir. Bu durum her yaş grubu için geçerli olup dişlerin nasıl görüldüğünü, şekil ve boyutu önemli hale getirir (2).

Son yıllarda restoratif diş hekimliğinde meydana gelen gelişmeler ile birlikte özellikle dişlerdeki renk ve şekil ile ilgili problemlerinin tedavisi kolaylıkla sağlanabilmektedir. Bunun yanı sıra renk problemi olan dişlerin tedavisinde ise daha konservatif olması sebebiyle beyazlatma, tedavi seçeneği olarak sıklıkla tercih edilmektedir. Beyazlatma işlemi sonrası çift karbon bağlı bileşikler (koyu renkli, yüksek molekül ağırlıklı) tek karbon bağlı bileşikler (açık renkli, düşük molekül ağırlıklı) haline gelir. Günümüzde yapılan beyazlatma tedavilerinde genellikle temel olarak hidrojen peroksit (HP) ve türevleri tercih edilmektedir (3). Çeşitli uygulama yöntemlerine göre farklı konsantrasyonlarda kullanılmakta olan HP, çok sayıda serbest radikal üretme kabiliyetine sahiptir. Atomik ya da moleküler yapıda tek elektron taşıyan ve çiftlenmemiş halde bulunan bir veya daha fazla moleküle serbest radikal (reaktif oksijen molekülleri) denilmektedir (4). Serbest radikaller, hücrelerde yer alan lipit, protein, karbonhidrat ve DNA gibi bileşiklere etki edebilmektedir (5).

Vital dişlere uygulanan beyazlatma tedavi yöntemleri ev tipi beyazlatma (at-home bleaching), ofis tipi beyazlatma (in-office bleaching) ve her ikisinin birlikte uygulandığı yöntem olmak üzere 3'e ayrılmaktadır. Ev tipi beyazlatmada, düşük konsantrasyonda HP ihtiva eden jeller özel apeareyler ile kullanılırken; ofis tipi beyazlatmada, yüksek konsantrasyondaki jeller 1 saat gibi kısa bir sürede uygulanmaktadır (6).

Beyazlatma ajanlarının diş sert dokusu üzerine olan etkisiyle ilgili farklı görüşler olmakla birlikte, genel olarak işlemin, minenin abrazyon direnci, ve mikro sertliğinde azalmaya sebep olduğu, aynı zamanda mineral yapısını değiştirdiği ortaya konmuştur (7). Yapılan çalışmalarda, beyazlatma ajanının mine mikro sertliğinde ve mineral içeriğinde azalma (8, 9), elastisite modülünde değişim (10-14) gibi yapısal

değişikliklere neden olduğu gösterilmiştir. Bu açıdan beyazlatma ajanlarının dental sert dokular üzerine etkisinin incelenmesi önemlidir.

Beyazlatma uygulaması sonrası renk etkinliği; görsel renk skalaları, kolorimetreler, spektrofotometreler ve bilgisayar destekli programlar ile değerlendirilebilmektedir (15). Renk algısı subjektif olduğundan dolayı görsel renk skalaları kullanmak yerine, renk aralığının üç boyutlu olarak belirlendiği kolorimetre ya da spektrofotometrelerin kullanımı daha çok tercih edilmektedir. Bu cihazların tercih edilmesi ile birlikte yapılan in vitro ve in vivo çalışmalarda daha objektif sonuçlar ortaya konmuştur (16).

Spektrofotometrelerle elde edilen ölçümlerin değerlendirilmesi sırasında “Commission Internationale de l’Eclairage” (CIE) tarafından belirlenen formüller kullanılır (17). Bu formüllerden biri olan CIE L*a*b*, sert ve yumuşak oral dokular ile dental materyallerin rengini belirleyebilmek için yaygın olarak kullanılmaktadır (18, 19) ancak görsel algıyı tam olarak sağlamaz. Diğer formül ise CIE L*a*b* renk farkı formülündeki tekdüzeliğin giderildiği CIEDE2000 renk formülüdür (17). CIEDE 2000 renk sistemi, CIEL*a*b* sistemi yerine daha iyi bir alternatif olarak sunulmuştur (20, 21).

Bu çalışmanın amacı farklı sürelerde uygulanan beyazlatma jelinin mine yapısında meydana getirdiği mineral değişimini taramalı elektron mikroskopu enerji dağılımlı X-ışını (SEM-EDX) cihazı ile değerlendirirken; renk etkinliğini spektrofotometre cihazı ile tespit etmektir.

2. GENEL BİLGİLER

2.1 Renk ve Renk Algısı

Son yıllarda estetik alginın gelişmesiyle birlikte dişlerin şekil, boyut ve görünümünün genel vücut estetiğindeki önemi hızla artmıştır. Dişlerdeki renklenmeler, özellikle ön bölgede ciddi estetik sorunlar meydana getirmekte ve bireylerin sosyal yaşamlarını olumsuz etkilemektedir. Bu nedenle mevcut renklenmeleri gidermek veya minimuma indirmek tedavi açısından önemli rol oynar.

Restoratif diş hekimliği açısından diş renginin temel parametreleri önem teşkil etmektedir. Işık, diş ile karşı karşıya geldiğinde; ışığın dişi geçmesi (a), yüzeyde yansımaları (b), dokularda absorpsiyonu (c) ve ışığın dağılması (d) gibi dört farklı olgu gözlenmektedir. Diş rengi, dağılan ışığın hacmi ile belirlenir (22). Sağlıklı mine mavibeyaz, gri-beyaz, sarı ve bunların tonları arasında değişkenlik gösteren renk skalasına sahiptir. Saydam yapıdaki mine, alttaki dentinin rengini yansıtarak kahverengi-sarımsı görünür. Mine kalınlığı, okluzal ve insizal kenarlara doğru artarken, servikal bölgeye doğru azalır. Bu durum, insizal kenardaki minenin mavimsi renkte görünmesine sebep olur. Yaşlanmayla birlikte dişlerde bir takım fizyolojik değişiklikler meydana gelmektedir. Minenin sahip olduğu ışık geçirgenliği; sekonder dentin yapımına bağlı artan dentin kalınlığı ve minedeki mineralizasyon ile artmaktadır. Dişeti çekilmesi de diş rengini doğrudan veya dolaylı etkileyebilir.

Diş renginin incelendiği ortamın şartları son derece önemlidir. Işık kaynağı, güneş ışınlarının geliş açısı, çevresel koşullar ve dişin incelendiği açı renk algısını etkileyen faktörler arasındadır. Farklı dalga boylarında incelenen dişlerin farklı renkler göstermesine metamerizm adı verilir. Diş rengini belirlerken metamerizmin etkilerini azaltmak amacıyla standart bir ışık kaynağı kullanılmalıdır (23).

Renk algısı subjektif bir olgu olduğundan dolayı renklerin tespit edilmesi ve karşılaştırılması oldukça güçtür. Culpepper ve ark.'nın (24) yaptığı bir çalışmada aynı diş için hem farklı hekimler tarafından hem de farklı zamanlarda yapılan renk seçiminin değişkenlik gösterdiği bildirilmiştir. Bu durumu elimine etmek amacıyla birçok renk rehberi geliştirilmiştir. Renk, munsell renk aralığına göre; ton (hue), açıklık-koyuluk (value) ve doygunluk (chroma) olarak tarif edilir (25). Ton (hue); renk çeşidi olup

renkler arasındaki farkı belirlerken; açıklık-koyuluk (value); siyah ve beyaz arasındaki kontrastı tanımlar. Chroma ise rengin doygunluk derecesidir. Miller ve ark. (26) bu üç boyutlu renk sistemine dördüncü bir boyut olarak opaklık ve yarı saydamlığı eklemeyi önermiştir.

Diğer bir alternatif renk değerlendirme sistemi de CIE tarafından tanımlanan L*a*b* sistemidir. Bu sistemde L*; rengin açıklığını belirtir ve dikey bir eksen üzerinde siyahtan beyaza doğru uzanan bir değişimi ifade eder. Ton (hue) ve doygunluk (chroma) ise bu sistemde yatay düzlem üzerinde a* (yeşil ve kırmızı) ve b* (mavi ve sarı) olarak gösterilir (27). Günümüz diş hekimliğinde, CIE renk sisteminin en çok kullanılan 2 renk değişim formülü; CIE L*a*b* ve daha yeni bir formülasyon olan CIEDE2000'dir. Bu formüllerde renk değişimi ΔE ile gösterilir (28). CIE L*a*b*'a göre renk değişimi;

$$\Delta E = \sqrt{(L_2 - L_1)^2 + (a_2 - a_1)^2 + (b_2 - b_1)^2}$$

formülü ile hesaplanmaktadır (28).

CIEDE2000 renk değişim formülü, belirli durumlardaki küçük renk değişimlerinin tespitinde, homojen olmayan CIE L*a*b* renk alanının düzensizliklerini gidermek için geliştirilmiş bir formüldür. Endüstriyel renk değişiminin hesaplanmasında kullanılan formül; ışığın, doygunluk ve ton değerlerinin ve ton-doygunluk ilişkisinin renk değişimi üzerine meydana getirdiği etkinin düzenlenmesiyle geliştirilmiştir (29). Ayrıca ISO 11664-6:2014 (CIE S 014-6/E:2013) standardı olarak 31 Ocak 2014'te kabul edilmiştir. CIE L*a*b* sisteminde beş farklı düzenleme yapılarak CIEDE2000 formülü oluşturulmuştur.

* Yeni S_L fonksiyonu (seçikleştirme etkisi) (crispning effect)

* CIE94 tarafından önerilen S_C fonksiyonu

* Hem C^*_{ab} ve hem H_{ab} 'ye bağlı yeni S_H fonksiyonu

* Dönme terimi R_T

* Yeni bir a^* ölçeği (Sadece renk farkı amaçlı)

CIEDE2000 formülasyonu;

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

şeklindedir (30).

CIE L*a*b* formülasyonuna göre daha karmaşık görünen bu formülde renk farkı hesaplaması için yeni elemanlar eklenmiştir. CIEDE2000 formülünde belirtilen S_L, S_C, S_H ve R_T gibi parametreler, CIE L*a*b* sistemindeki tekdüzeliği gidermek amacıyla ilave edilmiştir. K_L, K_C, K_H gibi faktörler ise deneysel izleme koşullarına bağlı olan hesapsal düzeltmelerdir. S_L parametresi ölçme farklılığı açısından CMC, BFD ve CIE94 formüllerine göre ana farkı oluşturan asıl faktördür. CIEDE2000 formülünde bulunan bu fonksiyon seçikleştirme etkisi ile ilişkilidir. L* değerlerinin arka plandaki değişimlerinin etkisi S_L'yi oluşturur. Siyah fonda görünen gri ton ile beyaz fonda görünen gri ton arasında gözlemciye bağlı değişen algı mekanizması buna örnek olabilir (31).

$$S_L=1+[0,015(L^*-50)^2 / (20+(L^*-50)^2)^{1/2}]$$

formülü ile hesaplanmaktadır.

K_L, K_C, K_H fonksiyonları gözlemin yapıldığı yerin koşulları ile alakalıdır ve tekstil endüstrisinde K_L=2 değeri kullanılırken, çoğu endüstriyel ölçüm ve renk değişiminin değerlendirilmesinde ise K_L=1 değeri kullanılmaktadır. Bu farklılık ise renk ölçümü yapılan numunenin yüzey yapısı, gözlem yapılan ortam ve cihazının ışık değerlerinden kaynaklanır (32).

2.2 Dişlerde Görülen Renklenme Nedenleri

Dişlerde görülen renklenmeler; lokalizasyonuna göre iç kökenli, dış kökenli ve internal renklenmeler olarak sınıflandırılır (33).

2.2.1 Dışsal renklenmeler

Dışsal renklenmeler metalik ve metalik olmayan renklenmeler olmak üzere ikiye ayrılır.

2.2.1.1 Metalik olmayan renklenmeler

Bu tip renklenmelerde, dental plak ya da pelikülün yapısına penetre olan maddeler dişin boyanmasına neden olur. Bazı yiyecek ve içecekler, antiseptik gargaralar ve ilaçlar bu durumun etkeni olabilir. Kötü ağız hijyenine sahip bireylerde bu renklenme yeşil-turuncu iken, ağız hijyeni iyi olan bireylerde ise siyah/kahverengi görünmektedir (34).

2.2.1.2 Metalik renklenmeler

Bu renklenmeler, mesleki olarak metal tuzlarına maruz kalan bireylerde ya da alınan ilaçlara bağı olarak görülmektedir. Bu duruma örnek olarak; demir madeninde çalışan ya da demir tabletleri kullanan bireylerde karakteristik olarak siyah renklenmeler gözlenmesi verilebilir (35). Aynı şekilde uzun süre ağız gargaraları kullanan bireylerde içeriklerine göre bakır ve gümüş nitrat (AgNO_3) yeşil, (36, 37) potasyum permanganat (KMnO_4) eflatun-siyah, kalay florür (SnF_2) ise kahverengi (38, 39) renklenmelere sebep olmaktadır.

Bu sınıflandırmada meydana gelen renklenmenin mekanizması açıklanamamıştır. Daha sonraki yıllarda bu soruna çözüm getirmek için, Nathoo ve ark. (40) tarafından yeni bir sınıflama önerilmiştir. Bu yeni sınıflamada diş renklenmeleri; tip N1, N2 ve N3 olarak sınıflandırılmıştır.

Bu renklenme tiplerinden biri olan N1 tipi renklenmeye, diş dış zarı sebep olur. Renklenme, elektrostatik kuvvetlerin etkisiyle birlikte tükürük içeriğinin mineye afinitesi ile ilişkilendirilmiştir. Bunun nedeni minenin, tükürük içerisinde yer alan proteinlerin seçici adezyonuna izin verecek şekilde negatif yüklü olmasıdır (41). Çay ve kahve gibi bazı gıdalar diş yüzeylerinde direkt olarak renklenmeye neden olur. Meydana gelen renklenme alınan gıda ile benzer şekildedir. Bu maddelerdeki kromojenler tanin (profenol) olarak bilinmektedir (42). Taninlerin diş yüzeyine bağlanmak için iyon değişim mekanizmasını kullandıkları ve çift bağlar oluşturarak renklenmeye neden oldukları tahmin edilmektedir (43).

Diğer bir çeşit renklenme olan N2 tip renklenmede ise diş dış zarına bağlandıktan sonra renk değiştiren pigmentler ön plana çıkar. N2 tip renklenmeye örnek olarak; yaşla birlikte diş dış zarının kahverengiye dönmesi ya da interproksimal alanlarda meydana gelen sarı renklenmeler verilebilir. N1 tip renklenme zaman içerisinde N2 tip renklenmeye dönüşebilmektedir. Renk değişikliği ya da renkte meydana gelen yoğunlaşma, profenollerin yapısında bulunan hidroksil (OH^-) grupları ile metallerde bulunan katyonlar arasındaki kimyasal reaksiyon ile oluşmaktadır.

Çeşitli renksiz (prekromojen) materyallerin diş yapısına tutunarak meydana getirdiği kimyasal reaksiyonlar ile birlikte kromojen oluşturmalarına ise N3 tip renklenme adı verilmektedir. Bu maddeler çeşitli fiziksel kuvvetlerin etkisiyle tutunur. N3 tip

renklenmeler; pelikılda yer alan proteinlerin sülfidril grupları ile kalay ve demir iyonları arasındaki redoks reaksiyonu sonucu meydana gelir (39).

2.2.2 İçsel renklenmeler

Diş germlerinin gelişimi sırasında meydana gelen iç kökenli renklenmeler, dişlerin yapısını oluşturan sert dokuların yapısal kompozisyonlarını ve kalınlıklarını farklılaştırıp dişlerin ışık geçirgenliği özelliğini değiştirir. Erişkin dişlerdeki içsel renklenmeye çeşitli faktörler etki eder (44, 45). Metabolik ve genetik hastalıklar, iatrojenik ve idiopatik nedenler, yaşlanma ve travma sonucu oluşan renklenmeler içsel renklenmelerin meydana gelmesinde etkilidir (33, 46, 47). Bunlar sürme öncesinde ya da sonrasında oluşabilmektedir.

2.2.2.1 Metabolik hastalıkların sebep olduğu içsel renklenmeler

Fenilketonüri, konjenital eritropoetik porfiri, konjenital hiperbilurubinemi gibi birçok sistemik hastalık iç kökenli renklenmelere neden olmaktadır.

2.2.2.1.A Fenilketonüri

Fenilketonüri; esansiyel bir aminoasit olan fenilalenini tirozine çeviren fenilalenin hidroksilaz aktivitesinin yokluğunda ortaya çıkan otozomal resesif bir hastalıktır. Bu tür vakalarda sürekli dişlerin dentin dokusu kahverengi görülür.

2.2.2.1.B Konjenital eritropoetik porfiri

Vücutta bulunan porfirin metabolizmasındaki bozukluğa bağlı olarak açığa çıkan hematoporfiri, kemik ve dişlerde depolanmaktadır. Bu durum dişlerde eritrodonti adı verilen ve beyazlatma tedavilerine yanıt vermeyen kırmızı-kahverengi renklenmelere neden olmaktadır (48).

2.2.2.1.C Konjenital hiperbilurubinemi

Bu hastalıkta ise hemoliz sonrası oluşan yıkım ürünleri, dişlerde sarı-yeşil renklenmelere sebep olmaktadır. Hafif yeni doğan sarılığı yaygın olarak görülmesine rağmen, kan uyuşmazlığı nedeni ile görülen şiddetli hemoliz sonucu pigmentler kalsifiye diş dokularında özellikle neonatal çizgide birikerek renklenmelere neden olur (49).

2.2.2.2 Kalıtsal hastalıkların neden olduğu içsel renklenmeler

2.2.2.2.A Amelogenesis imperfekta

Amelogenesis, mine dokusunu etkileyen herediter bir hastalık olup minenin oluşumu sırasında mineralizasyonu ve matris kısmını etkilemektedir. Birçok alt tipi mevcut olup bunların büyük bir çoğunluğu otozomal dominant veya X kromozomuna bağılı geçiş gösterir (50, 51). Dişlerin görünümü ise bu alt tiplerin dokuyu ne kadar etkilediğine bağılı olarak değişmektedir. Hafif hipomatüre tipte dişlerin görünümü karlı mineden sarı-kahverengi sert mineye kadar farklılık gösterir (44).

2.2.2.2.B Dentin defektleri

Dentin defektleri, kalıtsal ya da çevresel etkenler ile oluşabilir (52).

2.2.2.2.C Dentinogenesis imperfekta

Dentinogenesis imperfekta 3 farklı tipten meydana gelir. Tip I, osteogenesis imperfekta ile ilişkili olup kemiklerde kırılabilirlik, sklerada mavi renk, eklemlerde elastisite ve dentin dokusunda opasite ile görülür. Mine yapısı kırılabilir olmasına rağmen pulpa odası nadiren tıkalıdır. Bu durum, tip I ve tip II'nin radyolojik olarak ayırıcı tanısında kullanılır (53).

Dentinogenesis imperfekta tip II, yaygın olarak süt dentisyonunda görülmektedir. Dişler genellikle mavi-mor ya da gri olup pulpa odaları tıkalıdır. Kırılabilir minenin diş dokusundan ayrılması sonucu dentin kolaylıkla aşınır ve mine-dentin bileşimi açığa çıkar. Dentin dokusu ağız ortamına açıldığında ise dentin tübüllerine kromojenlerin absorpsiyonu sonucu dişler, hızla kahverengiye dönüşür.

Tip III'te ise dişler tip I ve tip II'deki gibi görünmelerine rağmen süt dentisyonunda çok sayıda pulpa ekspozları meydana gelmekte ve radyografide ise kabuk görünümü oluşmaktadır (54).

2.2.2.2.D Dentinal displazi

Otozomal dominant geçiş gösteren tip I dentin displazisinde, süt ve daimi dişlerin kronları normal şekil ve forma sahip olmasına rağmen sarı renktedir. Radyografik olarak diş kökleri kısa ve konik yapıdadır. Pulpa odası ise genellikle tıkalı ve

karakteristik olarak radyolüsens görünümündedir. Tip II dentin displazisinde ise pulpa odasında birçok pulpa taşı vardır ve dişlerde kahverengi renklenmeler görülür.

2.2.2.3 İatrojenik nedenlerle oluşan içsel renklenmeler

2.2.2.3.A Tetrasiklin renklenmesi

Dişlerin gelişimleri sırasında sistemik olarak alınan tetrasiklin, kemik ve diş sert dokularında birikir (53, 55-57). Tetrasiklinin kemik ve diş sert dokularındaki hidroksiapatit kristallerinin yapısında bulunan kalsiyum (Ca) iyonları ile kompleks oluşturduğu bilinmektedir (44, 58). Bu duruma bağlı olarak en fazla renklenme dentinde görülür (44, 57). Daimi diş germelerinin gelişimi 12 yaşına kadar devam ettiğinden dolayı 12 yaş altı çocuklarda tetrasiklin kullanımı kontrendikedir.

Tetrasikline bağlı olarak dişler, sürme sırasında daha belirgin olmak üzere sarı ya da kahverengi renklenme göstermekte ve ışığa maruz kaldığında ise renk, kahverengiye dönmektedir. Bu değişim özellikle anterior dişlerde görülür.

Tetrasiklin renklenmesi, diş beyazlatma tedavisine en geç cevap veren ve tedavi süreci en uzun olan renklenme olarak bilinir (59). Yapılan bir çalışmaya göre; %10 ve %20'lik karbamid peroksit (KP) ile 1-6 ay arasında devam eden tedavinin etkili olduğu rapor edilmiş ve 90 ay sonra bile tedavi etkinliğinin devam ettiği görülmüştür (60, 61). Bunun yanı sıra KP ile birlikte peroksidaz ya da laktoperoksidaz gibi enzimlerin yüksek konsantrasyonlarda kullanılmasıyla daha etkin beyazlatma sağlanabildiği bildirilmiştir (62).

2.2.2.3.B Florozis

Dışardan florid alımı ile birlikte minede bazı değişimler meydana gelir. Bu durum, su kaynaklarından alınan florid ile ilgili olabileceği gibi tablet, gargara ve diş macunlarından alınan fazla miktardaki floride bağlı olarak da gelişebilir. Şiddeti yaşa ve alınan doza bağlı olan bu hastalığın minedeki yüzey görünümü hafif beyazlıktan diffuz opasitelere kadar farklılık gösterirken; renklenme ise opak tebeşirimsi beyazdan koyu kahverengi/siyaha kadar değişebilir (63). Kahverengi-siyah lekelenmeler, dişlerin sürme sonrası mine yüzeyinden kromojenlerin difüzyonu sonucu meydana gelmektedir (64). Florozis, içme suyunda flor (F) miktarının 1 ppm den fazla bulunduğu durumlarda oluşur. Bu durum bir mine hipoplazisi olarak değerlendirilir. Bunun nedeni; alınan

florid miktarının ameloblast metabolizmasını etkileyerek hipomineralize bir mine oluşumuna sebep olmasındır.

Floride bağı 3 tip renklenme meydana gelir. Bunlar; basit florozis, opak florozis ve çukurlu florozistir. Basit floroziste düz mine yapısı üzerinde kahverengi renklenmeler mevcut iken opak floroziste, mine yüzeyinde gri-beyaz noktalar görülmektedir. Çukurlu floroziste ise minede çeşitli defektler oluşmakta ve renklenme diğer tiplere göre daha koyu izlenmektedir (44).

Dental florozin tedavisinde, ev tipi ve ofis tipi beyazlatma ajanları, selektif mikroabrazyon ve abrazyon yöntemleri kombine olarak uygulanmaktadır (65, 66).

2.2.2.4 Travma nedeni ile oluşan içsel renklenmeler

2.2.2.4.A Pulpal hemorajiler

Özellikle dişlerin gelişim döneminde travmaya maruz kalması sonucu pulpa odasında hasar meydana gelebilir. Travmaya bağı dişler normalden daha koyu bir renk almakta ve bu durum yaygın olarak anterior dişlerde görülmektedir (67).

2.2.2.4.B Diş sert dokularının rezorpsiyonu

Diş sert dokularında meydana gelen rezorpsiyon, mine-dentin sınırında pembe bir görünüm oluşturabilir. Bu durum, dentin dokusunun aşırı rezorpsiyonuyla vasküler yapının mineden yansması sonucu meydana gelmektedir. Sıklıkla internal rezorpsiyon pembe lekelere neden olur. Ayrıca; periodontal dokuların hasarı sonucu meydana gelen eksternal rezorpsiyonda da pembe lekelere rastlanabilir (68).

2.2.2.4.C Mine hipoplazisi

Mine hipoplazilerinin en yaygın nedeni süt dentisyonu sırasında meydana gelen travma ve enfeksiyonlardır (69). Diş germine zarar veren bu tür lokalize etkiler, hipoplastik mine defektleri oluşmasına neden olur. Ayrıca gelişmekte olan diş germeleri, vitamin D eksikliği, kızamıkçık enfeksiyonu, hamilelik sırasında alınan ilaçlar gibi birçok durumdan etkilenmektedir (70).

2.2.2.4.D Dentin hiperkalsifikasyonu

Travma sonucu dişlerdeki kanlanmanın geçici olarak bozulmasıyla odontoblastlar etkilenmekte ve pulpa odası ile kanal duvarlarında düzensiz dentin yapımı meydana gelmektedir. Bu durumda dişler vital olmalarına rağmen saydamlıkları giderek azalmakta ve renkleri sarı-kahverengiye dönüşmektedir (67).

2.2.2.5 İdiopatik nedenlerle oluşan içsel renklenmeler

Etiyolojisi bilinmeyen molar keser hipomineralizasyonu, kesici ve daimi birinci molar dişlerin mine dokusunda meydana gelen şiddetli hipomineralizasyon şeklinde kendini göstermektedir (71). Hipomineralize mine, poröz ve kırılğan yapıda olup sürme işlemini takiben mine dokusu çiğneme kuvvetlerinin etkisiyle ortadan kalkar.

2.2.2.6 Yaşlanma nedeniyle oluşan içsel renklenmeler

Zamana bağlı artan sekonder dentin, dişlerin ışık geçirgenliğinin değişmesine ve diş renginin koyulaşmasına neden olmaktadır (44, 63). Pulpa, ilerleyen yaş ile birlikte kendini geri çekerek yerini daha koyu renkli sekonder dentine bırakmaktadır. Mine kalınlığı azalmasıyla dentinin rengi mineden yansır; bu durum dişlerin gittikçe koyulaşmasına neden olur (72). Bu doğal süreci dış etkenler hızlandırabilir.

2.2.3 İnternalize renklenmeler

Bu tip renklenmeler, dişlerin gelişim dönemini tamamlamasından sonra çeşitli dış faktörlerin dişlerin yapısına penetrasyonu ile meydana gelmektedir (73). İnternalize renklenmelere genellikle mine defektlerinde ya da dentin yüzeyindeki pürüzlü alanlarda rastlanır (47). Mine ve dentinin iç yapısına giren bu renklenmelere örnek olarak diş çürükleri, restoratif materyaller, dişeti çekilmesi ve aşınmalar verilebilir.

2.2.3.1 Diş çürükleri

Çürük lezyonları ile beraber diş yapısındaki porozite artmakta ve bunun sonucunda diyetle alınan kromojenlerin dentine difüzyonuna bağlı olarak renklenmeler meydana gelmektedir. Bu duruma örnek olarak çürüğe bağlı siyah görünüm verilebilir (74). Dışsal renklenmelerin tedavisinde abraziv diş macunları; eğer ileri seviyede bir renklenme ise profesyonel diş temizliği ve air abraziv yöntemler kullanılabilirken, daha ileri durumlarda ise beyazlatma tercih edilmektedir.

2.2.3.2 Restoratif materyaller

Restoratif diş tedavisinde kullanılan bazı materyaller dişlerde renklenmelere neden olabilir. Kanal tedavisinde kullanılan öjenol ve fenol içerikli bileşikler ile birlikte yine aynı şekilde kullanılan poliantibiyotik patları kök dentininde renklenmelere neden olur. Eskiden yapılmış olan amalgam dolguların diş çevresinde gri-siyah renklenme yaptığı gözlenmiştir. Bu durum, amalgam partiküllerinden ayrılan civanın dentin tübüllerinde birikmesi ve sülfid iyonları ile reaksiyona girmesi sonucu oluşmaktadır (75).

2.2.3.3 Dişeti çekilmesi ve aşınmalar

Dişlerde meydana gelen aşınmalar, erozyon, abrazyon ve atrizyon sebebiyle oluşan madde kaybı olarak tanımlanır. Aşınmaya bağlı mine kalınlığı incelidikçe alttaki dentin dokusunun rengi yansımakta ve diş rengi koyu görünmektedir. Aşınmanın daha ileriki seviyelerinde dentin dokusu açığa çıktığından dolayı ortamda bulunan kromojenlerin penetrasyonu söz konusu olur. Fiziksel travmalar sonucunda minede oluşan kayıplar ve çatlaklar renklenmelere sebep olabilir.

2.3 Diş Hekimliğinde Beyazlatma Tedavisi ve Tarihçesi

Farklı nedenlerle diş yüzeyinde meydana gelen renklenmelerde, çeşitli kimyasal ajanların uygulanmasıyla dişin organik pigmentlerinin oksidasyonu sonucu diş renginin açılmasına beyazlatma tedavisi denir.

Greenwall'a (76) göre; literatürde beyazlatma ile ilgili ilk çalışmalar 1799 yılında Macintosh tarafından "bleaching powder" adı altında klorid içeren beyazlatma ajanları ile yapılmıştır. 1848'de Dwinelle de Macintosh gibi klorid kullanarak devital dişler üzerinde beyazlatma işlemi yapmıştır. 1860 yılında Trumanen bu yöntemi geliştirerek, devital dişler için daha etkili bir madde olan kalsiyum hidroklorit ve asetik asit çözeltisi içindeki klorürü kullanmıştır. Bu araştırmalar sonucu ilk ticari beyazlatıcı ürün olan Labarraque solüsyonunun üretimine başlanmıştır (77).

Vital dişlerdeki beyazlatma ise Latimer tarafından oksalik asit kullanılarak ilk kez 1868 yılında yapılmıştır. İlerleyen yıllarda ise Taft kalsiyum hipoklorit ile birlikte; Chapple ise oksalik asiti hidroklorik asit ile kullanmıştır (76, 77).

Harlan'ın 1884 yılında yaptığı çalışmada peroksitlerle ilgili ilk rapor yayımlanmış ve kullandığı bu maddeyi hidrojen dioksit olarak tanımlamıştır. Rossental tarafından

ultraviyole dalgalarının beyazlatma işlemine yardımcı olarak kullanılması önerilmiştir. Daha sonraki yıllarda Abbot ise süperoksolün ısı ve ışık ile birlikte kullanımını önermiştir (76).

1970 yılında ilk kez Cohen (78) %35 HP içeren beyazlatma ajanını tetrasiklin nedeniyle renklenmiş dişlerin tedavisinde kullanmıştır. 1989'da ise Haywood ve Hayman %10'luk KP içeren beyazlatma ajanını üretmiş ve kişiye özel kaşık uygulaması ile gece koruyuculu vital beyazlatma tekniğini geliştirmiştir (79).

1987 yılında ilk kez Feinman, %30'luk HP ve ışığı birlikte kullanmış; Reyto ise lazer ışığını ile beyazlatma tedavisi yapmıştır (76). Ozon ile birlikte yapılan beyazlatma tedavisi ise son yıllarda gündeme gelmiştir.

Ayrıca literatürde ev ve ofis tipi beyazlatmanın kombine kullanıldığı bir yöntemden de bahsedilmektedir (3). Bu yönteme göre; 14 günlük ev tipi beyazlatmayı takiben (%16 KP) 15. günde ev tipi için üretilen aparey ile birlikte 1 saatlik "power bleaching" seansı (%9 HP) yapılmaktadır. Üreticiler, ev tipi beyazlatma ile diş geçirgenliğinin arttığını ve ofis tipi uygulamanın beyazlatma etkinliğine katkıda bulunduğunu iddia etmektedir. Ancak literatürde bu tekniği destekleyen yeterli çalışma mevcut değildir (3).

2.4 Diş Beyazlatma Tedavisinde Kullanılan Materyaller

Diş hekimliğinde genellikle tercih edilen beyazlatma ajanı HP ve türevleridir. Ayrıca beyazlatma tedavisinde HP tek başına beyazlatma ajanı olarak kullanılabilir (80). Bunun yanı sıra kimyasal yıkımları sonucu HP'ye ayrılan KP ve sodyum perborat (SP) gibi ajanlarla da beyazlatma yapılması mümkündür. Bu ajanlar ayrı ayrı ya da kombine olarak kullanılabilir (81).

Diş beyazlatma ajanları, HP ihtiva etmiyor ise aktif eleman olarak SP tercih edilir. Bunun yanı sıra hidroksilit, sodyum klorit, oksijen ve sodyum florid gibi maddeleri de içerebilirler. Ayrıca SP, HP oluşturmadan yeterli düzeyde serbest radikal meydana getirerek beyazlatma işlemi gerçekleştirir (76).

Bu tip beyazlatma ajanlarında HP ve türevlerinin yanı sıra üre, kalınlaştırıcı, nemlendirici, taşıyıcı ve tatlandırıcılar gibi farklı ajanlar da bulunur. Beyazlatma ajanlarına kalınlaştırıcı olarak eklenen karbopol, bir poliakrilik asit polimeridir. Karbopole eklenen trolamin bu ürünlerin pH'larını düşürür. Ayrıca beyazlatma

ajanlarının viskozitelerini arttırıp oksijen salınımını yavaşlatır. Oksijen salınımının yavaşlamasıyla ürünler daha uzun süre aktif halde kalır. Yüksek viskozite sayesinde jeller, taşıyıcılara ve dişlere daha kolay adapte olmakta ve HP'nin etkinliğinin azalması engellenmektedir (76). Bu durum mineye olan kısmi difüzyonun mine ve dentin dokularına daha etkili bir şekilde penetrasyonunu sağlayarak yeterli bir beyazlama meydana getirir (76, 77).

Tükürük bezlerinde üretilen üre, tükürükte ve dişeti oluğu sıvısında bulunmaktadır. Ürenin kimyasal reaksiyonla parçalanması sonucu amonyak ve karbondioksit gibi yıkım ürünleri oluşmaktadır. Beyazlatma tedavisinde kullanılan ajanların içerisine eklenen üre ortamın pH'sını arttırdığından dolayı antikaryojenik etki gösterirken HP'nin stabilizasyonunu sağlar (76).

Beyazlatma ürünlerinin içerisinde gliserin veya glikol da bulunur. Bu ürünlerden gliserin, viskoziteyi arttırarak kullanımı kolaylaştırır ancak; gliserin bazlı beyazlatma ajanlarının dentin dokusu üzerinde dehidrate edici etkisi olduğu da bilinmektedir. Yapılan bir araştırmaya göre; meydana gelen bu dehidratasyonun dişin translusent görünümünü kaybetmesinin nedeni olarak gösterilmiştir (76). Glikol ise anhidroz bir gliserindir ve aynı mekanizma ile etki gösterdiği bilinmektedir.

Beyazlatma ajanlarına eklenen yüzey nemlendiricileri HP'nin dişe penetrasyonunu kolaylaştırmakta ve ajanının etkinliğini arttırmaktadır (76).

Bu ajanlar ayrıca içeriğinde sitrik asit, fosforik asit ve sodyum stannat gibi koruyucular da ihtiva eder. Bu asitler jelin stabilizasyonu sağlayarak HP'nin demir, bakır ve magnezyum gibi metallere etkilenerek hızlı parçalanmasını engellemektedir (76).

Tatlandırıcılar ise hastaların ürünü daha kolay kabul edebilmesini sağlamak için kullanılır (76).

2.4.1 Hidrojen peroksit (HP)

Düşük konsantrasyonlarda HP; hava, su, yiyecek-içeceklerde ve bakterilerde bulunmaktadır (82). HP ve türevlerinin diş hekimliğinin yanı sıra diğer pek çok alanda da kullanımı mevcuttur. HP, suda yüksek oranda çözünebilen, renksiz ve acı bir sıvıdır ve sanayide kumaşların ağartılmasında, saç renginin açılmasında ve suyun temizlenmesi işlemlerinde kullanılır (82).

İnsan vücudunda karaciğer tarafından ya da nötrofiller yardımıyla sentezlenmekte olan HP; piyasada birçok üründe değişik konsantrasyonlarda bulunmaktadır.(83). Eterdeki %25'lik HP solüsyonuna pirozon denir ve genellikle pek fazla tercih edilmez. Reaksiyonun eterin içinde meydana gelmesi yüzey geriliminin düşmesine neden olur. Yüzey geriliminin düşmesi, HP'nin dentin tübülleri içerisine daha kolay penetre olmasını sağlar ve bu durum daha etkin bir beyazlatma meydana getirir. Ancak yumuşak dokularla temas ettiğinde yakıcı etki gösterir. Diğer bir dezavantaj ise mide bulantısına sebep olmasıdır. Bu tür yan etkilerinden dolayı yaygın olarak kullanılmamaktadır (84).

Distile sudaki %30'luk solüsyonu ise süperoxol olarak adlandırılır. Süperoxol ısı ve ışık ile temas ettiğinde parçalanma eğilimine sahip olduğundan dolayı koyu renkli şişelerde ve buzdolabında saklanmalıdır. Hardman ve ark.'nın (85) yaptığı bir araştırmaya göre; buzdolabı koşullarında saklanmasına rağmen, beyazlatma etkinliğini altı ay sonrasında %50 kaybettiği bildirilmiştir. Süperoxol de pirozon solüsyonu gibi yumuşak doku ile temas ettiğinde yanıklara sebep olur. Deri ve oral dokularda beyaz peteşiler ve ağrılı bir yanma meydana gelir. Hayvanlar üzerinde yapılan bir çalışmaya göre; %30'luk HP'nin uzun süre kullanımı sonucu tümör oluşumuna sebep olduğu bildirilmiştir. Buna karşın %3'lük HP'nin (oksijenli su) ağız içinde uzun süre kullanımının ise güvenli olduğu rapor edilmiştir (84, 86). Ayrıca supragingival bölgede mikrobiyal floranın azalmasında avantajlı olduğu, plak inhibisyonunu sağladığı ve özellikle periodontal hastalıklarda terapötik etkisinin bulunduğu bildirilmektedir (84).

2.4.2 Karbamid peroksit (KP)

Beyazlatma tedavisinde kullanılan bir solüsyon olan KP, HP ve üreye parçalanmaktadır. Buna %10'luk bir KP çözeltisinin kimyasal reaksiyonla %3.35'lik HP ve %6.65'lik üreye ayrışması örnek olarak verilebilir. Genellikle ev tipi beyazlatma ajanı olarak tercih edilen KP piyasada %15, %20 ve %35'lik solüsyonlar-jeller halinde bulunmaktadır. Bu ajanlar kimyasal reaksiyonla sırasıyla; %5.4, %7 ve %10 oranında HP açığa çıkarır (76).

Kimyasal reaksiyonla HP'ye ayrıştığında yan ürün olarak açığa çıkan üre, daha sonra amonyak ve karbondioksite yıkılmaktadır. Ayrıca meydana gelen amonyağın ortamdaki pH'yı yükselterek beyazlatma reaksiyonunu kolaylaştırdığı düşünülmektedir (87).

2.4.3 Sodyum perborat (SP)

Toz halindeyken stabil olan SP, su ile reaksiyona girerek sodyum metaborat ve HP'ye parçalanırken, bu kimyasal reaksiyon sonucu %9.9 oranında serbest oksijen açığa çıkarır. SP, monohidrat, trihidrat ve tetrahidrat gibi çeşitli formlarda bulunur ve bu formlar maddenin reaksiyonu sonucu açığa çıkardığı serbest oksijen miktarı ile doğru orantılıdır (88).

2.5 Diş Beyazlatma Tedavisinin Mekanizması

Diş hekimliğinde uygulanan beyazlatma tedavisinin temelini redoks mekanizması ya da bir başka ifade ile oksidasyon-redüksiyon mekanizması oluşturmaktadır. Meydana gelen bu reaksiyona göre, okside edici ajan olarak bilinen HP, çiftleşmemiş elektronlara sahip olup var olan serbest radikallerini salarak indirgenmekte, diş yüzeyi ise bu elektronları bünyesine kabul ederek okside olmaktadır (80). HP, diş yüzeyine ilk kez uygulandığında öncelikle mine ve dentinde bulunan interprizmatik yapıya girer. Burada var olan ve koyu pigmentli karbon halkası içeren bileşikler, oksidasyon-redüksiyon reaksiyonu ile daha açık renkli bileşiklere dönüştürür. Başka bir ifade ile reaksiyon sonucu açığa çıkan reaktif maddeler stabilizasyon için kromofor olarak adlandırılan renk pigmentlerinin yapısındaki doymamış bağlara saldırır. Sonuçta meydana gelen bu moleküller renksizdir ve diş olduğundan daha beyaz gösterir (15, 87).

Beyazlatma tedavisinin ileri safhalarında yalnızca renksiz ve hidrofilik yapıların kaldığı görülmekte ve bu, materyalin doyma noktası olarak kabul edilmektedir. Beyazlatma bu noktadan itibaren bir anda yavaşlamaya başlar. Bu noktadan sonra işleme devam edilirse ortamda bulunan karbon içerikli materyaller ve proteinlerin karbon bağları yıkılır; devamında OH⁻ grubu içeren bileşikler bölünerek ayrılmaya devam eder. Bu durum sonucunda minede madde kaybı oluşur (89).

Beyazlatma tedavisinin en son aşaması ise mine dokusundaki madde kaybı ile beraber yapısının bozulmasıdır. Bu nedenle diş hekimi, işlem bu noktaya ulaşmadan önce tedaviyi bitirmelidir. İdeal bir beyazlatma tedavisi, optimum beyazlatma sağlarken aşırı beyazlatma ise diş minesini yapısını bozmaktadır (89).

2.5.1 Hidrojen peroksitin aktivasyon prensipleri

Bu beyazlatma ajanının aktivasyonu için ısı, ışık ya da farklı kimyasal maddeler kullanılmaktadır.

2.5.1.1 Termokataliz

Isı ile reaksiyonu sonucunda $H_2O_2 + 211kJ/mol \rightarrow 2OH^-$ denklemine göre; OH^- iyonlarının serbestleşmesi hızlanmaktadır (90). Ortamdaki ısının her $10^\circ C$ artışı ile meydana gelen reaksiyonun hızı iki katına çıkar. Fazla sayıdaki OH^- iyonunun serbestleşmesi beyazlatma tedavisinin etkinliğini arttırırken meydana gelen bu ısı artışının pulpaya olası zararı göz önünde bulundurulmalıdır (80). Pulpada meydana gelen irreversible hasarın eşik değeri $5.5^\circ C$ 'dir (91).

2.5.1.2 Fotoliz

Işık ile meydana gelen aktivasyon, OH^- iyonlarının serbestleşmesini sağlayan diğer bir yöntem olarak bilinir. $H_2O_2+h\nu \rightarrow 2OH^-$ (h = Planck sabiti) denklemini takiben ν 'nin spesifik bir frekansı absorbe edilir ve HP içindeki bağlar parçalanarak OH^- radikalleri açığa çıkar.

Işık aktivasyonu ile yapılan beyazlatma tedavisinin güvenliği için kullanılan ışık kaynağının seçimi önemlidir. Günümüzde beyazlatma tedavisi için pek çok farklı özellikte ışık kaynağı kullanılmaktadır (90).

2.5.1.3 Kimyasal kataliz

Kimyasal kataliz yönteminde ise ortama sodyum hidroksit, ferrik sülfat gibi bileşikler eklenmekte ve bu bileşiklerin meydana getirdiği reaksiyonlar sonucunda OH^- iyonları serbestleşmektedir (92).

2.6 Diş Beyazlatma Tedavisini Etkileyen Faktörler

Beyazlatma tedavisi için kullanılan ajanların konsantrasyonunun tedaviyi etkilediği düşünülmekle birlikte literatürde bu konuda pek çok farklı görüş mevcuttur (15, 93). Yapılan literatür taramasına göre; kullanılan en yüksek HP konsantrasyonu ise %40'tır.

Dişlerin vestibül yüzeylerinde bulunan eklentiler, HP'nin penetrasyonunu ve iyonizasyonu etkileyerek serbest radikallerin meydana gelmesini ve beyazlatma

tedavisinin gerçekleşmesini engellemektedir. Bu nedenle tedaviye başlamadan önce diş yüzeylerinde bulunan bütün eklentiler polisaj işlemi ile uzaklaştırılmalıdır (3).

Oksitlenme reaksiyonu gösterebilmesi için gerekli olan optimum pH, HP için 9.5-10.8 olarak kabul edilmiştir. Ancak son yıllarda yapılan bazı çalışmalarda beyazlatma ajanlarının nötral ya da asidik pH'da olmasının beyazlatma etkinliğini değiştirmedığı belirtilmiştir (94).

Tedavinin etkinliği, kullanılan ajanının dişe temas süresiyle orantılıdır ve uygulama süresi arttıkça meydana gelen renk değişimi de bir noktaya kadar artar (3).

2.7 Diş Beyazlatma Yöntemleri

Günümüzde, hastaların kendi kendilerine uygulayabildikleri beyazlatıcı diş macunları, bantlar ve jellerin yanı sıra diş hekimi tarafından muayenehane ortamında uygulanabilen beyazlatma ajanları da bulunmaktadır. Beyazlatma tedavileri vital ve devital olmak üzere iki gruba ayrıldıkları gibi klinikte ve klinik dışında olmak üzere de sınıflandırılabilir (95).

2.7.1 Vital dişlerde beyazlatma tedavileri

Vital dişlerde beyazlatma tedavisi; ofis tipi beyazlatma ve ev tipi beyazlatma adı verilen iki farklı teknikle uygulanmaktadır. Ev tipi beyazlatma tekniği hekim kontrolünde evde uygulanabildiği gibi hekim kontrolü olmaksızın hasta tarafından da uygulanabilir. Bu teknikler tek başlarına uygulanabilecekleri gibi birbirleri ile kombine edilerek de kullanılabilirler.

2.7.1.1 Ofis tipi beyazlatma tedavileri

Ofis tipi beyazlatma, hekim tarafından farklı konsantrasyonlarda çeşitli ajanlar uygulanarak yapılan tedavi şeklidir. Bu yöntem, hastanın ev tipi beyazlatma istemediği durumlarda, ciddi renklenmelerde, tüm arkin tetrasiklin ve benzeri renklenmelerinde, florozisin bazı tiplerine bağlı belirli bölgelerin beyazlatılmasının istenildiği durumlarda ev tipi beyazlatmaya alternatif olarak kullanılmaktadır (96, 97).

Ofis tipi beyazlatma tedavisinin bilinen en önemli avantajı, güvenli bir şekilde diş hekimi tarafından kısa sürede uygulanmasıdır. Diş hekimi, tedavi öncesinde renklenmenin etiyojisine yönelik incelemeler yaparak buna yönelik tedavi planlaması

oluşturur. Bu duruma örnek olarak; beyazlatma tedavisi için başvuran hastalarda muayene sonrası ara yüz çürükleri, endodontik tedavi gerektiren dişler ya da internal rezorpsiyonlar teşhis edilir. Tedavi başından sonuna kadar tamamen diş hekimi kontrolünde olduğundan dolayı beyazlatma sürecinin herhangi bir zamanında hekim tarafından tedaviye son verilmesi mümkün olmaktadır. Ofis tipi beyazlatma tedavisinde sonuçlar daha hızlı elde edilmekte hatta ilk seansın sonunda bile gözle görülür bir değişiklik meydana gelmektedir. Ayrıca son yıllarda üreticilerin piyasaya sürdükleri yeni materyaller ve ışık sistemleri, 2 ya da 3 seans tekrarlama işlemine gerek kalmaksızın tek seansta daha başarılı sonuçlar elde etmeyi sağlamıştır (95).

Bu sistemin dezavantajları ise maliyetinin yüksek olması, beyazlatmanın sadece gülme hattında bulunan ön 6 ya da 8 dişine yapılması ve tedavinin kalıcılığının bilinmemesidir.

Tahriş edici etkisi nedeniyle diş etleri, dudak ve çevre yumuşak dokuların korunması için çeşitli önlemler alınmalı ve dişlerin rubber-dam ile izole edilmesi gerekmektedir (95). Bu tedavi yöntemi sırasında, sert ve yumuşak dokularda meydana gelen yüksek ısı artışı diş dokularında duyarlılığa neden olmaktadır (98-101).

2.7.1.1.A Sadece beyazlatma ajanı kullanılarak yapılan beyazlatma

Isı, ışık ve benzeri herhangi bir aktivatöre ihtiyaç duyulmaksızın yalnızca beyazlatma ajanı içerisine sodyum hidroksit ve ferrik klorit gibi bazı bileşiklerin eklenmesi ile meydana gelen reaksiyonlar sonucunda oluşan beyazlatmaya denilmektedir (102).

2.7.1.1.B Hidroklorik asit ile yapılan mikroabrazyon

Mikroabrazyon tekniği abrazyon ihtiva eden bir pat ile mine yüzeyinin lastik fırça yardımıyla aşındırılması esasına dayanır. Bu amaçla kullanılan pomza taşı ya % 37'lik fosforik asit ile ya da % 6.6, 10 ve 18'lik hidroklorik asit (HCl) ile beraber kullanılabilir. Ancak kullanılan patların penetrasyonunun daha iyi olabilmesi için mine tabakasının ince grenli elmas frezler ile aşındırılması önerilir. Piyasada bu etkiye sahip HCl asit içeren çeşitli patlar mevcuttur. Bu patlar, içeriğinde su bazlı HCl ve silikon karbit mikropartikülleri ihtiva etmektedir. Mine yüzeyinde, florozise bağlı meydana gelen 0.2 mm'den küçük beyaz ya da kahverengi demineralizasyon lekelerinde kullanılır. Minede yapılan mikroabrazyona bağlı diş yüzeyinde bazı değişimler meydana gelir; ancak bu yöntem rezin kompozitle yapılacak olan restorasyona kıyasla daha konservatiftir (103). Bu yöntemin lokalize olarak yüzeysel beyaz leke ve

renklenmelerin uzaklaştırılmasında kullanılmasına ise makroabrazyon denilmektedir (104).

Bu ürünlerin ihtiva ettiği HCl nedeniyle izolasyon çok önemli olmaktadır. Özellikle rubber dam kullanılmalı ve yalnızca tedavi edilecek dişler açıkta bırakılmalıdır.

2.7.1.1.C Power bleaching

Power bleaching, ısı ve ışık ile birlikte beyazlatma ajanlarının aktive edildiği yöntem olarak ifade edilmektedir. Power bleaching ya da güçlendirilmiş beyazlatma adı verilen bu yöntem, Abbot tarafından yüksek yoğunluktaki ışık ile birlikte beyazlatma ajanını kimyasal olarak aktive etmek ve HP'nin sıcaklığını yükseltmek için kullanılmaya başlanmıştır. Ancak 1991 yılında bu ajanların aktivasyonu için ısı yerine, konvansiyonel ışık cihazları geliştirilmiştir (105).

Günümüzde aktivasyon için lazerler ve çeşitli ışık kaynakları kullanılmaktadır. Bu yöntem sayesinde toplam tedavi süresi kısalmakta ancak; meydana gelen beyazlama miktarı daha hızlı şekilde gerileyebilmektedir (106).

2.7.1.1.D McInnes tekniği

Genellikle mine yüzeyinde meydana gelen florozis gibi yüzeysel demineralizasyon vakalarında kullanılan bu yöntemde ağartma solüsyonu olarak 1 ml %36'lık HCl, 1 ml %30'luk HP ve 0.2 ml anestezi eterin karıştırılması ile elde edilen mavimsi bir solüsyon kullanılmaktadır. Daha sonra bu solüsyon renklenmiş olan bölgelere bir pamuk yardımıyla 3-5 dk boyunca uygulanır. İşlem sonrası sodyum hipoklorit (NaOCl) ile nötralizasyon sağlanmalıdır (107).

2.7.1.2 Hekim kontrolünde uygulanan ev tipi beyazlatma

Ev tipi beyazlatma ilk olarak Klusmier tarafından ortodontik retainerların kullanımına bağlı meydana gelen renklenmelerin tedavisinde HP içerikli gargaranın, hastalar tarafından kullanılması ile oluşan beyazlama sonrası gündeme gelmiştir (3).

Günümüze kadar pek çok kez değişime uğrasa bile bu yöntemin temelini 1989 yılında Haywood ve Heymann tarif etmiştir. Bu yöntem %10'luk KP içeren beyazlatma ajanlarının 6 ila 8 saat arasında değişen sürelerde belirli bir aparey içerisinde 2-6 hafta

boyunca kullanılması esasına dayanmakta olup gece koruyuculu vital beyazlatma olarak adlandırılmıştır (77, 79).

Kişiye özel yapılan bu apareyler beyazlatma tedavisi uygulanacak dişlerin ölçüsü alındıktan sonra elde edilen alçı model üzerinden yapılır. Beyazlatılması istenen dişlerin vestibül yüzeylerine, model üzerinde block-out işlemi denilen rezervuar boşluklar hazırlanır. Devamında model üzerinden yumuşak vinil materyali ile ısıtıcılı vakum cihazında aparey oluşturulur. Hazırlanan apareylerin, içerisine uygulanan beyazlatma ajanının tükürük ile kontaminasyonu engellenecek şekilde diş yüzeylerine tam olarak adaptasyonu sağlanmalıdır. (108). Ev tipi beyazlatma yöntemlerinin avantajları arasında; ajanın daha düşük konsantrasyonlarda kullanılması, kolay uygulanabilmesi, aynı anda tüm arkların beraber beyazlatılabilmesi ve maliyetinin az olması yer almaktadır. Dezavantajları ise tedavi etkinliğinin hastaya bağlı olması, TME hastalarında kullanılamaması, tedavinin uzun sürmesi ve yumuşak dokularda meydana gelebilecek hasarların önlenemeyecek olmasıdır (108).

2.7.1.3 Hekim kontrolü olmaksızın yapılan beyazlatma (OTC)

Hekim tarafından muayenehanede uygulanan ve maliyeti yüksek olan bu tedavilere alternatif olarak son yıllarda üreticiler tarafından over the counter (OTC) olarak adlandırılan birçok ürün piyasaya sürülmüştür. Hastaların kolaylıkla ulaşabileceği bu ürünler, sakız, diş macunu veya vernik gibi ürünlerin içerisinde yer aldıkları gibi beyazlatma bantları şeklinde de bulunmaktadır (109).

Beyazlatma bantları herhangi bir taşıyıcıya ihtiyaç duyulmaksızın hasta tarafından direkt olarak dişlere adapte edilebilir. Bu bantlar belirli bir miktar beyazlatma jeli ihtiva ettiklerinden dolayı homojen bir uygulama sunmaktadır. Ayrıca tek kullanımlık olmaları da uygulanmalarını kolaylaştırır (110).

Beyazlatıcı diş macunları, içerisinde ihtiva ettikleri abraziv maddeler ve bazı kimyasal ajanlar sayesinde dişlerin yüzeyinde bulunan lekelerin uzaklaştırılmasını sağlamaktadır. Ancak bu maddeler diş yüzeyinin derinliklerine penetre olup yeterince etki edemediğinden dolayı sadece yüzeysel lekeleri uzaklaştırabilir (111).

Boyama likiti olarak adlandırılan ürünler ise KP içermektedir ve bu ürünler kolaylıkla hasta tarafından uygulanabilir (112).

2.7.1.4 Kombine olarak yapılan beyazlatma tedavisi

Kombine tedavi; ofis tipi beyazlatma ve ev tipi beyazlatma yöntemlerinin ikisinin birlikte kullanıldığı yöntemdir. Öncelikle, uygulanan ofis tipi beyazlatma ile yüksek konsantrasyonda beyazlatma solüsyonu kullanarak güçlü ve etkili bir beyazlama elde edilir. Daha sonra elde edilen bu beyazlatmanın uzun süre kalmasını sağlamak ve geri dönüşünü hafifletmek için ev tipi beyazlatma yöntemi ile idame tedavi uygulanır (113). Genel kural olarak ev tipi beyazlatma sistemi ortalama 4-8 saat süreyle uygulanırken; bu yöntemde sadece 30-45 dk'lık uygulama yeterli görülmektedir.

2.7.2 Devital dişlerde beyazlatma tedavileri

Devital dişlerde travma sonucu meydana gelen kanamanın dentine penetrasyonu, kök kanal tedavisi sonrası artık pulpa dokuları, kullanılan kanal dolgu maddeleri, restoratif materyaller ve simanların renklenmeye sebep olması sonucunda bu dişlere beyazlatma tedavisi gerekebilir. Özellikle anterior bölgedeki dişlerin estetik nedenlerle beyazlatılması önem teşkil etmektedir (68).

Devital beyazlatma yöntemleri walking bleaching, inside/outside bleaching ve termokatalitik teknik olarak sıralanmaktadır (68).

Bu yöntemlerden biri olan termokatalitik yöntemde % 35'lik HP pulpa odasına uygulandıktan sonra meydana gelecek olan oksidasyonu hızlandırmak için bir ısı kaynağından faydalanılmaktadır. Son yıllarda kullanılan diğer bir teknik ise walking bleaching adı verilen ve ısı kaynağına gerek duyulmaksızın % 35'lik HP ya da genellikle SP ve su karışımının pulpa odasında bekletilmesiyle uygulanan yöntemdir (114). 3-5 gün kadar pulpa odasında bekletilen bu beyazlatma ajanları ile en fazla 1-3 seans olmak üzere yeterince beyazlama sağlanana kadar tedavi devam eder (115). Bu tedavinin ideal uygulama süresi yaşlı hastalar için 18, genç hastalar için ise 33 saat olarak belirlenmiştir (68, 115). Diğer bir teknik olan inside/outside bleaching te ise walking-bleaching'in yanı sıra kron dışından normal beyazlatma da yapılmaktadır (116).

Yapılan literatür taramasına göre; birçok in vitro çalışmanın sonucunda SP'nin sudaki solüsyonu, %3-%30'luk HP içerisindeki hali ve %10'luk KP'nin devital beyazlatmada etkili olduğu ortaya konulmuştur. Fakat buradaki çalışmaların in vitro olarak gerçekleştirildiği, dolayısıyla klinik yapılan çalışmalarda daha farklı sonuçların elde edilmesi mümkündür (87).

Devital beyazlatma işlemi sırasında daha önceden yapılmış olan kanal dolgusunun üzerini kapatacak olan kaide maddesi dikkatli ve doğru bir şekilde yerleştirilmezse kullanılan beyazlatma ajanı ya periodontal aralığa ya da kanal boşluğuna sızabilmekte ve bu da kök rezorpsiyonlarına neden olabilmektedir (117). Yapılan bir çalışmaya göre; kanal dolgusunun bir kaide ile iyice izole edilmesinden sonra üzerine uygulanan % 30'luk HP'nin meydana getirdiği beyazlamanın 20 yıllık takibinde herhangi bir kök rezorpsiyonuna rastlanmamıştır (118). Aynı zamanda termokatalitik yöntem adı verilen ve ısı ile aktive edilen devital beyazlatma ajanının çevre yumuşak dokulara zarar vermesinden ve kök rezorpsiyonuna sebep olmasından dolayı bu uygulamadan kaçınılmalıdır (119, 120). Servikal rezorpsiyonun nedeni olarak genellikle beyazlatma ajanları, travma ve termokatalitik yöntemle bağlı olarak meydana gelen ısı uygulaması gösterilmektedir (119-121).

2.8 Beyazlatma Tedavisinin Yan Etkileri

Beyazlatma tedavisinin, yumuşak dokular, diş sert dokuları ve pulpa üzerinde bazı yan etkileri bulunmaktadır (122, 123).

2.8.1 Beyazlatma tedavisinin mine üzerine etkileri

Beyazlatma tedavisinde kullanılan ajanların meydana getirdiği oksidasyon sonucunda mine yapısı zayıflar (124). Beyazlatma jellerinin konsantrasyonundaki artışa bağlı olarak mine yüzeyinde pürüzlülüğün artacağı bildirilmiştir (125). Yapılan çalışmalarda araştırmacılar, mine yüzeyinde meydana gelen pürüzlenmeye bağlı olarak oluşan retansiyon alanlarına streptococcus mutans'ların adezyonunun artacağını savunmaktadır (126). Beyazlatma ajanlarının mine yüzey sertliğini etkilemediğini savunan birçok görüş olmakla beraber (43) organik ya da inorganik elementlerin oksidasyonu nedeniyle mine yapısının zayıfladığını ve sonrasında ise HP uygulamasına bağlı olarak Ca-fosfat (P) oranında belirgin azalma olduğunu gösteren çalışmalar da literatürde mevcuttur (124).

Beyazlatma tedavisinin mine üzerine etkisi ile ilgili pek çok çalışma bulunmaktadır. Eimar ve ark.'nın (127) yaptığı in vitro çalışmada, HP'nin mine yapısını oluşturan organik ve inorganik partiküller üzerinde anlamlı bir azalmaya neden olmadığı ve beyazlatma etkinliğinin minenin yapısını oluşturan organik matriksin okside edilmesiyle sağlandığını bildirilmiştir.

Sato ve ark.'nın (128) yaptığı in vivo çalışmada ise, %35'lik HP'nin dişi meydana getiren sert dokularda ve pulpada çeşitli biyokimyasal ve yapısal değişikliklere neden olduğu bildirilmiştir.

Beyazlatma tedavisi sonrası elde edilen farklı sonuçlar, kullanılan değişik metotlara, çok çeşitli konsantrasyonlara ve farklı türde beyazlatma ajanlarına bağlı olarak ortaya çıkmaktadır (127, 128).

2.8.2 Beyazlatma tedavisinin dentin üzerine etkileri

Diş beyazlatma tedavisi, genellikle en sık kullanılan ajanlardan biri olan HP'nin, mine ve dentin dokusuna penetrasyonu ile gerçekleşmektedir (129). Yapılan bazı çalışmalarda %30'luk HP ihtiva eden beyazlatma ajanlarının asidik olmalarından dolayı dentin geçirgenliğinin artmasına sebep olduğu bildirilmiştir (130). HP, aynı zamanda dentinin inorganik komponenti üzerinde de etkili olarak yüzey mikrosertliğini azaltmaktadır. Uygulama zamanı ne kadar artarsa mikrosertlikteki azalma da o kadar artar (131). Dentinde tübül geçirgenliğinin artmasına bağlı olarak dentin kanalları boyunca mikroorganizmaların penetrasyonu da artmaktadır. Başka bir çalışmaya göre; %35'lik HP uygulanan dentin yüzeyinde porozite artışı ve dekalsifikasyon gibi bazı değişiklikler olduğu bildirilmiştir (132).

2.9 Dişlerin Optik Özellikleri

Genellikle anterior dişler arasında maksiller dişler mandibularlara göre biraz daha sarı görünmektedir. Üst santral dişler, lateral ve kaninlere göre daha açık renktedir. Kadınlar genellikle daha açık renkte ve daha az sarı dişlere sahip iken; yaşla birlikte diş rengi koyulaşmakta ve sararmaktadır (1).

Bir dişin en açık renge sahip bölgesi genellikle orta üçlü olarak kabul edilir. Value değeri genellikle en yüksek servikalde gözlenirken insizal üçlüye doğru bu değerler azalmaktadır. Translusensi ise orta üçlünden insizale doğru artar. Dişler dehidrate olduğunda ise daha açık renkli görünür (1).

2.10 Diş Hekimliğinde Kullanılan Renk Ölçüm Yöntemleri

2.10.1 Renk skalaları

Renk skalaları, beyazlatma tedavisinin öncesinde-sonrasında ya da protetik tedavi esnasında rengin belirlenmesi amacıyla kullanılan geleneksel ve az maliyetli bir yöntemdir (106, 133). Bu durumun dezavantajları arasında; ilk belirlenen renk ile doğal dişin birbirine uyuşmaması, kişilere ve mekânın durumuna göre değişkenlik göstermesi, hastanın yaşı, ışığın durumu, makyaj ve göz yorgunluğu gibi pek çok faktör bulunmaktadır (134).

Diş renginin belirlenmesinde sıklıkla Vitapan Classic (Vita Zahnfabrik, Bad Sackingen, Almanya) renk skalası kullanılır. 1-16 arası değer skorları verilen bu renk skalasında; en açık renk için B1, en koyu renk için ise C4 skorları kullanılmaktadır. Bu skala için efektif bir beyazlatma tanımı 5 birimden fazla meydana gelen renk değişimi olarak ifade edilmektedir. Burada bir birim, 1 renk değişim ünitesi (ccu) olarak ifade edilmiş olup 1 ccu ise 1 shade guide unit (sgu) ve $1\Delta E^*ab$ 'ye eşit olarak kabul edilmiştir (135).

2.10.2 Kolorimetreler

Işığın dalga boyu ve yoğunluğunu esas alan cihazlara kolorimetre adı verilmektedir (136). Kolorimetreler daha çok düz yüzeylerde yapılacak ölçümler için tasarlandığından dolayı çeşitli morfoloji bozukluğuna sahip dişlerde ölçüm yapılması hatalı sonuç verebilir. Ancak bu cihazlar spektrofotometreler ile kıyaslandığında daha az maliyetlidir.

2.10.3 Spektrofotometreler

Genellikle renk ölçümü için en çok tercih edilen cihaz spektrofotometredir. Bu cihazların içerisinde yer alan pek çok sayıdaki sensor renk farklılıklarını kolaylıkla tespit edebilmektedir. Farklı ışık kaynağı altında aynı cismin farklı renkte algılanması olayı olarak bilinen metamerizmi kolaylıkla ekarte eder (134). Spektrofotometrelerin güvenilir cihaz olduğu ve doğru sonuç verdiği kabul görmüştür (137). Dijital kameralar

Günümüzde oldukça fazla kullanılmaya başlanılan bu cihazlar dişin sadece bir bölgesinin değil tamamının rengini ölçebilmektedir. Dişlerin dijital kamera ile fotoğraflandırılmasının ardından kameranın bağlantılı olduğu bilgisayar yardımıyla CIE

$L*a*b*$ parametreleri değerlendirilmektedir. Ancak cihazın yanlış kullanımı ile farklı sonuçlar elde edilebilir (1).

2.11 Diş Beyazlatma Tedavisinde Kullanılan Işık Kaynakları

Kuartz-tungsten-halojen (QTH) lambalar, plazma ark lambalar (PAC, xenon gaz discharge veya xenon kısa ark lambalar) ve light emitting diode (LED) gibi farklı dalga boylarındaki birçok lazer kaynakları beyazlatma tedavisinde kullanılan jellerin aktivasyonunu sağlamaktadır. LED cihazları sınırlı bir dalga boyuna sahiptir ve ışığın salımını sırasında filtrasyon gerektirmez. Ancak diğer ışık kaynakları kızılötesinden (IR) ultraviyoleye (UV) kadar geniş aralıkta ışık yayabildiklerinden dolayı sadece görünür-mavi spektrumda (350-500 nm) kullanılmaktadır (138).

2.12 Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografiler (KIBT)

1970'lere kadar tıp dünyasında genellikle röntgen filmleri kullanılmıştır. Ancak röntgen filmlerinde üç boyutlu bir objenin iki boyutlu olarak yansıtılmasından dolayı meydana gelebilecek olan süperpozisyonun bazı anatomik yapıların görülmesine engel olması bir takım zorluklar ortaya çıkarmıştır. Bilgisayarlı tomografinin (BT) geliştirilmesi ile de bu problem ortadan kalkmıştır (139). Bir BT cihazı; fan tipi X-ışını kaynağı ve vücudun kesitsel görüntülerinin alınmasını sağlayan sensörlerden meydana gelir. Alınan bu kesitler, sonrasında bir bilgisayar yardımı ile volumetrik görüntü oluşturmaktadır. BT cihazının genellikle etkili olduğu dokular daha çok sert dokular olup yumuşak dokularda daha az etkilidir (139).

Konik ışınlı bilgisayarlı tomografi (KIBT) ise tek bir diş ya da bir diş dizisi ile bu yapının çevre iskeletsel dokularla ilişkisini görüntüleyen yeni bir görüntüleme metodudur. Geleneksel radyografilere kıyasla KIBT cihazıyla seçilen diş ya da dişlerin herhangi bir açıdan görüntülerini elde etmek mümkündür ve öncesinde çekim açısının belirlenmesine gerek yoktur (140).

Taramalarda, KIBT'nin etkin dozu BT'den düşük iken; periapikal ve panoramik radyografilerden yüksektir. X ışınının kaynağı, ışının devamlı ya da atımlı olması, ışın demetinin filtrasyon tipi ve ışının miktarı, görüş alanının (FOV) ve vokselin boyutu ve sensörün dönme derecesi radyasyonun dozunu belirlemektedir (140).

2.13 Eroziv Yüzey Analiz Yöntemleri

Eroziv yüzey analiz yöntemleri; taramalı elektron mikroskopu (SEM), enerji dağılımlı X-ışını spektroskopisi (EDX), katı örneklerin element analizi, iyot geçirgenlik testi, raman spektrofotometresi, profilometre, yüzey mikrosertliği, kimyasal analizler, mikroradyografi, mikro bilgisayarlı tomografi (mikro-CT) ve pürüzlülüğü ölçmek için atomik kuvvet mikroskobu (AFM) olarak bilinmektedir (141-144).

2.13.1 Taramalı elektron mikroskobu (SEM)

Pek çok farklı bilim alanında kullanılan ve köklü bir teknik olarak bilinen SEM, yüzey yapısı hakkında bilgi elde etmek için kullanılan geleneksel bir yöntemdir. Deney örnekleri altın veya karbon gibi iletken bir madde ile kaplanarak gözlemlenebildiğinden dolayı direkt görüntüleme tekniği değildir. Bunun yanı sıra, yüksek vakum altında çalışması, su ihtiva eden maddelerin görüntülenmesine izin vermemektedir (142).

2.13.2 Taramalı elektron mikroskobu-enerji dağılımlı X ışını spektroskopisi (SEM-EDX)

Bir mikro analiz olan EDX spektroskopisi, SEM yöntemine dâhil edilmektedir. Bu yöntemle incelenen örneklerin kimyasal kompozisyonu belirlenebilir (144).

Yüksek enerjili elektron ışını, örnek yüzeyinde var olan iyon ve atomlardan X ışınları yayılmasına neden olmaktadır. Bu ışın, incelenecek örnekteki atomun iç kabuğunda bulunan bir elektronu yörüngesinden çıkarır. Meydana gelen boşluk dış kabuk tarafından doldurulmakta olup yüksek enerjili bir atom oluşturur. Bu enerji X ışını şeklinde dağıtılarak yüzeydeki element dağılımı hakkında bilgi verir (145).

Mine yüzeydeki minerallerin değişimini belirlemek amacıyla pek çok araştırmada SEM-EDX kullanılmıştır (146-148). Arnold ve ark. (146) dört farklı diş macununun meydana getirdiği remineralizasyon etkisi incelenmiş olup farklılıklar SEM-EDX cihazı ile değerlendirilmiştir.

2.13.3 Micro-BT

Yeni geliştirilen üç boyutlu görüntüleme sistemi olan Mikro-BT'nin en önemli avantajı; ölçümü yapılan maddeye zarar vermeksizin demineralizasyon ve remineralizasyon sürecindeki mineral değişikliklerini ölçmesidir. Aynı zamanda tekrarlanabilir olması ve

üç boyutlu görüntülerinin elde edilebilmesi de avantajları arasındadır. Neves ve ark.'nın (149) yaptığı çalışmada mikro-BT'nin yenilenebilir ölçüm yapabilmesi ve hacimsel hesaplamaya izin vermesi gibi özellikleri bildirilmiştir.

Tanaka ve ark.'nın (150) yaptığı çalışmada HP sonrası minede meydana gelen değişim ve mineralizasyon süreçlerini incelemek amacıyla mikro-BT kullanmış, bu cihazın örnekler üzerinde herhangi bir tahribat oluşturmadan mineral yoğunluğunu görüntüleyebildiğini belirtmişlerdir.

2.13.4 Atomik kuvvet mikroskobu (AFM)

1980 yılında geliştirilen AFM, genellikle biyolojik ve biyomalzeme araştırmalarında kullanılır (144). Örnek yüzeyi üzerinde ileri geri hareket edebilen keskin bir uçtan meydana gelir. İncelemesi yapılacak olan örneklerin yüzey konturları izlenerek topografik haritası çıkarılır (151).

Ölçümü yapılacak olan örnekleri SEM'de olduğu kadar kuru olmasına ve iletken bir malzeme ile kaplanmasına gerek yoktur. Cihazda yer alan ince prob yardımıyla örnek yüzeyine zarar vermeksizin yüzey pürüzlülüğü ve yüzey görüntüsü gibi verileri elde etmek mümkündür. Bunun yanı sıra yüksek çözünürlükte üç boyutlu görüntüler de elde edilebilir (142).

AFM cihazı ile meydana gelen mine kaybını inceleyen çok sayıda araştırma mevcuttur (152, 153). Finke ve ark.'nın (152) yaptığı çalışmada, içeceklerin mine yüzeyine etkisi araştırılmış ve ölçüm için AFM kullanılmıştır. Bu çalışmada mikroskoptan çıkarmadan elde edilen başlangıç görüntüsü sonrası içecek damlatarak aynı bölge tekrar taranmıştır.

2.13.5 Mikrosertlik testi

Mikrosertlik testinde, elmas bir uç sayesinde materyal üzerine birkaç gramdan 1 kilograma kadar değişebilen yük ile birlikte ölçüm yapılmaktadır. Elmas ucun cisim üzerinde bıraktığı iz uzunluğu ışık mikroskobuyla ya da bilgisayar yazılımı ile incelenir (154). Ölçümü yapılacak yüzeyin pürüzsüz ve parlak olması, ayrıca standardizasyonun sağlanması için numunenin üç farklı noktasına uygulanması gerekir. Uygulama numunenin kenarında yapılmamalı ve noktalar arasında belirli bir mesafe olmalıdır (155).

Mikrosertlik ölçüm yöntemleri; Brinell sertlik ölçme yöntemi, Rockwell sertlik ölçme yöntemi, Shore sertlik ölçüm yöntemi, Mohs sertlik ölçüm testi yöntemi, Barcoll sertlik ölçüm yöntemi, Vickers sertlik ölçme yöntemi ve Knoop sertlik ölçme yöntemi olarak bilinmektedir. Bu yöntemlerin en sık kullanılanları Knoop ve Vickers sertlik testleridir (156). Mikrosertlik ölçümlerinde yapılırken; Vickers sertlik testinde kare bazlı piramit bir uç, Knoop sertlik testinde ise uzamış eşkenar dörtgen şekilli bir uç kullanılmaktadır.

2.13.6 Kimyasal Analiz

Kimyasal analiz süreci; fiziksel, kimyasal, matematiksel, biyokimyasal ve biyolojik özellikte farklı deneylerden oluşmaktadır. Bu test ile numunenin hangi bileşenlerden oluştuğu, bileşenlerin miktarı ve yüzdesi, bileşikteki organik fonksiyonel grupların varlığı veya pozisyonu ve atomların dizilişleri kesin olarak belirlenebilmektedir (157).

Bu analiz yönteminde çekilmiş dişler kullanıldığından dolayı elde edilen sonuçların vital dişe ait dentin dokusundan farklı olduğu unutulmamalıdır. Çalışmalarda rastlanan bu problemi elimine etmek amacıyla yeni çekilmiş dişlerin kullanımı önerilebilir (158).

3. GEREÇ VE YÖNTEM

Bu çalışma Gaziantep Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Restoratif Diş Tedavisi Anabilim Dalı'nda yürütüldü. Renk değişikliğindeki bulgular spektrofotometre cihazı ile ölçülürken; yüzeyde meydana gelen mineral değişimlerinin incelenmesi ise Gaziantep Üniversitesi Uluğ Bey Yüksek Teknoloji Uygulama ve Araştırma Merkezi'ndeki SEM-EDX cihazı kullanılarak yapıldı. Çalışma için Gaziantep Üniversitesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'na başvuruldu ve 2020/113 karar numaralı etik kurul onayı alındı (EK-1).

3.1 Çalışmada Kullanılan Dişleri Seçimi

Çalışmaya Gaziantep Şehitkâmil Ağız ve Diş Sağlığı Merkezi'nde periodontal nedenlerle çekilmiş 60 adet çürük ve çatlak içermeyen alt santral diş dâhil edildi. Bütün örnekler, KIBT cihazı ile mine ve dentin kalınlıkları açısından standardizasyon sağlanarak renk (n=36) ve mineral (n=24) değerlendirilmesinde kullanılmak üzere rastgele ayrıldı. Dişler üzerindeki birikintiler ve diş taşları, el aletleri yardımıyla temizlendi. Beyazlatma uygulama sürelerine göre dişler renk (n=12) ve mineral (n=8) ölçümleri için 3 gruba ayrıldı. Piyasada kullanılan ofis tipi HP içerikli beyazlatma jelinin farklı sürelerde uygulanması ile meydana getirdiği beyazlatma etkinlikleri spektrofotometre ile değerlendirilirken; mine yüzeyinde meydana getirdiği değişimleri ise SEM-EDX cihazı ile in vitro koşullarda incelendi.

3.2 Kullanılan Materyaller

Çalışmada kullanılan materyal ve kullanılan cihazlar Tablo 3.1’de listelenmiştir:

Tablo 3.1: Çalışmada kullanılan materyallerin marka, model ve üretici firmaları

MATERYAL	MARKA VE MODEL	ÜRETİCİ FİRMA
Beyazlatma ajanı	Opalescence Boost PF %40	Ultradent Products, Inc., South Jordan, Utah, ABD
Spektrofotometre	VITA EasyShade	VITA EasyShade 4.0, Zahnfabrik, Bad Sackingen, Almanya
KIBT	PLANMECA	Promax 3D; Planmeca, Helsinki, Finlandiya
SEM-EDX	JEOL	Jeol Inc., Tokyo, Japonya

3.2.1 Spektrofotometre cihazı ile ölçümlerin yapılması

Bu çalışmada kullanılan spektrofotometre cihazı VITA EasyShade Advance 4.0 (VITA EasyShade 4.0, Zahnfabrik, Bad Sackingen, Almanya) olarak bilinmektedir. VITA EasyShade, ışık kaynağı, cisimden yansıyan ışığı alan cihaz ve spektrofotometre olmak üzere 3 ana komponentten meydana gelmektedir (Resim 3.1). Bu cihaz 400-700 nm dalga boyuna sahip ışık yoğunluğunu ölçebilmektedir. L* a* b* ve c*h* değerleri 2°'lik gözlem açısıyla elde edilmektedir (159).

36 adet alt santral diş rastgele 3 alt gruba ayrıldı (n=12). Her bir ölçümden önce üretici firma tarafından sağlanan beyaz kalibrasyon seramiğinde cihaz kalibre edildi. Ölçüm, üretici firmanın kullanım talimatları doğrultusunda cihazın ucu dişin labial orta üçlü yüzeyine temas edecek ve cihaz yere paralel olacak şekilde D65 gün ışığı kullanılarak, doğal gri bir arka zeminde gerçekleştirildi. Her bir örneğin kök yüzeyi diş çevre dokularını taklit edebilmek amacıyla ölçüm öncesi pembe mum ile kaplandı. Bu işlem beyazlatma öncesi, beyazlatma sonrası 24 saat, 7 ve 14 gün sonra olmak üzere dört kez tekrarlandı. Cihazdan elde edilen değerler ile renk farklılığı (ΔE_{00}) hesaplandı ve sonuçlar ayrıntılı olarak kaydedildi. Renk değişimi formülü;

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

ile hesaplanmıştır (30).



Resim 3.1: Spektrofotometre Cihazı ve Ölçümlerin Yapılması

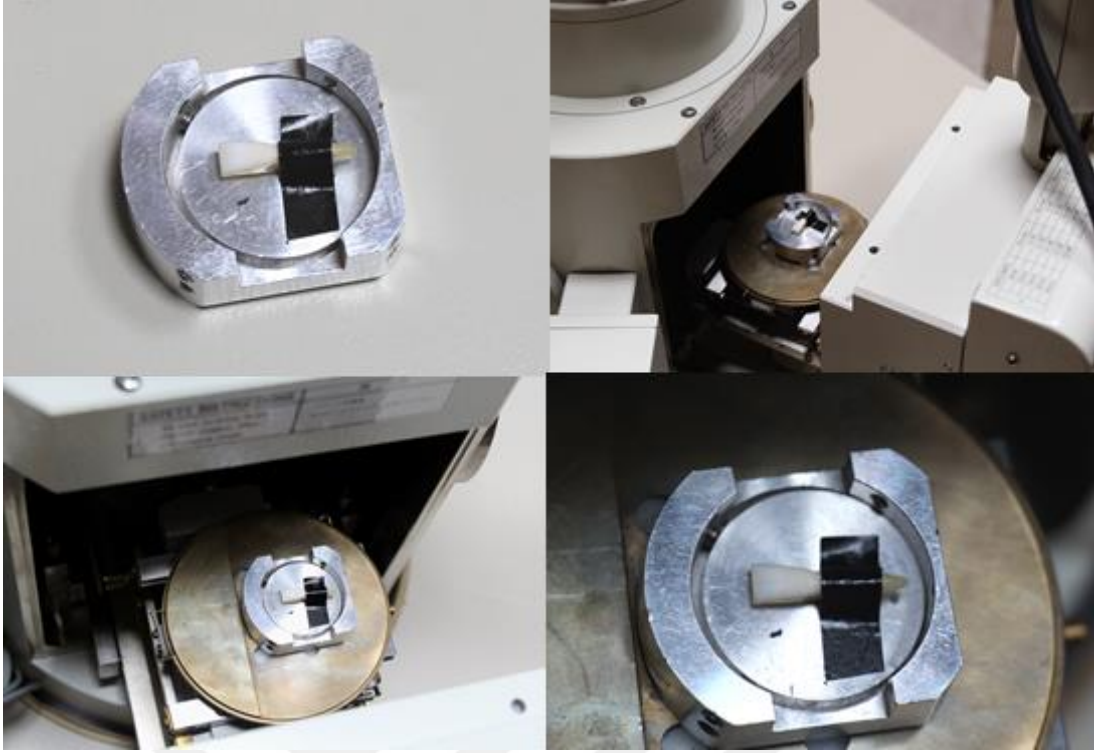
3.2.2 SEM-EDX cihazı ile ölçümlerin yapılması

Bu cihazdan yayılan X ışınları, ölçümü yapılacak olan materyalin yapısında yer alan element analizini ve yüzey bozukluklarını gösterebilmektedir. Bu çalışmada, JEOL markalı (Jeol Inc., Tokyo, Japonya) SEM-EDX dedektörü kullanıldı (Resim 3.2). 24 adet alt santral diş rastgele 3 alt gruba ayrıldı (n=8). Her bir örnek cihaza yerleştirilerek beyazlatma uygulaması öncesi ve 14. gün sonrası mineral içeriği ölçüldü (Resim 3.3).

Dişlerin labial orta üçlünün orta kısmından bölgesel mineral içeriği analizi, SEM-EDX cihazı ile yapıldı. Spektrum 20 Kv, magnifikasyon 50x, spot boyutu 5 nm, kalkış açısı 35.0° ve sayma süresi 100 s olarak kalibre edildi. Mineral içeriği olarak Ca, P, sodyum (Na), ve magnezyum (Mg) seviyelerine bakıldı ve veriler kaydedildi.



Resim 3.2: SEM-EDX Cihazı



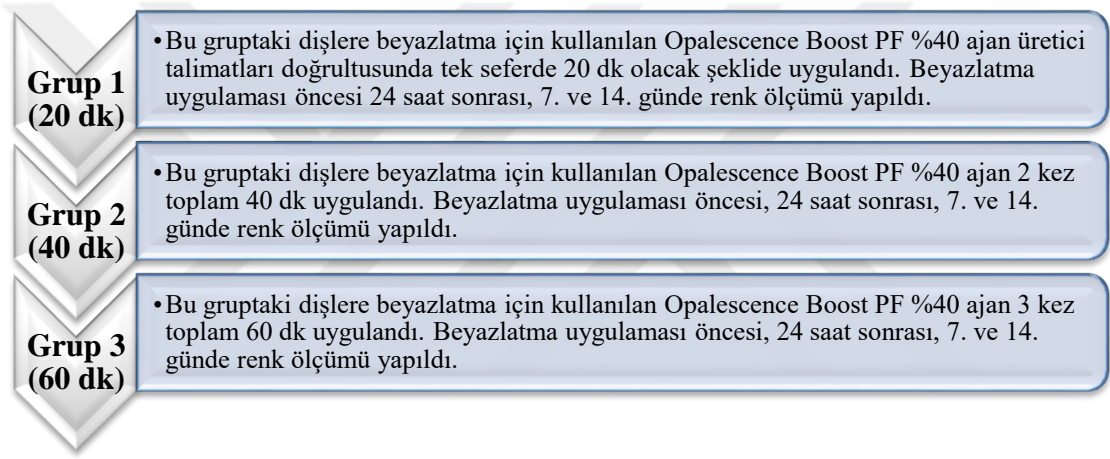
Resim 3.3: SEM-EDX Cihazına Örneklerin Yerleştirilmesi

3.3 Grupların Oluşturulması ve Beyazlatma Tedavisi

Çalışma grupları oluşturulduktan sonra her bir diş, gruplarına göre numaralandırıldı. Mineral analizi için hazırlanan örneklere işlem öncesi SEM-EDX cihazı ile mineral analizi yapıldı. Beyazlatma öncesi dişler numaralandırılmasına uygun olarak; kron kısımları açıkta kalacak şekilde mine-sement sınırının 1 mm üzerinde silikon ölçü maddesine gömüldü ve sonrasında beyazlatma işlemi her bir dişe uygulandı. Renk ölçümü sırasında her bir diş silikondan çıkarılarak gri bir zemin üzerinde spektrofotometre cihazı ile renk ölçümü yapıldı.

Dişler işlem yapılmadığı süre boyunca yapay tükürük içerisinde bekletildi. Yapay tükürük componentleri; sodyum bikarbonat 2190 mg, potasyum fosfat 1270 mg, magnezyum klorit 125 mg, kalsiyum klorit 441 mg, potasyum klorit 820 mg, sodyum florid 4.5, nipazol 100 mg, nipagin 10mg, sorbitol 24 mg, karboksimetil selüloz 8 mg, distile su 1000ml (pH 7.0) . Yapay tükürük solüsyonu Gaziantep Üniversitesi Biyokimya Anabilim Dalı'ndan temin edildi. Dişlerin içinde bulunduğu yapay tükürük solüsyonu her gün değiştirildi.

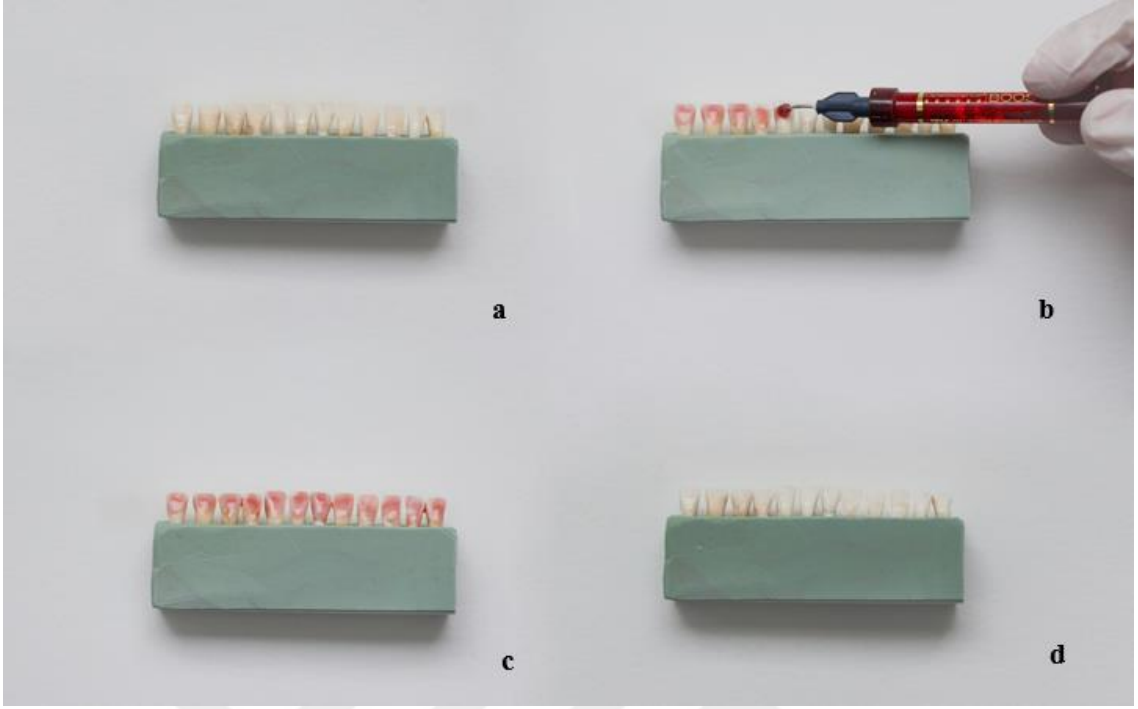
Bütün gruplara ofis tipi beyazlatma ajanı Opalescence Boost PF 40% (Ultradent Products, Inc., Utah, ABD) (Resim 3.4) 1 mm kalınlığında fırça yardımı ile bütün gruplara uygulandı. Grup 1’de 20 dakika (dk) uygulama sonrası diş yüzeyinden pamuk pelet yardımıyla beyazlatma ajanı uzaklaştırıldıktan sonra hava-su spreyi ile yıkandı. Grup 2 için beyazlatma jeli 20 dk uygulandıktan sonra hava-su spreyi yardımıyla temizlendi. Jel tekrar uygulandıktan sonra 20 dk daha bekletilerek 2 uygulama şeklinde toplamda 40 dk süre ile beyazlatıldı. Grup 3 için ise beyazlatma ajanı toplamda 60 dk uygulama olacak şekilde 3 kez 20 dk aralıklarla yenilendi. Her 20 dk’da bir pamuk yardımıyla uzaklaştırılıp hava-su spreyi ile yıkandıktan sonra jel tekrar diş yüzeyine uygulandı (Resim 3.5).



Şekil 3.1: Çalışma Grupları



Resim 3.4: Opalescence Boost PF %40



Resim 3.5: Beyazlatma uygulama aşamaları (a. Beyazlatma uygulaması öncesi, b-c. Beyazlatma uygulaması, d. Beyazlatma uygulaması sonrası)

3.4 İstatistiksel Analiz

Örneklem Büyüklüğü

Çalışmaya başlamadan önce örnek sayısının belirlenmesi amacıyla Power analizi yapıldı (G Power 3.1.9.4). Renk değişimi analizinde %5 (α) güven aralığında testin gücü %95 ($1-\beta$) olacak şekilde etki büyüklüğü 0.71 kabul edildiğinde minimum örneklem büyüklüğü 36 olarak hesaplanmıştır (160). Aynı şekilde mineral değişimi analizinde tekrarlayan ölçümler için %5 (α) güven aralığında testin gücü %80 ($1-\beta$) olacak şekilde etki büyüklüğü 0.70 kabul edildiğinde minimum örneklem büyüklüğü 24 olarak hesaplanmıştır (161).

İstatistiksel Analiz

Sayısal değişkenlerin normal dağılıma uygunluğu Shaphiro-Wilk ile test edildi. Normal dağılan değişkenlerin bağımsız üç grupta karşılaştırılmasında tek yönlü varyans analizi (ANOVA) ve en küçük anlamlı farklar (LSD) testleri, normal dağılmayan değişkenlerin

bağımsız üç grupta karşılaştırılmasında ise Kruskal Wallis ve Dunn testleri kullanıldı. Normal dağılan iki bağımlı ölçümün karşılaştırılmasında Eşleştirilmiş t testi, normal dağılmayan iki bağımlı ölçümün karşılaştırılmasında Wilcoxon testi kullanıldı. Normal dağılan tekrarlı ölçümlerin analizinde tekrarlanan ölçümlü varyans analizi, normal dağılmayan tekrarlı ölçümlerin analizinde Friedmann'ın iki yönlü varyans analizi kullanıldı. Analizlerde SPSS 22.0 Windows paket programı kullanılmış ve $p < 0.05$ anlamlı kabul edilmiştir.



4. BULGULAR

4.1 Renk Değerleri İçin Yapılan Analizler

Her gruptaki dişlere, beyazlatma uygulaması öncesi, 24 saat sonrası, 7. ve 14. günde spektrofotometre cihazıyla ölçümler yapıldı. Yapılan bu ölçümlerde elde edilen veriler ΔE_{00} formülüne uygun olacak şekilde hesaplandı.

4.1.1 ΔE_{00} değerine ait bulgular

ΔE_{001} : Uygulama öncesi ve 24 saat sonrası arasındaki renk değişim değerleri

ΔE_{002} : Uygulama öncesi ve 7 gün sonrası arasındaki renk değişim değerleri

ΔE_{003} : Uygulama öncesi ve 14 gün sonrası arasındaki renk değişim değerleri

Tablo 4.1: Tüm grupların standart sapma ve ortalama ΔE_{00} değişimi değerleri

	GRUP 1	GRUP 2	GRUP 3
ΔE_{001}	4.74 ± 1.26^{aA}	6.39 ± 0.89^{bA}	7.00 ± 2.58^{bA}
ΔE_{002}	4.77 ± 1.51^{aA}	6.41 ± 1.21^{bA}	7.42 ± 2.33^{bA}
ΔE_{003}	4.84 ± 1.91^{aA}	6.60 ± 1.82^{bA}	8.37 ± 2.15^{cA}

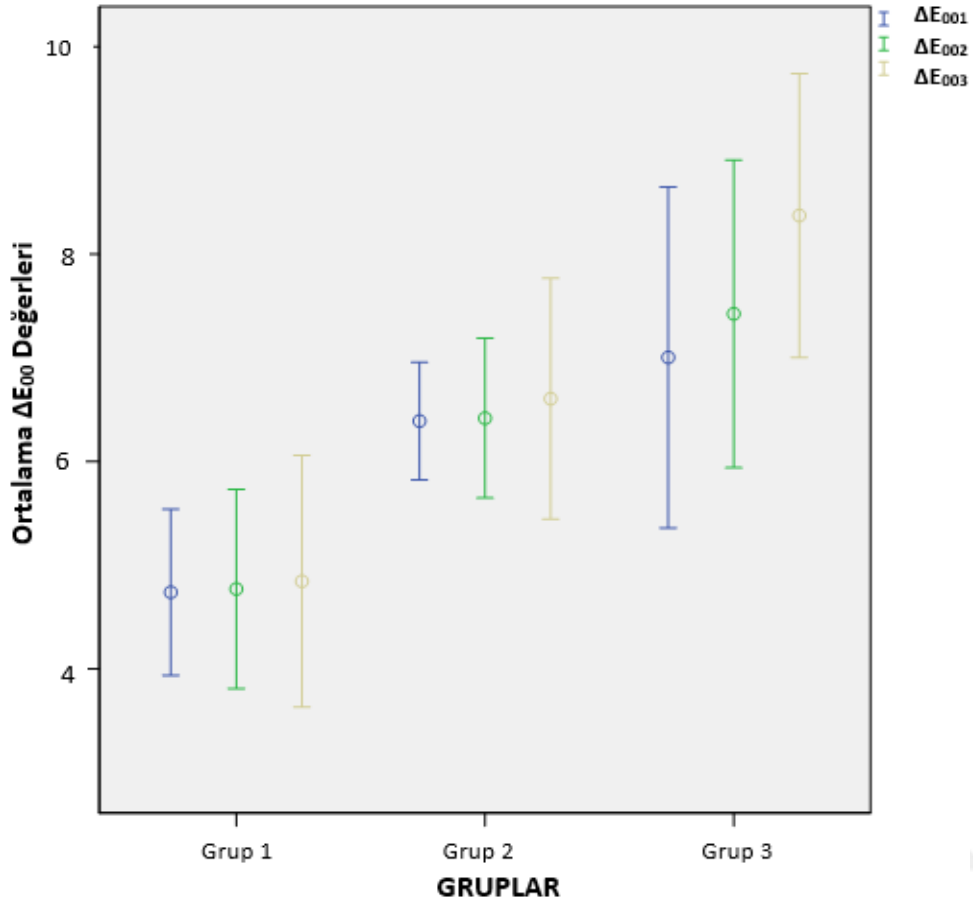
Sütunlar ve satırlar içindeki farklı harfler istatistiksel olarak anlamlı farklılıkları gösterir. Küçük harfler aynı satırdaki istatistiksel farkı, büyük harfler ise aynı sütundaki istatistiksel farkı temsil eder.

ΔE_{00}^* renk değişim değerleri açısından grup içi ve gruplar arası karşılaştırmalar Tablo 4.1’de görülmektedir.

Gruplar arası karşılaştırmada; ΔE_{001} ve ΔE_{002} değerleri için Grup 1 (20 dk)-Grup 2 (40 dk) ve Grup 1 (20 dk)-Grup 3 (60 dk) arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulundu ($p < 0.05$). ΔE_{003} değerleri için bütün gruplar arasında anlamlı fark gözlemlendi ($p < 0.05$). En yüksek değerler Grup 3 (60 dk)’te saptandı.

Grup içi karşılaştırmada bütün grupların tüm zamanlardaki ΔE_{00} değerleri için istatistiksel açıdan fark bulunmadı ($p > 0.05$).

Tüm gruplar için ortalama ΔE_{00} değerleri Şekil 4.1 'de görülmektedir.



Şekil 4.1: Gruplar arası ortalama ΔE_{00}^* değerleri

4.1.2 L* değerine ait bulgular

L₀*: Uygulama öncesi ölçümlerdeki değer

L₁*: Uygulamadan 24 saat sonra alınan ölçümlerdeki değer

L₂*: Uygulama sonrası 7. günde alınan ölçümlerdeki değer

L₃*: Uygulama sonrası 14. günde alınan ölçümlerdeki değer (tedavi bitimi)

Tablo 4.2: Tüm grupların standart sapma ve ortalama L* değerleri (L* ± ss)

	GRUP 1	GRUP 2	GRUP 3
L ₀	81.97 ± 4.12 ^{aA}	82.39 ± 5.42 ^{aA}	81.50 ± 4.50 ^{aA}
L ₁	86.53 ± 3.82 ^{aB}	90.17 ± 3.71 ^{bB}	91.75 ± 3.84 ^{bB}
L ₂	86.25 ± 4.46 ^{aB}	90.11 ± 5.22 ^{bB}	90.22 ± 4.17 ^{bB}
L ₃	85.92 ± 4.03 ^{aB}	89.47 ± 4.45 ^{aB}	89.37 ± 4.49 ^{aB}

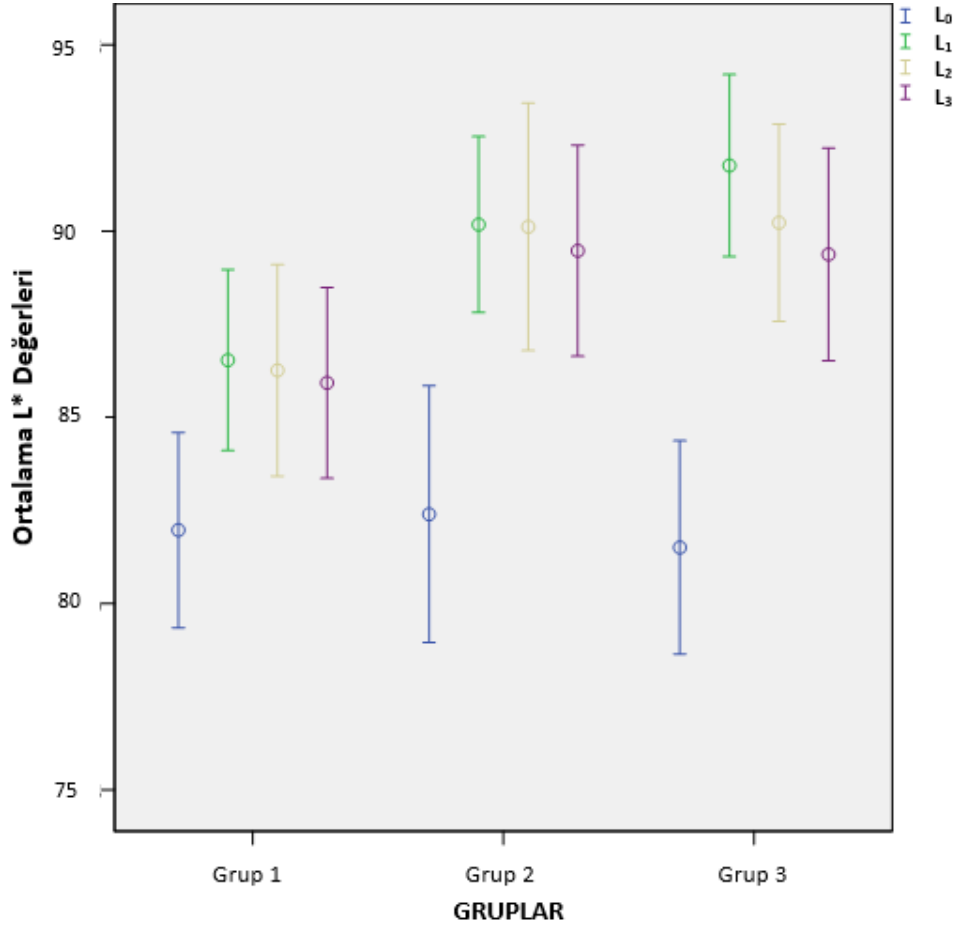
Sütunlar ve satırlar içindeki farklı harfler istatistiksel olarak anlamlı farklılıkları gösterir. Küçük harfler aynı satırdaki istatistiksel farkı, büyük harfler ise aynı sütundaki istatistiksel farkı temsil eder.

Tüm grupların, bütün zamanlardaki ortalama L* değerleri (±ss) Tablo 4.2’de gösterilmiştir.

Gruplar arası karşılaştırmada; L₀* ve L₃* değerleri için istatistiksel açıdan anlamlı fark tespit edilmedi (p > 0.05). L₁* ve L₂* değerleri açısından Grup 1 (20 dk)-Grup 2 (40 dk) ve Grup 1 (20 dk)-Grup 3 (60 dk) arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlemlendi (p < 0.05).

Grup içi karşılaştırmada tüm grupların L₀* ölçümleri ile L₁*, L₂* ve L₃* ölçümleri arasında istatistiksel açıdan anlamlı fark saptandı (p < 0.05).

Tüm gruplar için zamana bağlı ortalama L* değerleri Şekil 4.2’de görülmektedir.



Şekil 4.2: Tüm gruplar için zamana bağlı ortalama L* değerleri

4.1.3 a* değerine ait bulgular

a₀*: Uygulama öncesi ölçümlerdeki değer

a₁*: Uygulamadan 24 saat sonra alınan ölçümlerdeki değer

a₂*: Uygulama sonrası 7. günde alınan ölçümlerdeki değer

a₃*: Uygulama sonrası 14. günde alınan ölçümlerdeki değer (tedavi bitimi)

Tablo 4.3: Tüm grupların standart sapma ve ortalama a^* değerleri ($a^* \pm ss$)

	GRUP 1	GRUP 2	GRUP 3
a₀	2.34 ± 1.34^{aA}	1.95 ± 1.11^{aA}	1.98 ± 1.49^{aA}
a₁	0.05 ± 1.41^{aB}	-1.01 ± 1.33^{abB}	-1.34 ± 1.36^{bB}
a₂	-0.62 ± 1.39^{aBC}	-0.57 ± 1.47^{aB}	-0.76 ± 1.17^{aB}
a₃	-0.73 ± 0.92^{aC}	-0.17 ± 1.12^{aB}	-0.48 ± 1.33^{aB}

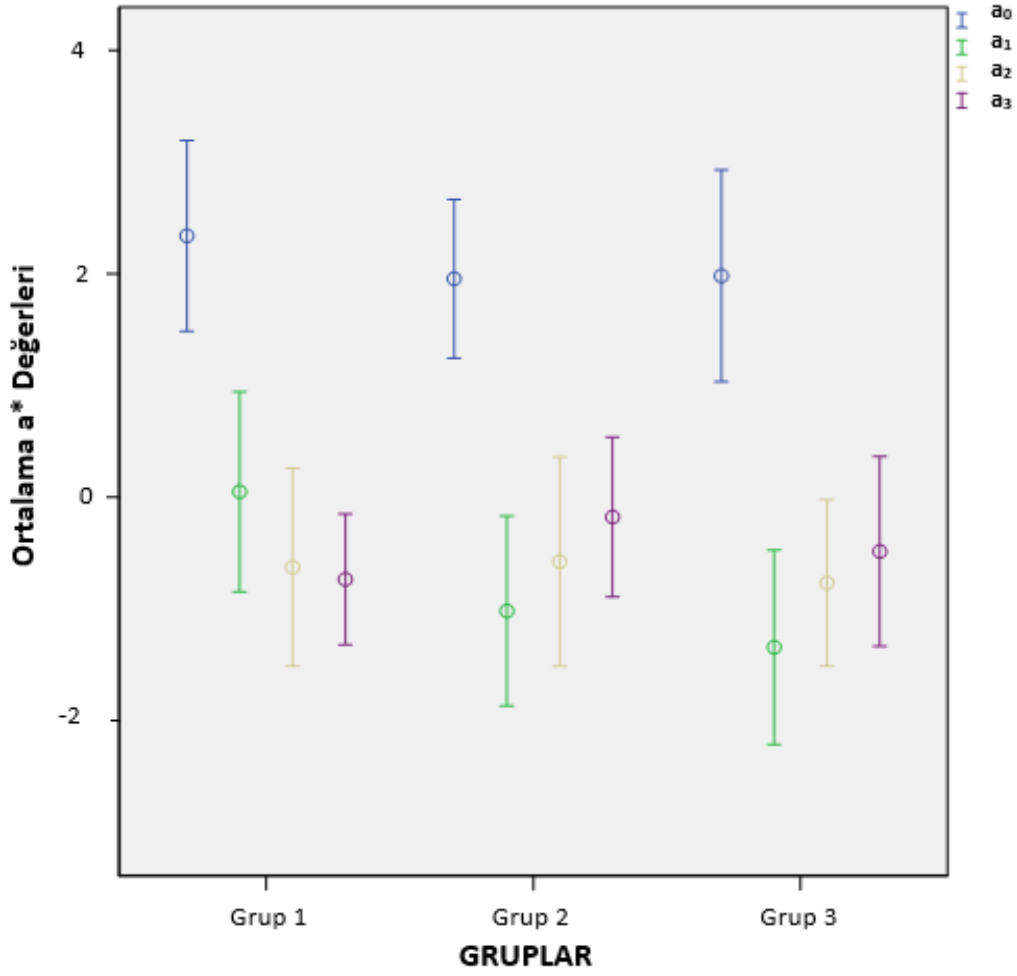
Sütunlar ve satırlar içindeki farklı harfler istatistiksel olarak anlamlı farklılıkları gösterir. Küçük harfler aynı satırdaki istatistiksel farkı, büyük harfler ise aynı sütundaki istatistiksel farkı temsil eder.

Tüm grupların, bütün zamanlardaki ortalama a^* değerleri ($\pm ss$) Tablo 4.3'de gösterilmiştir.

Gruplar arası karşılaştırmada; a_0^* , a_2^* ve a_3^* değerleri açısından istatistiksel açıdan anlamlı fark bulunmadı ($p > 0.05$). a_1^* değerleri için Grup 1 (20 dk)-Grup 3 (60 dk) arasında anlamlı fark tespit edildi ($p < 0.05$).

Grup içi karşılaştırmada; Grup 2 (40 dk) ve Grup 3 (60 dk) için a_0^* değeri ile a_1^* , a_2^* ve a_3^* arasında istatistiksel olarak anlamlı bir azalma gözlemlendi ($p < 0.05$). Grup 1 (20 dk) açısından a_0^* ile a_1^* , a_2^* ve a_3^* değerleri ile a_1^* ve a_3^* arasında anlamlı bir fark bulundu ($p < 0.05$).

Tüm gruplar için zamana bağlı ortalama a^* değerleri Şekil 4.3’de görülmektedir.



Şekil 4.3: Tüm gruplar için zamana bağlı ortalama a^* değerleri

4.1.4 b^* değerine ait bulgular

b_0^* : Uygulama öncesi ölçümlerdeki değer

b_1^* : Uygulamadan 24 saat sonra alınan ölçümlerdeki değer

b_2^* : Uygulama sonrası 7. günde alınan ölçümlerdeki değer

b_3^* : Uygulama sonrası 14. günde alınan ölçümlerdeki değer (tedavi bitimi)

Tablo 4.4: Tüm grupların standart sapma ve ortalama b^* değerleri ($b^* \pm ss$)

	GRUP 1	GRUP 2	GRUP 3
b₀	37.61 \pm 2.93 ^{aA}	36.85 \pm 3.05 ^{aA}	37.37 \pm 3.06 ^{aA}
b₁	34.02 \pm 3.41 ^{aB}	30.51 \pm 2.50 ^{bB}	30.84 \pm 2.50 ^{bB}
b₂	33.95 \pm 3.58 ^{aB}	29.93 \pm 3.05 ^{bB}	29.34 \pm 2.75 ^{bBC}
b₃	34.00 \pm 2.84 ^{aB}	28.69 \pm 2.66 ^{bB}	28.26 \pm 2.65 ^{bC}

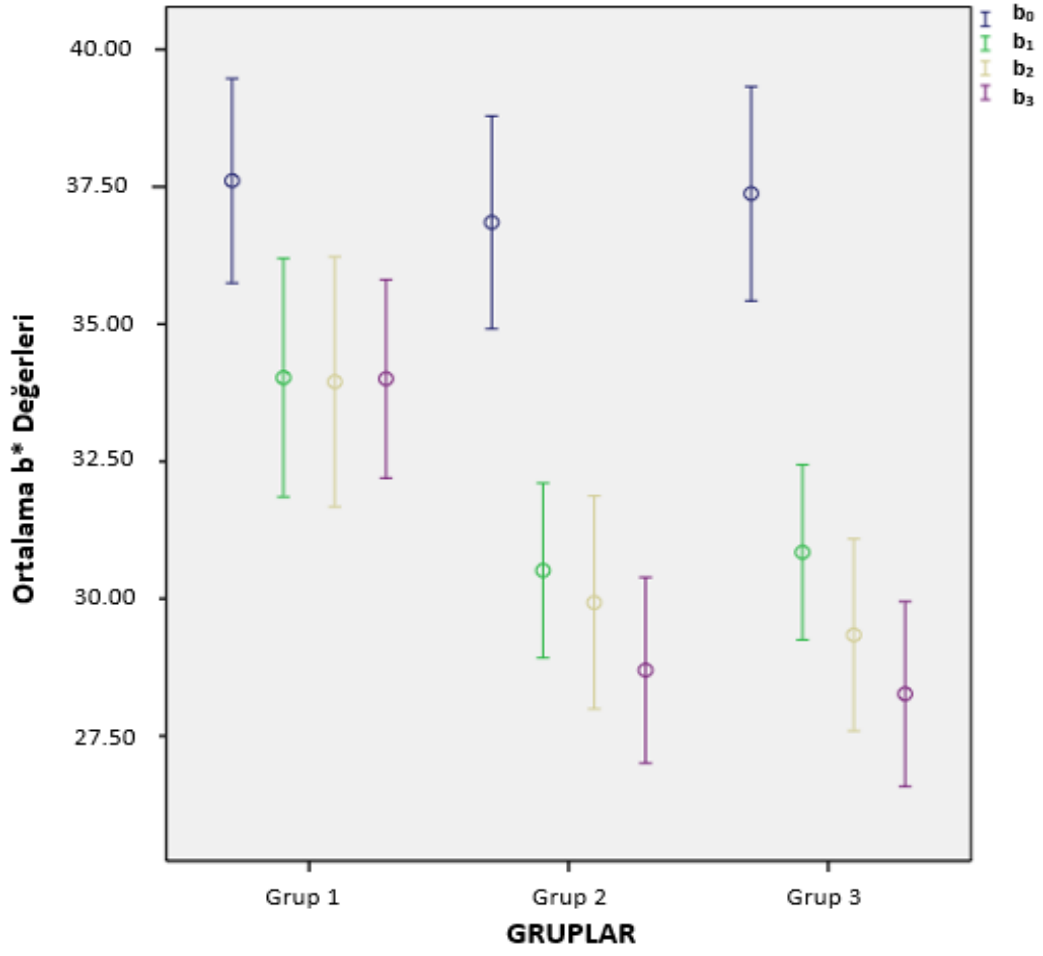
Sütunlar ve satırlar içindeki farklı harfler istatistiksel olarak anlamlı farklılıkları gösterir. Küçük harfler aynı satırdaki istatistiksel farkı, büyük harfler ise aynı sütundaki istatistiksel farkı temsil eder.

Tüm grupların, bütün zamanlardaki ortalama b^* değerleri ($\pm ss$) Tablo 4.4'de gösterilmiştir.

Gruplar arası karşılaştırmada; b_0^* değerleri için tüm gruplarda istatistiksel açıdan anlamlı fark bulunmadı ($p > 0.05$). b_1^* , b_2^* ve b_3^* değerleri açısından Grup 1 (20 dk)-Grup 2 (40 dk) ve Grup 1 (20 dk)-Grup 3 (60 dk) arasında istatistiksel açıdan anlamlı fark gözlemlendi ($p < 0.05$).

Grup içi karşılaştırmada; Grup 1 (20 dk) ve Grup 2 (40 dk) açısından b_0^* değerleri ile b_1^* , b_2^* ve b_3^* değerleri arasında istatistiksel açıdan anlamlı fark saptandı ($p < 0.05$). Grup 3 (60 dk) açısından ise b_0^* ile b_1^* , b_2^* ve b_3^* değerleri ile b_1^* ve b_3^* arasında anlamlı fark bir tespit edildi ($p < 0.05$).

Tüm gruplar için zamana bağlı ortalama b^* değerleri Şekil 4.4'de görülmektedir.



Şekil 4.4: Tüm gruplar için zamana bağlı ortalama b^* değerleri

4.2 Mineral Değişimi İçin Yapılan Analizler

Beyazlatma uygulaması öncesi yapılan SEM-EDX analizinde başlangıç ölçümleri için tüm grupların mineral değerleri; Mg₀, P₀, Ca₀ ve Na₀ olarak; beyazlatma sonrası için ise örneklerin mineral içeriği değerlerine Mg₁, P₁, Ca₁ ve Na₁ olarak kaydedilerek istatistiksel analizi yapıldı.

4.2.1 Ca mineraline ait bulgular

Tablo 4.5: Tüm gruplar için standart sapma ve Ca mineralinin ortalama ağırlıkça (%) değerleri

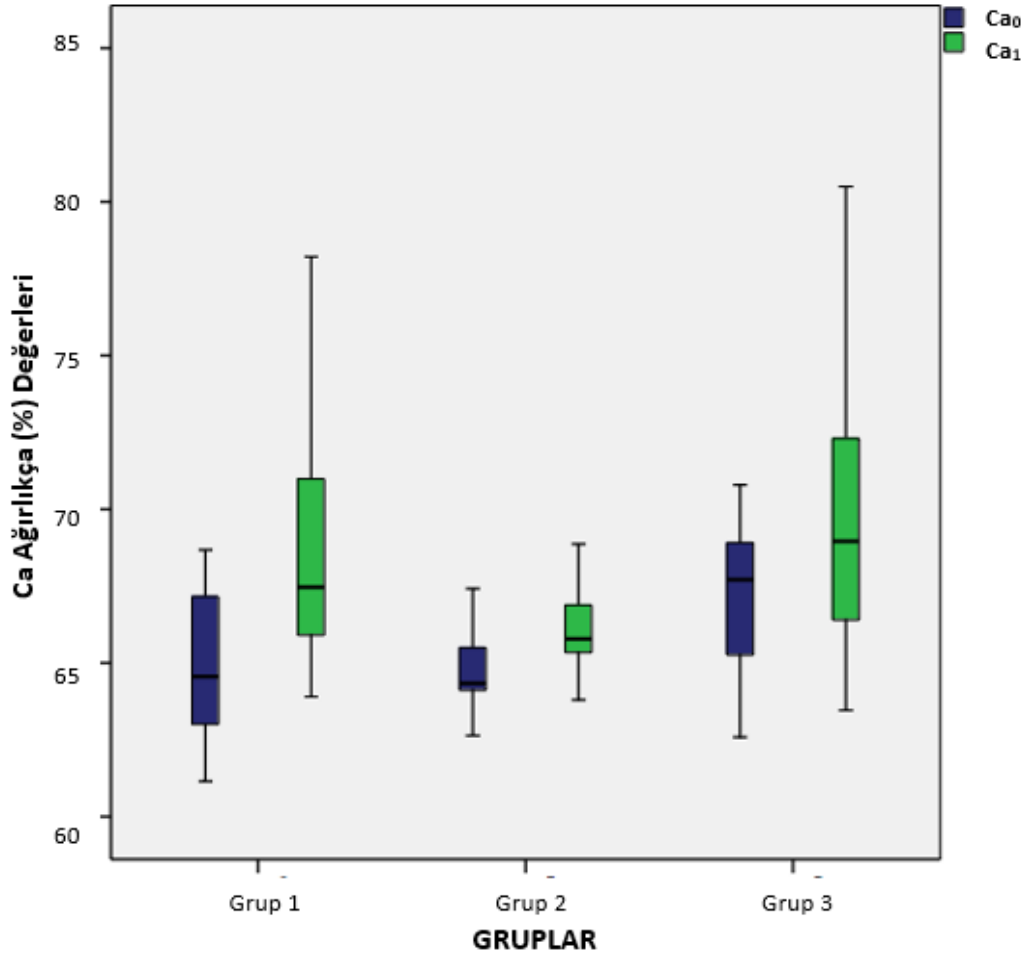
	GRUP 1	GRUP 2	GRUP 3
Ca₀	64.90 ± 2.62 ^{aA}	64.74 ± 1.52 ^{aA}	67.14 ± 2.69 ^{aA}
Ca₁	68.85 ± 4.54 ^{aA}	66.08 ± 1.50 ^{aA}	69.91 ± 5.34 ^{aA}

· Sütunlar ve satırlar içindeki farklı harfler istatistiksel olarak anlamlı farklılıkları gösterir. Küçük harfler aynı satırdaki istatistiksel farkı, büyük harfler ise aynı sütundaki istatistiksel farkı temsil eder.

Tüm grupların Ca minerali ortalama değerleri (±ss) Tablo 4.5’de gösterilmiştir.

Grup içi ve gruplar arası karşılaştırmada Ca₀ ve Ca₁ değerleri için istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmadı (p > 0.05). Bununla birlikte tüm grupların Ca değerlerinde işlemden sonra artış saptandı. En fazla değişim Grup 1’de (20 dk) gözlemlendi.

Tüm gruplar için ağırlıkça (%) ortalama Ca değerleri Şekil 4.5’de görülmektedir.



Şekil 4.5: Tüm gruplar için ağırlıkça (%) ortalama Ca değerleri

4.2.2 P mineraline ait bulgular

Tablo 4.6: Tüm gruplar için standart sapma ve P mineralinin ortalama ağırlıkça (%) değerleri

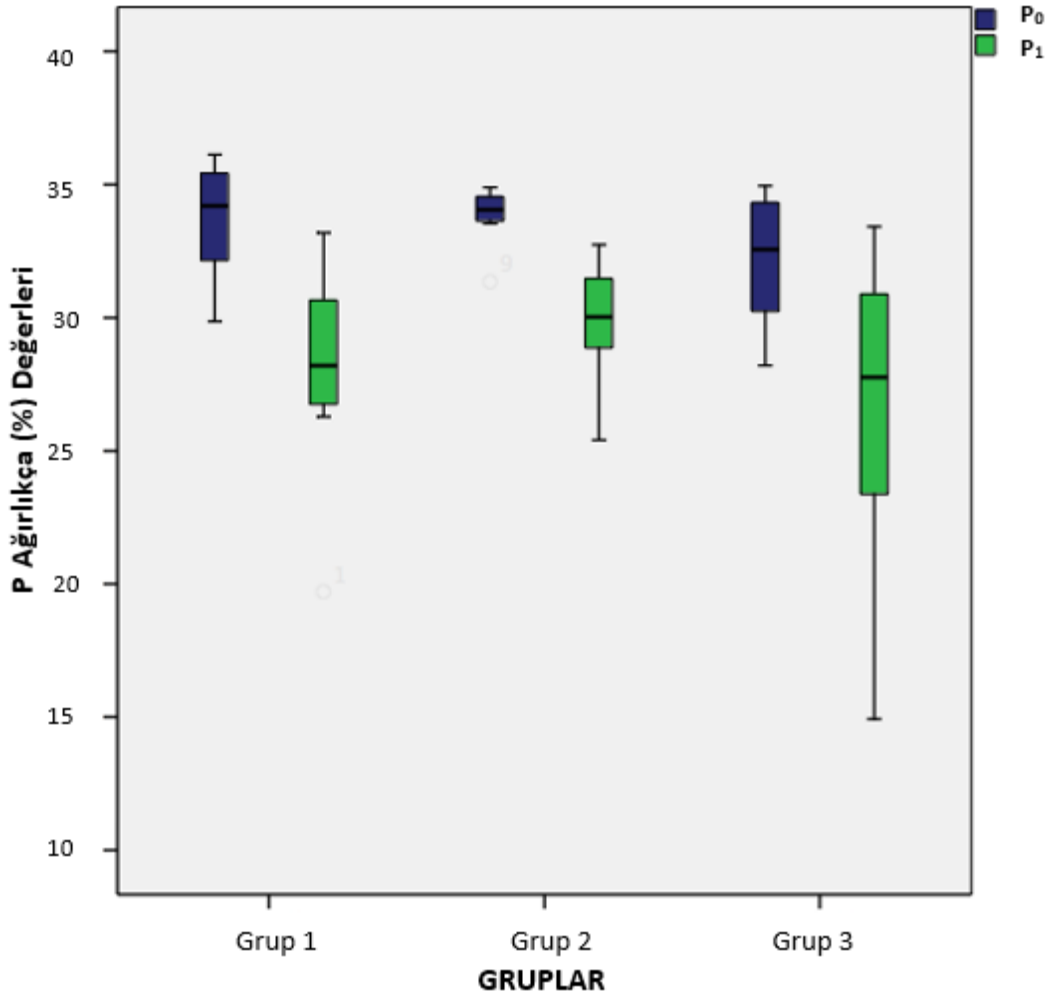
	GRUP 1	GRUP 2	GRUP 3
P₀	33.69 ± 2.20 ^{aA}	33.83 ± 1.11 ^{aA}	32.17 ± 2.40 ^{aA}
P₁	28.01 ± 4.05 ^{aB}	29.86 ± 2.26 ^{aB}	26.54 ± 5.92 ^{aB}

• Sütunlar ve satırlar içindeki farklı harfler istatistiksel olarak anlamlı farklılıkları gösterir. Küçük harfler aynı satırdaki istatistiksel farkı, büyük harfler ise aynı sütundaki istatistiksel farkı temsil eder.

Tüm grupların P minerali ortalama değerleri (\pm ss) Tablo 4.6'de gösterilmiştir.

Gruplar arası karşılaştırmada P_0 ve P_1 değerleri için istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmazken ($p > 0.05$); grup içi karşılaştırmada anlamlı farklılık gözlemlendi ($p < 0.05$). Bununla birlikte tüm grupların P değerlerinde işlemden sonra azalma saptandı. En az değişim Grup 2'de (40 dk) gözlemlendi.

Tüm gruplar için ağırlıkça (%) ortalama P değerleri Şekil 4.6'de görülmektedir.



Şekil 4.6: Tüm gruplar için ağırlıkça (%) ortalama P değerleri

4.2.3 Mg mineraline ait bulgular

Tablo 4.7: Tüm gruplar için standart sapma ve Mg mineralinin ortalama ağırlıkça (%) değerleri

	GRUP 1	GRUP 2	GRUP 3
Mg₀	0.19 ± 0.09 ^{aA}	0.26 ± 0.12 ^{aA}	0.07 ± 0.06 ^{bA}
Mg₁	1.03 ± 1.04 ^{aB}	1.05 ± 0.82 ^{aB}	0.79 ± 0.39 ^{aB}

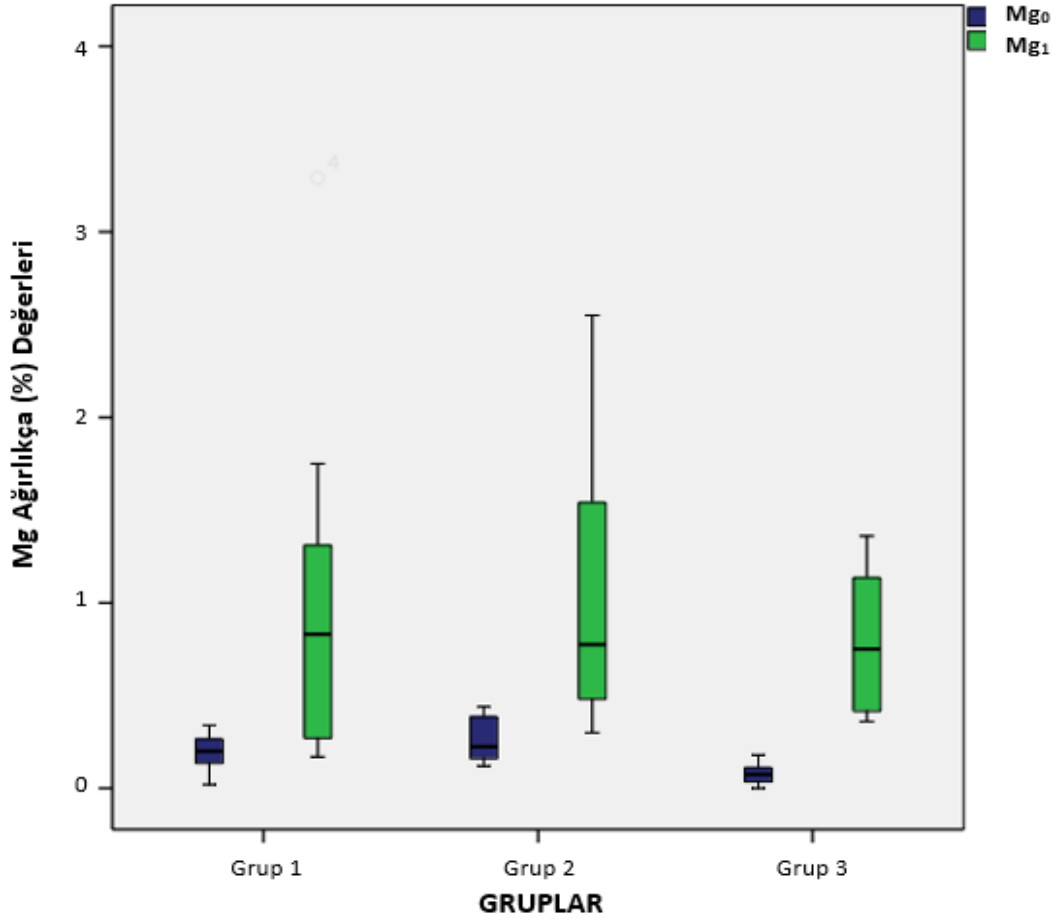
· Sütunlar ve satırlar içindeki farklı harfler istatistiksel olarak anlamlı farklılıkları gösterir. Küçük harfler aynı satırdaki istatistiksel farkı, büyük harfler ise aynı sütundaki istatistiksel farkı temsil eder.

Tüm grupların Mg minerali ortalama değerleri (±ss) Tablo 4.7’de gösterilmiştir.

Gruplar arası karşılaştırmada; Mg₁* için anlamlı fark bulunmazken (p > 0.05); Mg₀* da istatistiksel olarak anlamlı fark gözlemlendi (p < 0.05).

Grup içi karşılaştırmada; tüm grupların öncesi ve sonrası ölçümleri arasında anlamlı farklılık tespit edildi (p < 0.05). Bununla birlikte tüm grupların Mg değerlerinde işlemten sonra artış bulundu. En fazla değişim ise Grup 1’de (20 dk) gözlemlendi.

Tüm gruplar için ağırlıkça (%) ortalama Mg değerleri Şekil 4.7’de görülmektedir.



Şekil 4.7: Tüm gruplar için ağırlıkça (%) ortalama Mg değerleri

4.2.4 Na mineraline ait bulgular

Tablo 4.8: Tüm gruplar için standart sapma ve Na mineralinin ortalama ağırlıkça (%) değerleri

	GRUP 1	GRUP 2	GRUP 3
Na ₀	1.39 ± 0.41 ^{aA}	1.34 ± 0.42 ^{aA}	1.27 ± 0.71 ^{aA}
Na ₁	1.89 ± 1.57 ^{aA}	3.13 ± 1.04 ^{bB}	1.91 ± 0.59 ^{aB}

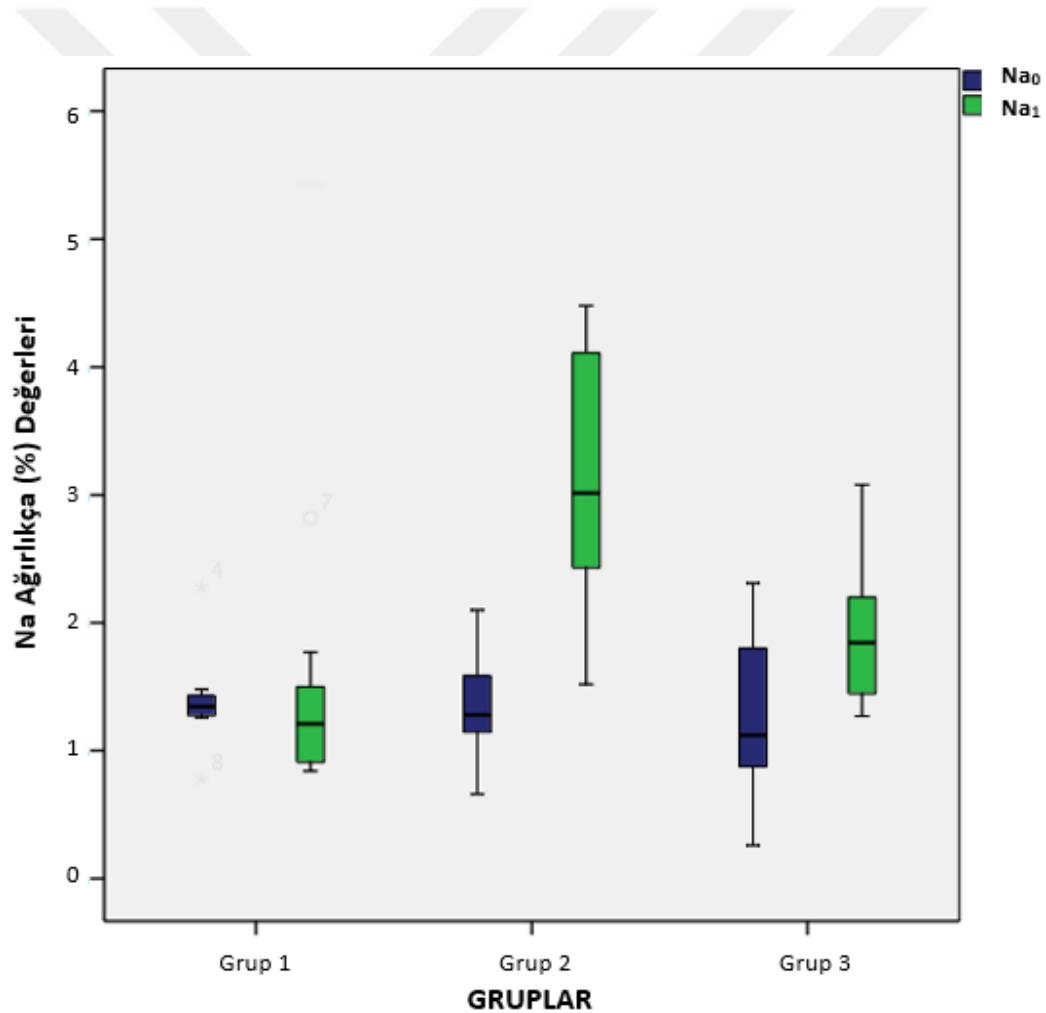
• Sütunlar ve satırlar içindeki farklı harfler istatistiksel olarak anlamlı farklılıkları gösterir. Küçük harfler aynı satırdaki istatistiksel farkı, büyük harfler ise aynı sütundaki istatistiksel farkı temsil eder.

Tüm grupların Na minerali ortalama değerleri (\pm ss) Tablo 4.8’de gösterilmiştir.

Gruplar arası karşılaştırmada Na_1 için istatistiksel olarak anlamlı fark bulunurken ($p < 0.05$); Na_0 ’da gözlenmedi.

Grup içi karşılaştırmada; Grup 1 (20 dk) için anlamlı fark bulunmazken ($p > 0.05$); Grup 2 (40 dk) ve Grup 3 (60 dk)’te istatistiksel olarak anlamlı fark saptandı ($p < 0.05$). Bununla birlikte tüm grupların Na değerlerinde işlemden sonra artış tespit edildi. En fazla değişim ise Grup 2’de (40 dk) gözlemlendi.

Tüm gruplar için ağırlıkça (%) ortalama Na değerleri Şekil 4.8’de görülmektedir.



Şekil 4.8: Tüm gruplar için ağırlıkça (%) ortalama Na değerleri

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Estetik diş hekimliği son yıllarda hastalar tarafından oldukça ilgi görmekte olan bir alandır. Günümüz diş hekimliğinde önemli bir yere sahip olan beyazlatma tedavisi, renklenmiş dişlerde uygulanan konservatif bir yöntemdir. Beyazlatma tedavisi ev tipi, ofis tipi ve bu iki yöntemin beraber uygulandığı kombine tedavi olmak üzere üç farklı şekilde uygulanabilmektedir.

Ev tipi ve ofis tipi beyazlatma tedavilerinin çeşitli avantajları olduğu gibi farklı dezavantajları da mevcuttur. Ev tipi beyazlatma yönteminde; jellerin düşük konsantrasyonlarda ve ekonomik olması avantaj sağlarken, hasta tarafından kolaylıkla kontrol edilememesi, aparatların yapım aşamasının uzun sürmesi ve hastaların plak kullanımını tolere edememesi gibi dezavantajları vardır (77, 162). Ofis tipi beyazlatma yönteminde ise yüksek konsantrasyondaki maliyetli jellerin kullanılması dezavantaj sebebiyken; diş hekimi tarafından uygulanması, yumuşak dokuların korunması ve en önemlisi de tedavinin daha kısa sürede tamamlanması avantajları arasındadır (133).

Ofis tipi beyazlatma tedavilerinde genellikle vücutta düşük konsantrasyonlarda bulunan, yüksek konsantrasyonlarda ise bakteriyostatik etki gösteren, çok yüksek konsantrasyonlarda da DNA hasarına neden olan HP kullanılmaktadır (87). Birçok farklı beyazlatma prosedürü bulunmasına rağmen genellikle bunların hepsi ortak bir kimyasal reaksiyonu baz almaktadır. Beyazlatma tedavisi sırasında HP içeren ajanlar oksidasyon-redüksiyon reaksiyonları ile birlikte serbest radikaller meydana getirirler. Bu radikal, biyolojik sistemlerdeki en aktif ve zararlı serbest radikal olan OH⁻ iyonudur (163). HP ajanının reaksiyonu sonucu açığa çıkan OH⁻ iyonu minenin interprizmatik alanlarına penetre olarak büyük ve kompleks makro molekülleri daha küçük moleküllere parçalar (78). Beyazlatma uygulaması sonrası meydana gelen küçük ve basit moleküller daha çok ışık yansıtır, bu da dişi olduğundan daha beyaz gösterir (80). Ayrıca minede inorganik tuzlar arasında yer alan ve renklenmeye sebep olan organik moleküllerin ışığı daha az yansıtan basit moleküller haline gelmesini sağlar (76, 84). OH⁻ iyonları organik ve inorganik moleküllerin ikisinde de yıkıma sebep olurken en fazla yıkım organik moleküllerde görülür (164).

Beyazlatma uygulaması sonrası dişin dehidrate olması ile gözle görülen parlaklık seviyesi artarken beyazlık seviyesindeki artış yüksek molekül ağırlıklı bileşiklerin yıkımı ile ilgilidir. Bu sebeple, uygulamadan hemen sonra dişte görülen renk değişimi, diş renginin parlaklığındaki artış ve renklenme seviyesindeki azalmadan kaynaklanır. Ancak dişlerin rehidrate olmasıyla azalan parlaklık gözle görülen renk değişimiyle sonuçlanır. Bu nedenle, çalışmamızda renk parametrelerinin değerlendirilmesi beyazlatma işlemlerini takiben değil 24 saat sonra yapılmıştır (160, 165, 166).

Diş dokusundaki apatit yapısı ile HP yıkım ürünü OH⁻ radikalleri yer değiştirerek peroksit-apatit oluşumuna neden olur. Peroksit-apatit oluşumunun iki hafta boyunca devam ettiği, sonrasında ise OH⁻ radikallerinin apatit yapısından ayrıldığı görülmüştür. Başka bir deyişle HP'nin meydana getirdiği serbest oksijen radikalleri diş yapısından iki hafta sonra ayrılır (167).

Genellikle in vitro şartlar altında yapılan çalışmalarda, in vivo ortamları mümkün olduğunca taklit edebilmek amacıyla, çekilmiş dişlerin yapay tükürük solüsyonları içerisinde saklandığı görülmektedir (168). Taneja ve ark. (169) ofis tipi beyazlatma ajanı uygulanmış örneklerin yapay tükürük, remineralize edici ajan ve antioksidanda bekletilip renk stabilitesini incelediği bir çalışmada, en fazla ΔE değişimini yapay tükürükte bulmuştu. Aynı şekilde Karadaş ve ark.'nın (170) yaptığı çalışmada farklı solüsyonlarda bekletilen ajanlarda en iyi sonuç yine yapay tükürükte elde edilmiştir. Çalışmamızda da örnekler üzerinde işlem yapılmadığı zamanlarda dişler yapay tükürük solüsyonunda 37°C'de etüvde saklamıştır.

Beyazlatma ajanlarının difüzyonu, iyonların ve düşük moleküler ağırlıklı maddelerin prizmatik mineden dentine ulaşması, minenin geçirgenliğine bağlıdır (171). Yapılan in- vivo (172, 173) ve in vitro (174, 175) çalışmalarda, mine/dentin kalınlığının HP difüzyonunda rol aldığı bildirilmiştir. Işığın saçılmasını sağlayan tabaka mine iken; ışığın emilimini sağlayan tabaka ise dentindir (1). Bu saçılma ve emilim olayları nedeniyle diş rengi, mine ve dentindeki değişikliklerden büyük ölçüde etkilenmektedir (176). Dişten yansıyan ve emilen ışığın miktarının, dentin ve minenin kalınlığına ve yarı-saydamlığına bağlı olduğunu bildirilmiştir (177, 178). Oguro ve ark.'nın (179) yaptığı çalışmada, insan santral dişlerindeki mine kalınlığının rengi etkilediği ve dişteki renk değişiminde istatistiksel olarak anlamlı farklılık yarattığı tespit edilmiştir. KIBT mine ve dentin kalınlığını doğru bir şekilde ölçmek için ideal bir cihazdır (180).

Beyazlatma uygulaması ile oluşan renk değişiminde farklı mine dentin kalınlıklarının farklı etki göstermesinden dolayı çalışmamızda kullanılan dişlerin mine ve dentin kalınlıkları KIBT cihazıyla standardize edilmiştir.

Literatürde yapılan incelemelerde renk değişimini değerlendirmek amacıyla iki temel yöntem kullanıldığı görülmektedir. Bu yöntemlerden ilki renk skalaları ile yapılan nitel değerlendirme (106) iken, ikincisi spektrofotometre kullanılarak yapılan nicel değerlendirme (181). Beyazlatma tedavisi sırasında meydana gelen renk değişikliğini belirlemek için dijital renk ölçüm cihazları olan spektrofotometreler ile CIE L*a*b* sistemi doğrultusunda standart ve kıyaslanabilir veriler elde etmek mümkündür. Ayrıca, bu cihazlar ile gözün ayırt edemediği renk farklılıkları da tespit edilebilmektedir (137). Bu nedenle çalışmamızda standardizasyonu sağlayabilmek ve elde edilen değerleri CIE L*a*b* sistemine göre kıyaslayabilmek için spektrofotometre cihazı kullanılmıştır.

Sıklıkla tercih edilen bir spektrofotometre olan VITA EasyShade, beyazlatma tedavilerinde kullanılan standart manuel ölçüm cihazı olarak bilinmektedir (182-184). Birçok araştırmaya göre tekrarlanabilir olması ve beyazlatma etkinliğinin değerlendirilebilmesi açısından başarılı sonuçlar elde edildiği bildirilmiştir (185, 186). Bu tez çalışmasında; güvenilir sonuçlar vermesi, uygulamasının kolay ve tekrar edilebilir olması, diş yüzey rengini değerlendirmede en yaygın kullanılan dijital cihazlardan biri olarak bilinmesi nedeniyle VITA EasyShade 4.0 Advance ile renk analizleri yapıldı.

CIE tarafından önerilen CIE94 veya CMC formülleri yerine günümüzde CIEDE2000 formülü kullanılmaktadır. 2013 yılında yapılan CIE TC 1-57 oturumunda, renk farkı formülasyonları için CIEDE2000 formülü bir standart olarak önerilmiştir (30). Yapılan bir çalışmada, dijital resimlerin renk farkı CIEDE94, CMC (1:1), CMC (2:1) ve CIEDE2000 formülasyonları ile karşılaştırılmış ve en iyi sonuçlar CIEDE2000 formülü ile elde edilmiştir (187).

Literatürde CIEDE2000 formülü için önerilen parametrik faktörler $K_L=1$, $K_C=1$ ve $K_H=1$ renk değişikliğinin değerlendirilmesinde tercih edilmektedir (30, 188). CIEDE2000 (2:1:1) formülündeki ($K_L=2$, $K_C=1$ ve $K_H=1$) parametrik faktörler ise genellikle tekstil alanında (189) ve dental seramiklerin (190) kabul edilebilirliğinde kullanılır ve görsel algıyla daha uyumlu sonuçlar elde edildiği bildirilmiştir. Bu nedenle

yaptığımız çalışmada CIE tarafından önerilen (191) ve renk değişikliğinde kabul gören parametrik faktörler ($K_L=1$, $K_C=1$ ve $K_H=1$) kullanılmıştır.

Diş hekimliğinde algılanabilirlik ve kabul edilebilirlik eşikleri hakkında oldukça geniş bir literatür mevcuttur (18, 192, 193). Renk ile ilgili çalışmalarda klinik olarak algılanabilirlik ve kabul edilebilirlik sınırlarının belirlenmesi önemlidir. Gözlemcilerin %50'si tarafından gözle fark edilebilir renk değişim değeri %50:%50 algılanabilirlik eşik değeri (perceptibility threshold) olarak tanımlanır (194). Gözlemcilerin %50'si tarafından klinik olarak kabul edilebilir renk değişim değeri ise %50:%50 kabul edilebilirlik eşik değeri (acceptability threshold) olarak tanımlanır (19, 194). Bununla birlikte, bu referanslar ağırlıklı olarak CIE $L^*a^*b^*$ renk farkı formülü ile yapılmıştır, CIEDE2000 formülünü kullanan çalışmaların sayısı sınırlıdır (194, 195). Yapılan bir çalışmaya göre klinik ortamlarda CIEDE2000 için algılanabilirlik değeri ΔE_{00} : 0.80 ve kabul edilebilirlik değeri ise ΔE_{00} : 1.80 olarak bulunmuştur (194).

Çalışmamızda rengin açıklık ve koyuluğunu ifade eden L^* değeri için, gruplar arası karşılaştırmada, başlangıç ve 14. gün ölçümlerinde istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır ($p>0.05$). 24. saat ve 7. gün ölçümleri için 40 dk (Grup 2) ve 60 dk'lık (Grup 3) uygulamalarda istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmazken ($p > 0.05$); renkte meydana gelen açılma her iki grup için 20 dk'lık (Grup 1) uygulamaya göre anlamlı derecede fazladır ($p < 0.05$). Bu sonuç bize uygulama sürelerinin L^* değeri üzerinde anlamlı etki yarattığını ve renk değişiminde etkili olduğunu düşündürmüştür. Grup içi karşılaştırmada ise; L^* değerleri açısından tüm grupların başlangıç ölçümleriyle 24. saat, 7. ve 14. gün ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur ($p<0.05$). Beyazlatma uygulamasından sonra artan L^* değerleri dişin renginin açıldığını gösterir (196, 197). Çalışmamızda beyazlatmadan 24 saat sonra L^* değerleri artış gösterirken 7. ve 14. günlerde kademeli olarak azalma görülmüştür (Tablo 4.2). Bu durum beyazlatma uygulaması sonrası meydana gelen dehidratasyonun gerilemesi ile açıklanabilir.

Koordinat a^* , kırmızı-yeşil ekseninde meydana gelen renk değerlerini verir. a^* değerinin pozitif yöne doğru ilerlemesi kırmızılık, negatif yöne doğru değişmesi ise yeşillik derecesinin arttığını gösterir (196, 198). Koordinat b^* ise sarı-mavi ekseninde meydana gelen değişim değerlerini verir. b^* değerinin pozitif olması cismin sarılığını, negatif

yöne doğru ilerlemesi ise maviliğini belirler. Beyazlatma tedavisi sonrası b^* değerinin azalması yani ölçümü yapılan cismin maviliğe doğru ilerlemesi beklenir (196, 199).

Çalışmada gruplar arası karşılaştırmada a^* değerlerinde başlangıç, 7. ve 14. gün ölçümlerinde istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır ($p > 0.05$). Beyazlatmanın 24 saat sonraki ölçümlerinde ise 20 dk (Grup 1) ile 60 dk'lık (Grup 3) uygulamalar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark görülmüştür ($p < 0.05$). Bu sonuç bize uygulama sürelerinin genel olarak a^* değeri üzerinde anlamlı etki yaratmadığını düşündürmüştür. Grup içi karşılaştırmada ise; tüm grupların a^* değerleri için başlangıç ölçümleriyle 24. saat, 7. ve 14. gün arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur ($p < 0.05$). Bunun yanı sıra 20 dk'lık (Grup 1) uygulama yapılan grupta 24 saat sonraki ölçümler ile 14. gün ölçümleri arasında anlamlı fark görülmüştür ($p < 0.05$). Beyazlatma uygulaması öncesi ile 24 saat sonrası tüm a^* değerleri kademeli olarak azalma göstermiştir (Tablo 4.3).

Gruplar arası karşılaştırmada, b^* değerleri için tüm grupların başlangıç ölçümlerinde istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır ($p > 0.05$). 24 saat, 7. ve 14. gün sonraki ölçümlerde 40 dk (Grup 2) ve 60 dk'lık (Grup 3) uygulamalarda istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmazken ($p > 0.05$); b^* değerinde meydana gelen değişim her iki grup için 20 dk'lık (Grup 1) uygulamaya göre anlamlı derecede fazladır ($p < 0.05$). Bu sonuç bize tedavi sürelerinin genel olarak b^* değeri üzerinde anlamlı etki yaratarak renk değişiminde etkili olduğunu düşündürmüştür. Grup içi karşılaştırmada ise; tüm grupların b^* değerleri için başlangıç ölçümleriyle 24. saat, 7. ve 14. gün arasında istatistiksel olarak anlamlı fark tespit edilmiştir ($p < 0.05$). Bunun yanı sıra 60 dk'lık (Grup 3) uygulama yapılan grupta 24 saat sonraki ölçümler ile 14. gün ölçümleri arasında anlamlı fark gözlenmiştir ($p < 0.05$). Beyazlatma uygulaması öncesi ile 24 saat, 7 ve 14 gün sonrası 40 dk (Grup 2) ve 60 dk'lık (Grup 3) uygulamalarda b^* değerlerinde kademeli olarak azalma saptanmıştır (Tablo 4.4).

Ishikawa-Nagai ve ark.'nın (200) ofis tipi beyazlatma sistemlerini kullanarak yaptığı çalışmada CIE $L^*a^*b^*$ parametreleri arasında renk değişikliği üzerindeki en etkili faktörü b^* (sarı-mavi) eksenindeki değişikliklerin meydana getirdiğini, bunu sırasıyla L^* (açıklık-koyuluk) ve a^* (kırmızı-yeşil) eksenlerindeki değişikliklerin izlediği bildirilmiştir. Bu çalışmaya göre beyazlatma tedavisini takiben L^* değerleri artmış, a^* ve b^* değerleri düşmüştür. Çalışmamızda da beyazlatmaya bağlı olarak L^* değerleri

artmış, a^* ve b^* değerleri düşmüş, Ishikawa-Nagai ve ark.'nın (200) elde ettiği veriler ise çalışmamızla benzerlik göstermektedir. En belirgin renk değişikliği b^* ekseninde görülmüştür. Literatürde beyazlatma tedavisi ile ilgili yapılan çalışmalarda bu parametrelerden en hızlı ve en büyük orandaki değişiklik b^* değerinde meydana gelen azalma olarak belirlenmiştir. Bu nedenle b^* parametresinde meydana gelecek değişiklik beyazlatma tedavisindeki en önemli indikatör olarak görülmektedir (201). Çalışmamızda da b^* parametresi en fazla değişim gösteren parametredir. Literatürde yer alan beyazlatma ile ilgili çalışmalar a^* parametresi açısından değerlendirildiğinde, a^* değerinde meydana gelen değişikliğin beyazlatmayı çok az oranda etkilediği saptanmıştır (201, 202). Yaptığımız çalışmamızda da a^* değerlerindeki değişim oldukça düşük bulunmuştur (Tablo 4.3).

Kose ve ark.'nın (203) ofis tipi %35 HP ihtiva eden beyazlatma sistemini kullanarak yaptığı çalışmada, farklı sürelerde (1x15, 2x15 ve 3x15) uygulanan beyazlatma ajanının renk incelemesi yapılmıştır. Bir aylık takip sonucu meydana gelen renk değişiminin uygulama zamanıyla arttığı ve en fazla artışın 3x15 dk'lık uygulamada olduğu tespit edilmiştir. Renk değişiminde meydana gelen bu artışın jel konsantrasyonuna, uygulama süresine ve jelin dış yüzeyinde yenilenme sayısına bağlı olduğu bildirilmiştir. Çalışmamızın bulguları literatürde yer alan bu çalışmanın sonuçları ile birbirini destekler niteliktedir.

Çalışmamızdaki tüm gruplarda beyazlatma sonrası kabul edilebilirlik seviyesinin üzerinde beyazlama görülmüştür ($\Delta E_{00} > 1.8$). Bütün gruplarda beyazlatma işleminden 7. ve 14. gün sonra elde edilen renk değişim değerleri ile uygulama sonrası elde edilen renk değişim değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmazken artış gözlenmiştir ($p > 0.05$). Bu durum bize beyazlamanın 2 hafta boyunca çok az da olsa devam etmiş olabileceğini düşündürmüştür. En yüksek ΔE_{00} değeri 60 dk (Grup 3) uygulama yapılan grupta 14. günde elde edilmiştir ($\Delta E_{00}=8.37$). (Tablo 4.1) Gruplar arası karşılaştırmada 24 saat ve 7 gün sonrası değerlendirmede; 40 dk (Grup 2) ve 60 dk'lık (Grup 3) uygulama süreleri 20 dk'lık uygulama süresine göre daha etkin bir beyazlatma göstermiştir ($p < 0.05$). 40 dk ve 60 dk uygulamalar arasında ise istatistiksel olarak anlamlı fark tespit edilmemiştir ($p > 0.05$). 14 gün sonra meydana gelen renk değişimlerinde ise tüm gruplarda istatistiksel olarak anlamlı fark gözlenmiştir ($p < 0.05$). Bu veriler bize 40 dk (Grup 2) ve 60 dk (Grup 3) beyazlatma uygulaması arasında tercih yapılırken çalışmamızın mineral analizi sonuçları da hesaba katılarak kar-zarar

ilişkisi düşünüldüğünde 40 dk'lık (Grup 2) uygulama süresinin tercih edilmesi gerektiği sonucunu ortaya koymuştur.

Literatürde beyazlatma ajanlarının uygulama süreleri ile ilgili çalışmamıza benzer tek bir çalışma bulunmaktadır (203). Ancak bu çalışmada renk değerlendirmesi CIEDE2000 ile yapılmamıştır. Bu nedenle çalışmamızın sonuçlarının birebir karşılaştırılması mümkün değildir.

Beyazlatma uygulaması sonrası meydana gelen olumlu estetik etkilerin yanı sıra, yapısal olumsuz etkiler de ortaya çıkmaktadır. Mine dokusunda mineral kaybı, yüzey pürüzlülüğünde artış, mikrosertlik, elastisite modülü, kırılma ve esneme dayanımında azalma (204) gibi yan etkilerin meydana geldiği bildirilmiştir (205, 206). HP'nin dış dış yüzey yapısında mineral içeriğini azaltan bir ajan olduğu bilindiğinden dolayı beyazlatma ajanlarının dental sert dokular üzerine etkisinin incelenmesi önemlidir (7).

Beyazlatma ajanlarının meydana getirdiği oksidasyon-redüksiyon reaksiyonunda açığa çıkan serbest oksijen ve üre mine yüzeyinde erozyon ve pürüzlülüğe sebep olabilmektedir (207, 208). Meydana gelen bu ara ürünler mine organik yapısında yer alan proteinlerin denatürasyonu yoluyla mine yapısına penetre olarak interprizmatik alanı da etkileyebilir (207, 208). Arends ve ark. (207) meydana gelen bu ara ürünlerin mine yüzeyine penetre olarak geçirgenliğini artırıp yapısal değişimlere sebep olduğunu belirtmiştir. Bunun yanı sıra ortamın pH'sını alkali hale getirerek yan etkilerin azaltılabileceği bildirilmiştir (77). Nötral pH'ya yakın beyazlatma ajanlarının kullanılması mine yapısının korunmasında önemli bir etkidir (43, 209). Beyazlatma tedavisi süresince mine yüzeyinde meydana gelen mineral değişimlerini engellemek, hassasiyet gibi beyazlatmanın olası yan etkilerini azaltmak için beyazlatma ajanlarına farklı konsantrasyonlarda florid iyonları ve amorf kalsiyum ilave edilmiştir (210-212). Bu iki iyonun beyazlatma ajanlarına eklenmesiyle mineral kaybı azaltılabilmektedir (213). Florid içeren ve içermeyen beyazlatma ajanları karşılaştırıldığında, florid içeren jellerin beyazlatmanın etkinliğini değiştirmeksizin mikrosertliği ve demineralizasyonu azalttığı görülmüştür (214). Bazı yazarlar, beyazlatma tedavisi uygulanmış mine yüzeyine F içeren maddeler uyguladıktan sonra yüzey özelliklerinde artış bildirmiş olsalar da (215, 216), diğerleri artan mineral bileşeni açısından yararlı bir etki gözlemlememiştir (211, 217). Çalışmamızda ofis tipi beyazlatma ajanı olarak nötral

pH'da, %1,1 florid içeren Opalescence Boost PF % 40 jeli kullanılmış ve farklı uygulama sürelerinde diş dokusunda oluşturduğu mineral değişimi incelenmiştir.

Mineral analizi için kullanılan SEM-EDX cihazının çalışma prensibi, mineral oranı incelenmek istenen materyalin yüzeyine elektron ışını gönderilerek yüzeyde yer alan element dağılımı hakkında bilgi edinilmesini sağlamaktır (144, 145). de-Melo ve ark. (218) tarafından yapılan çalışmada, bu cihazın kimyasal bileşenleri standart olan ve bilinen örneklerde kullanılmasının faydalı olabileceği belirtilmiştir. Bu nedenle yaptığımız çalışmada kullanılan örneklerin mineral içeriğini saptamak amacıyla beyazlatma uygulaması öncesinde SEM-EDX cihazı ile ölçüm yapılmıştır.

Diş yüzeyinde yapılan çalışmalarda Ca ve P elementlerinin seviyeleri demineralizasyon/remineralizasyon sürecini göstermektedir (219). Ca ve/veya P kaybı, tüm ağartma işlemlerinde ortaya çıkan hidroksiapatit kristallerinin çözünmesinden kaynaklanmıştır (213, 220). Tükürük pH'sının nötr olduğu ve yeteri miktarda Ca ve P iyonlarının bulunduğu durumlarda demineralizasyon reaksiyonu tersine dönerek remineralizasyonu meydana getirir.

Çalışmamızda, Ca değerlerinde anlamlı olmamakla birlikte uygulama süresine bağlı bir artış tespit edilirken bu artış en fazla 60 dk (Grup 3) uygulanan grupta görülmüştür. P değerlerinde ise bütün gruplarda anlamlı derecede azalma meydana gelmiş ve en az azalma 40 dk (Grup 2) beyazlatma uygulanan grupta izlenmiştir. Literatürde beyazlatma tedavisi sonrası Ca ve P oranları ile ilgili pek çok çalışma bulunmaktadır, ancak sonuçlar birbirleriyle uyumlu değildir.

Vilhena ve ark.'nın (161) yaptığı çalışmada, %10'luk KP ile yapılan beyazlatma tedavisi sırasında üç farklı uygulama süresinin mine yüzeyinde meydana getirdiği mineral değişimi SEM-EDX cihazı ile incelenmiş ve Ca ve P mineralleri değerlendirilmiştir. Tüm grupların Ca seviyesinde beyazlatma sonrasında anlamlı olmamakla birlikte artış, P mineral seviyelerinde ise azalma gözlenmiştir. Ca ve P oranlarındaki değişim çalışmamızın sonuçlarıyla benzerlik göstermektedir.

Lee ve ark.'nın (221) sığır dişleri üzerinde yaptığı çalışmada, 120 saat boyunca %30'luk HP ihtiva eden beyazlatma ajanının uygulanması sonucu Ca değerinde anlamlı azalma bulunurken P değerinde anlamlı olmayan bir azalma bulunmuştur.

Gonzalez-Lopez ve ark.'nın (222) yaptığı çalışmada sığır dişleri kullanılmış ve örnekler %30'luk beyazlatma solüsyonunda 120 dk'ya kadar farklı sürelerde bekletilmiştir. Ca minerali kaybı en fazla 20. dk meydana gelmiş ve 60 dk'ya doğru uygulamalarda mineral kayıp miktarı azalmıştır ancak anlamlı bir fark gözlenmemiştir.

Pinto ve ark.'nın (223) yaptığı çalışmaya göre; Opalescence Boost PF %40 ve diğer 3 farklı ofis tipi beyazlatma ajanının karşılaştırılmasında; Ca mineralinde zaman içinde artış meydana gelmiş, P mineralinde ise anlamlı olmayan azalma görüldüğü bildirilmiştir.

Eskelsen ve ark.'nın (224) yaptığı çalışmada nötral pH'ya sahip HP içerikli beyazlatma ajanı tercih edilmiş, Ca ve P oranında herhangi bir değişime neden olmadığı bildirilmiştir.

Cavalli ve ark.'nın (225) yaptığı in vitro çalışmaya göre; sadece HP içeren beyazlatma ajanlarının demineralizasyonu engelleyemediği ve Ca/P oranını düşürdüğü ancak Ca ve/veya F içeren ajanların ise remineralizasyona yardımcı olduğu belirtilmiştir. Bu sonuçlar diğer bazı çalışmalar gibi beyazlatma tedavisi ile ilişkili F ve/veya Ca'nın, sağlam ve demineralize mine yüzeyindeki mineral kaybını azalttığını doğrulamaktadır (214, 226, 227).

Musanje ve ark.'nın (228) yaptığı çalışmada yapay tükürüğün fosfat ve kalsiyum iyonları içermesinden dolayı remineralizasyona katkıda bulunduğunu bildirmişlerdir.

Soares ve ark.'nın (10) yaptığı çalışmada SEM-EDX cihazı ile mine yüzeyinde Ca ve P minerallerinin ağırlıkça yüzdeleri değerlendirilmiş ve anlamlı olmayan azalma görülmüştür.

Llena ve ark.'nın (229) yaptığı çalışmada dentin dokusunda Ca ve P mineralleri SEM-EDX cihazı ile incelenmiştir. Bu çalışma sonucunda hem Ca hem de P seviyelerinde anlamlı olmayan bir azalma meydana gelmiştir.

Altundasar ve ark.'nın (230) lazer ile yaptığı SEM-EDX çalışmasında dentin üzerindeki Ca, P değerlerindeki artışın, dentinin çözünmeye karşı olan direncini arttırdığını ve yapısal olarak daha sağlam hale getirdiğini bildirmişlerdir.

SEM-EDX analizinde mineral miktarlarının % olarak ifade edilmesi, yüzeydeki mineral oranlarını birbirine bağımlı hale getirmektedir. Örneğin Ca ve P oranları başka bir mineralin miktarının artmasıyla ya da azalmasıyla değişebilmektedir (231).

Ogura ve ark.'nın (232) yaptığı çalışmada beyazlatma ajanlarının mine yapısının derinlerine nüfus ettiği ve yüzeyde herhangi bir değişime neden olmaksızın derin mine dokusunda mineral kaybına neden olduğu bildirilmiştir. Potočnik ve ark.'nın (124) %10 KP kullanarak yaptığı çalışmada mineral değişimi incelenmiş ve meydana gelen artışın, dentinden mineral kaybına bağlı olduğu bildirilmiştir. İki çalışmanın sonuçları da bize beyazlatma uygulamaları sırasında derin mine ve dentin dokusundan mine yüzeyine doğru mineral geçişi olduğunu bildirmektedir. Bu araştırmalar çalışmamızda meydana gelen Ca artışını destekler niteliktedir.

Llena ve ark.'nın (233) yaptığı çalışmada, mine ve dentin yüzeyine ofis tipi beyazlatma ajanlarından, HP 45 dk, KP ise 90 dk boyunca uygulanmış, Ca ve P minerallerinin ağırlıkça yüzdeleri incelenmiştir. Çalışmada her iki ajan için kontrol grubu ile beyazlatma tedavisi uygulanan gruplar arasında Ca ve P elementleri için anlamlı olmayan bir azalma görülmüştür.

Literatürde yer alan ve birbirleriyle uyumlu olmayan bu sonuçlar dahilinde, çalışmamızda beyazlatma sonrası Ca mineral seviyesindeki uygulama zamanına bağlı artışın ve P değerinin azalmasının nedeni; demineralizasyonun belirli bir doyma noktasına sahip olması (222), beyazlatma jeli pH'sının, dentininin kritik pH'sı 6.7'ye (234) yakın olması sebebiyle Ca elementinin dentinden çözünmesi (224, 229), beyazlatma ajanında yer alan sodyum florürün mineral içeriğini koruması ve remineralizasyonu sağlaması (223), mine yüzeyindeki suyun buharlaşması (231), yapay tükürük kullanılması (228), uygulama ajanının türü ve konsantrasyonuna bağlı (233) olabilir.

Literatürde beyazlatma sonrası Mg seviyelerini değerlendiren sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır. Yapılan çalışmalarda Mg mineralinde meydana gelen değişimin mine yüzeyindeki suyun buharlaşmasından da kaynaklanabileceğini belirtmiştir (161, 221, 231, 235). Mg minerali, HP'nin diş yüzeyi ile reaksiyonu sonucu meydana gelen demineralizasyon sırasında diş yüzeyinden ilk ayrılan mineraldir (219). Çalışmamızda Mg değerleri yukarıdaki çalışmaları destekler nitelikte olup bütün gruplarda anlamlı artış göstermiştir.

Coceska ve ark.'nın (235) diş beyazlatma uygulaması sonrası mineral değişimini incelediği çalışmada, HP ile beyazlatılmış dişlerde, Na mineralinde anlamlı bir azalma görülmüştür. Ancak bu çalışmadaki kontrol grubu sadece Opalescence Boost ile işlem yapılan gruptur. Yaptığımız çalışmada beyazlatma ajanının uygulandığı tüm gruplarda Na mineralinde anlamlı artış bulunmuştur. Coceska'nın (235) yaptığı araştırmada beyazlatma ajanı ile muamele edilmemiş kontrol grubu bulunmamasından dolayı sonuçlarımızda görülen anlamlı artış ile bu çalışma bulguları birbirini desteklememektedir. Literatürde Na mineral analizi yapılan başka bir çalışma bulunmamaktadır.

Literatürde ofis tipi beyazlatma ajanlarının uygulama sürelerinin, renk ve mineral değişimi üzerine etkilerinin karşılaştırıldığı herhangi bir çalışma bulunmamaktadır. Bununla birlikte beyazlatma işlemlerinden kaynaklanan mineral kaybının klinik olarak anlamlı olmadığını ne süren birçok araştırmacı vardır (124, 221, 236). Örneğin, Lee ve ark.'nın (221) yaptığı çalışmada Ca'nın diş yüzeyinden üzülmesi genellikle beyazlatma tedavisini takiben 24 saat sonunda maksimum seviyeye ulaşarak ilerleyen saatlerde ise yavaşca azalmış ve % 30'luk HP içeren jelin mineyi demineralize ettiği görülmüştür. Ancak mine yüzeyinde meydana gelen bu zlme, dişlerin 2-2.5 dk boyunca meyve suyuna maruz kalması ile oluşacak Ca ve/veya P mineral kaybı ile eşdeğerdir (237, 238). Bu nedenle, çalışmamızda oluşan mineral kaybı, mine yapısı için herhangi bir risk faktörü oluşturmayabilir, dahası bu sonucu doğrulamak için daha ayrıntılı in vivo ve in vitro incelemelere ihtiyaç vardır.

Tüm sonuçlar analiz edildiğinde, % 40'luk HP ajanı ile yapılan beyazlatma uygulamasını takiben mine yüzeyinin mineral içeriğinde değişimin meydana geldiği görülmüştür. Buna rağmen çalışmanın in vitro koşullarda yapılması, bu sonucu kanıtlamak için yeterli olmamakla birlikte daha spesifik testlerin yapılmasına ihtiyaç vardır.

Bu tez çalışmasında, örnekler yapay tükürük solüsyonunda bekletilmış olmasına rağmen; in vivo ortamı tam olarak taklit edememesi çalışmamızın sınırlamaları arasındadır.

Yapmış olduğumuz klinik çalışmada ofis tipi beyazlatma ajanı 3 farklı uygulama zamanında kullanılmış ve meydana gelen renk değişimi işlemden 24 sonra, 7. ve 14. günde değerlendirilmiştir. Çalışmanın sınırları dhilinde elde edilen sonuçlar şunlardır.

- Çalışmamızda tüm gruplarda beyazlatma işlemi sonrası etkin beyazlama görülmüştür. Beyazlatma etkinliği açısından 40 dk (Grup 2) ve 60 dk (Grup 3) uygulama süreleri 20 dk (Grup 1) uygulama süresine göre daha üstün bulunmuştur.
- Ca mineralinde bütün gruplarda anlamlı olmayan artış görülmüş P mineralinde ise anlamlı bir azalma meydana gelmiştir. En fazla Ca artışı 20 dk (Grup 1) uygulama yapılan grupta görülürken en az P değişimi ise 40 dk (Grup 2) uygulamada bulunmuştur.
- Mg mineralinde bütün gruplarda anlamlı artış bulunurken, en fazla mineral artışı 40 dk (Grup 2) uygulama yapılan grupta görülmüştür.
- Na mineralinde bütün gruplarda anlamlı artış bulunurken, en fazla artış 40 dk (Grup 2) uygulama yapılan grupta görülmüştür.
- Renk değişimi açısından değerlendirildiğine 60 dk (Grup 3) uygulama yapılan grupta en yüksek ölçümler elde edilmesine rağmen; mineral değişimi açısından değerlendirildiğinde 40 dk'lık (Grup 2) grupta daha az mineral kaybı meydana geldiği gözlenmiştir. Renk ve mineral değişim sonuçları birlikte değerlendirildiğinde beyazlatma uygulamasında ideal süre olarak 40 dk (Grup 2) önerilebilir.

6. KAYNAKLAR

1. Joiner A. Tooth colour: a review of the literature. *J Dent* 2004;32:3-12.
2. Zekonis R, Matis B, Cochran M, Shetri SA, Eckert G, Carlson T. Clinical evaluation of in-office and at-home bleaching treatments. *Oper Dent*. 2003;28:114-121.
3. AM Sulieman M. An overview of tooth-bleaching techniques: chemistry, safety and efficacy. *Periodontol 2000*. 2008;48:148-169.
4. Valko M, Rhodes C, Moncol J, Izakovic M, Mazur M. Free radicals, metals and antioxidants in oxidative stress-induced cancer. *Chem Biol Interact*. 2006;160:1-40.
5. Yıldırım A. İntakt ve Adrenalektomili Sıçanların Eritrosit ve Mide Dokularında Oksidan ve Antioksidan Parametrelerin Araştırılması. 2003, Atatürk Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Biyokimya Anabilim Dalı, Uzmanlık Tezi, Erzurum.
6. Howard WR. Patient Applied Tooth Whiteners are They Safe, Effective with Supervision? *J Am Dent Assoc*. 1992;123:57-60.
7. Tezel H, Ertaş ÖS, Özata F, Dalgat H, Korkut ZO. Effect of bleaching agents on calcium loss from the enamel surface. *Quintessence Int*. 2007;38:339-347.
8. Attin T, Vollmer D, Wiegand A, Attin R, Betke H. Subsurface microhardness of enamel and dentin after different external bleaching procedures. *Am J Dent*. 2005;18:8-12.
9. Magalhães JG, Marimoto ÂR, Torres CR, Pagani C, Teixeira SC, Barcellos DC. Microhardness change of enamel due to bleaching with in-office bleaching gels of different acidity. *Acta Odontol Scand*. 2012;70:122-126.
10. Soares DG, Ribeiro APD, Sacono NT, Loguercio AD, Hebling J, Costa CAdS. Mineral loss and morphological changes in dental enamel induced by a 16% carbamide peroxide bleaching gel. *Braz Dent J*. 2013;24:517-521.
11. Abouassi T, Wolkewitz M, Hahn P. Effect of carbamide peroxide and hydrogen peroxide on enamel surface: an in vitro study. *Clin Oral Invest*. 2011;15:673-680.
12. Smidt A, Feuerstein O, Topel M. Mechanical, morphologic, and chemical effects of carbamide peroxide bleaching agents on human enamel in situ. *Quintessence Int*. 2011;42:407-412.
13. Götz H, Duschner H, White DJ, Klukowska MA. Effects of elevated hydrogen peroxide 'strip'bleaching on surface and subsurface enamel including subsurface

- histomorphology, micro-chemical composition and fluorescence changes. *J Dent.* 2007;35:457-466.
14. Götz H, Klukowska MA, Duschner H, White DJ. Physical, morphological, and micro-Raman chemical studies on bleaching strip effects on enamel, coronal dentin, and root dentin. *J Clin Dent.* 2007;18:112-119.
 15. Joiner A. The bleaching of teeth: a review of the literature. *J Dent.* 2006;34:412-419.
 16. Gerlach R, Barker M, Sagel P. Comparative efficacy and tolerability of two direct-to-consumer tooth whitening systems. *Am J Dent.* 2001;14:267-272.
 17. Paravina RD. Understanding Color. In: Ronald E. Goldstein D (Eds.). *Esthetics in Dentistry*. 3rd ed: John Wiley & Sons, Inc.; 2018:p.271-294.
 18. Ragain Jr JC, Johnston WM. Color acceptance of direct dental restorative materials by human observers. *Color Res Appl.* 2000;25:278-285.
 19. Khashayar G, Bain PA, Salari S, Dozic A, Kleverlaan CJ, Feilzer AJ. Perceptibility and acceptability thresholds for colour differences in dentistry. *J Dent.* 2014;42:637-644.
 20. De Oliveira DCRS, Ayres APA, Rocha MG, Giannini M, Puppim Rontani RM, Ferracane JL, Sinhoreti MAC. Effect of Different In Vitro Aging Methods on Color Stability of a Dental Resin-Based Composite Using CIELAB and CIEDE 2000 Color-Difference Formulas. *J Esthet Restor Dent.* 2015;27:322-330.
 21. Gómez-Polo C, Montero J, Gómez-Polo M, Martin Casado A. Comparison of the CIELab and CIEDE 2000 color difference formulas on gingival color space. *J Prosthodont.* 2017.
 22. Jahangiri L, Reinhardt SB, Mehra RV, Matheson PB. Relationship between tooth shade value and skin color: an observational study. *J Prosthet Dent.* 2002;87:149-152.
 23. Lee Y, Powers J. Color difference of four esthetic restorative materials by the illuminant. *Am J Dent.* 2005;18:359-363.
 24. Culpepper WD. A comparative study of shade-matching procedures. *J Prosthet Dent.* 1970;24:166-173.
 25. McLaren K. Colour space, colour scales and colour difference. Colour physics for industry. In: McDonald R(Eds.). Huddersfield: H. Charlesworth & Co Ltd.,1987:p.97-115.

26. Miller A, Long J, Cole J, Staffanou R. Shade selection and laboratory communication. *Quintessence Int.* 1993;24:305-309.
27. Commission Internationale de l'Éclairage - CIE. Recommendations on Uniform Color Spaces, Color-Difference Equations, Psychometric Color Terms, Supplement No.2 of Publication CIE No. 15 (E-1.3.1). Paris: Bureau Central de la CIE; 1978.
28. Chu SJ, Paravina RD, Sailer I, Mieleszko AJ. *Color in dentistry: a clinical guide to predictable esthetics*, 1st ed. Germany: Quintessence Publishing, 2017.
29. Melgosa M. CIE / ISO new standard : CIEDE2000 Outline. International Color Consortium, July 2013.
30. Luo MR, Cui G, Rigg B. The development of the CIE 2000 colour-difference formula: CIEDE2000. *Color Res Appl.* 2001;26:340-350.
31. Gilchrist A, Noobs J. Colorimetry, Theory, In: London JC, Holmes JS. *Encyclopedia of Spectroscopy and Spectrometry*, 2010:p.337-343.
32. Melgosa M, Rivas M, Hita E, Viénot F. Are we able to distinguish color attributes? *Color Res Appl.* 2000;25:356-367.
33. Sulieman M. An overview of tooth discoloration: extrinsic, intrinsic and internalized stains. *Dent Update.* 2005;32:463-471.
34. Addy M, Moran J. Mechanisms of stain formation on teeth, in particular associated with metal ions and antiseptics. *Adv Dent Res.* 1995;9:450-456.
35. Nordbö H, Eriksen Hm, Rølla G, Attramadal A, Solheim H. Iron staining of the acquired enamel pellicle after exposure to tannic acid or chlorhexidine: preliminary report. *Eur J Oral Sci.* 1982;90:117-123.
36. Waerhaug M, Gjermo P, Rølla G, Johansen JR. Comparison of the effect of chlorhexidine and CuSO₄ on plaque formation and development of gingivitis. *J Clin Periodontol.* 1984;11:176-180.
37. Dayan D, Heifferman A, Gorski M, Begleiter A. Tooth discoloration--extrinsic and intrinsic factors. *Quintessence Int Dent Dig.* 1983;14:195-199.
38. Ellingsen JE, Rølla G, Eriksen HM. Extrinsic dental stain caused by chlorhexidine and other denaturing agents. *J Clin Periodontol.* 1982;9:317-322.
39. Ellingsen JE, Eriksen HM, Rølla G. Extrinsic dental stain caused by stannous fluoride. *Eur J Oral Sci.* 1982;90:9-13.
40. Nathoo SA. The chemistry and mechanisms of extrinsic and intrinsic discoloration. *J Am Dent Assoc.* 1997;128:6-10.

41. 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;83:506-509.
42. Addy M. Extrinsic tooth discoloration by metals and chlorhexidine I. Surface protein denaturation or dietary precipitation? *Br Dent J.* 1985;159:281-285.
43. Shannon H, Spencer P, Gross K, Tira D. Characterization of enamel exposed to 10% carbamide peroxide bleaching agents. *Quintessence Int.* 1993;24.
44. Murchison D, Charlton D, Moore B. Carbamide peroxide bleaching: effects on enamel surface hardness and bonding. *Oper Dent.* 1992;17:181-185.
45. Newbrun E. Current regulations and recommendations concerning water fluoridation, fluoride supplements, and topical fluoride agents. *J Dent Res.* 1992;71:1255-1265.
46. Pindborg JJ. Chronic mechanical injuries. Pathology of the dental hard tissues. 1970;p.294-311.
47. Watts A, Addy M. Tooth discoloration and staining: Tooth discoloration and staining: a review of the literature. *Br Dent J.* 2001;190:309.
48. Fayle SA, Pollard MA. Congenital erythropoietic porphyria--Oral manifestations and dental treatment in childhood: A case report. *Quintessence Int.* 1994;25:551-554.
49. Watanabe K, Shibata T, Kurosawa T, Morisaki I, Kinehara M, Igarashi S, Arisue M. Bilirubin pigmentation of human teeth caused by hyperbilirubinemia. *J Oral Pathol Med.* 1999;28:128-130.
50. Sundell S, Koch G. Hereditary amelogenesis imperfecta. I. Epidemiology and clinical classification in a Swedish child population. *Swed Dent J.* 1985;9:157-169.
51. Wright JT, Robinson C, Shore R. Characterization of the enamel ultrastructure and mineral content in hypoplastic amelogenesis imperfecta. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1991;72:594-601.
52. Sclare R. Hereditary opalescent dentine. *Br Dent J.* 1948;84:164-166.
53. Weyman J. Discoloration of teeth possibly due to administration of tetracyclines; a preliminary report. *Brit Dent J.* 1962;113:51-54.
54. Wiktop Jr C. Amelogenesis imperfecta, Dentinogenesis imperfecta and dentine dysplasia revisited: problems in classifications. *J Oral Pathol.* 1988;17:547-553.
55. Urist M, Ibsen K. Chemical reactivity of mineralized tissue with oxytetracycline. *Arch Pathol.* 1963;76:484-496.

56. Varughese K, Moreno E. Crystal growth of calcium apatites in dilute solutions containing fluoride. *Calcif Tissue Int.* 1981;33:431.
57. Wallman I, Hilton H. Teeth pigmented by tetracycline. *Lancet.* 1962:827-829.
58. Türker S, Biskin T. The effect of bleaching agents on the microhardness of dental aesthetic restorative materials. *J Oral Rehabil.* 2002;29:657-661.
59. Haywood VB, Heymann HO. Response of normal and tetracycline-stained teeth with pulp-size variation to nightguard vital bleaching. *J Esthet Restor Dent.* 1994;6:109-114.
60. Matis B, Wang Y, Eckert G, Cochran M, Jiang T. Extended bleaching of tetracycline-stained teeth: a 5-year study. *Oper Dent.* 2006;31:643-651.
61. Leonard Jr RH, Haywood VB, Caplan DJ, Tart ND. Nightguard vital bleaching of tetracycline-stained teeth: 90 months post treatment. *J Esthet Restor Dent.* 2003;15:142-153.
62. Gimeno I, Riutord P, Tauler P, Tur JA, Pons A. The whitening effect of enzymatic bleaching on tetracycline. *J Dent.* 2008;36:795-800.
63. Parsons JR, Walton RE, Ricks-Williamson L. In vitro longitudinal assessment of coronal discoloration from endodontic sealers. *J Endod.* 2001;27:699-702.
64. Weatherell J, Robinson C, Hallsworth A. Changes in the fluoride concentration of the labial enamel surface with age. *Caries Res.* 1972;6:312-324.
65. Ardu S, Stavridakis M, Krejci I. A minimally invasive treatment of severe dental fluorosis. *Quintessence Int.* 2007;38:455-458.
66. Ardu S, Benbachir N, Stavridakis M, Dietschi D, Krejci I, Feilzer A. A combined chemo-mechanical approach for aesthetic management of superficial enamel defects. *Br Dent J.* 2009;206:205-208.
67. Miller EK, Lee JY, Tawil PZ, Teixeira FB, Vann WF. Emerging therapies for the management of traumatized immature permanent incisors. *Pediatr Dent.* 2012;34:66-69.
68. Zimmerli B, Jeger F, Lussi A. Bleaching of nonvital teeth. *Schweiz Monatsschr Zahnmed.* 2010;120:306-313.
69. Andreasen F, Sewerin I, Mandel U, Andreasen J. Radiographic assessment of simulated root resorption cavities. *Dent Traumatol.* 1987;3:21-27.
70. Fearne J, Bryan E, Elliman A, Brook A, Williams D. Enamel defects in the primary dentition of children born weighing less than 2000 g. *Br Dent J.* 1990;168:433.

71. Weerheijm KL, Mejàre I. Molar incisor hypomineralization: a questionnaire inventory of its occurrence in member countries of the European Academy of Paediatric Dentistry (EAPD). *Int J Paediatr Dent.* 2003;13:411-416.
72. Moreno E. Role of Ca-PF in caries prevention: chemical aspects. *Int Dent J.* 1993;43:71-80.
73. Titley K, Torneck C, Ruse N. The effect of carbamide-peroxide gel on the shear bond strength of a microfil resin to bovine enamel. *J Dent Res.* 1992;71:20-24.
74. Thylstrup A, Fejerskov O. Clinical and pathological features of dental caries. In: Thylstrup A, Fejerskov O(Eds.). *Textbook of clinical cariology*, Copenhagen,1994:p. 111-157.
75. Wei SH, Ingram M. Analyses of the amalgam-tooth interface using the electron microprobe. *J Dent Res.* 1969;48:317-320.
76. Greenwall L. *Bleaching techniques in restorative dentistry: An illustrated guide.* CRC Press, 2001.
77. Haywood VB. History, safety, and effectiveness of current bleaching techniques and applications of the nightguard vital bleaching technique. *Quintessence Int.* 1992;23:471-488.
78. Fasanaro TS. Bleaching teeth: history, chemicals, and methods used for common tooth discolorations. *J Esthet Restor Dent.* 1992;4:71-78.
79. Haywood VB. Nightguard vital bleaching. *Quintessence int.* 1989;20:173-176.
80. Goldstein RE, Garber DA. *Complete dental bleaching.* Quintessence Chicago, 1995.
81. Attin T, Paque F, Ajam F, Lennon A. Review of the current status of tooth whitening with the walking bleach technique. *Int Endod J.* 2003;36:313-329.
82. Scientific committee on toxicity, ecotoxicity and the environment. Opinion on results of risk assesment of : Hydrogen peroxide human health effects. Brussels, 2001.
83. Nathan CF. Neutrophil activation on biological surfaces. Massive secretion of hydrogen peroxide in response to products of macrophages and lymphocytes. *J Clin Invest.* 1987;80:1550-1560.
84. Arın H. Farklı Sodyum Perbarat Tiplerinin Intrakoronal Agartma Ve Dentin Geçirgenliği Üzerine Etkileri. 2000, Selçuk Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Doktora tezi, , Konya.

85. Hardman PK, Moore D, Petteway G. Stability of hydrogen peroxide as a bleaching agent. *Gen Dent.* 1985;33:121-122.
86. Joiner A. Review of the effects of peroxide on enamel and dentine properties. *J Dent.* 2007;35:889-896.
87. Dahl J, Pallesen U. Tooth bleaching—a critical review of the biological aspects. *Crit Rev Oral Biol Med.* 2003;14:292-304.
88. Arı H, Üngör M. In vitro comparison of different types of sodium perborate used for intracoronal bleaching of discoloured teeth. *Int Endod J.* 2002;35:433-436.
89. Albers H. Lightening natural teeth. *ADEPT Rep.* 1991;2:1-24.
90. Buchalla W, Attin T. External bleaching therapy with activation by heat, light or laser—a systematic review. *Dent Mater.* 2007;23:586-596.
91. Zach L, Cohen G. Pulp response to externally applied heat. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1965;19:515-530.
92. Chen J-H, Xu J-W, Shing C-X. Decomposition rate of hydrogen peroxide bleaching agents under various chemical and physical conditions. *J Prosthet Dent.* 1993;69:46-48.
93. Matis B, Cochran M, Franco M, Al-Ammar W, Eckert G, Stropes M. Eight in-office tooth whitening systems evaluated in vivo: a pilot study. *Oper Dent.* 2007;32:322-327.
94. Pignoly C, Camps L, Susini G, Camps J. Influence of in-office whitening gel pH on hydrogen peroxide diffusion through enamel and color changes in bovine teeth. *Am J Dent.* 2012;25:91-96.
95. Heymann HO. Additional conservative esthetic procedures. In: Robenson TM, Heymann HO, Swift EJ (Eds.). *Sturdevant's Art and Science of Operative Dentistry*, 4th ed. Missouri: Mosby Inc;2002;p.591-650.
96. Perdigão J, Baratieri LN, Arcari GM. Contemporary trends and techniques in tooth whitening: a review. *Pract Proced Aesthet Dent.* 2004;16:185-210.
97. Freedman GA, Greenwall L. Power bleaching and in-office techniques. In: Greenwall L (Eds.). 2001;p.132-145.
98. Bowles WH, Thompson LR. Vital bleaching: the effects of heat and hydrogen peroxide on pulpal enzymes. *J Endod.* 1986;12:108-112.
99. Bowles WH, Ugwuneri Z. Pulp chamber penetration by hydrogen peroxide following vital bleaching procedures. *J Endod.* 1987;13:375-377.

100. Tavares M, Stultz J, Newman M, Smith V, Kent R, Carpio E, Goodson JM. Light augments tooth whitening with peroxide. *J Am Dent Assoc.* 2003;134:167-175.
101. Nathanson D. Vital tooth bleaching: sensitivity and pulpal considerations. *J Am Dent Assoc.* 1997;128:41-44.
102. Chen J-H, Xu J-W, Shing C-X. Decomposition rate of hydrogen peroxide bleaching agents under various chemical and physical conditions. *J Prosthet Dent.* 1993;69:46-48.
103. Allen K, Agosta C, Estafan D. Using microabrasive material to remove fluorosis stains. *J Am Dent Assoc.* 2004;135:319-323.
104. Roberson MT, Heymann O, Edward J (Eds.). *Sturdevantis art and science of operative dentistry.* 5. baskı. Ankara: Güneş Kitap Evi; 2011:p.196-211.
105. Dostalova T, Jelinkova H, Housova D, Sulc J, Nemeč M, Miyagi M, Junior AB, Zanin F. Diode laser-activated bleaching. *Braz Dent J.* 2004;15:SI-3.
106. Luk K, Tam L, Hubert M. Effect of light energy on peroxide tooth bleaching. *J Am Dent Assoc.* 2004;135:194-201.
107. Önal B. *Restoratif Dişhekimliğinde Maddeler ve Uygulamaları* 1. baskı. İzmir: Ege Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Yayınları, 2004.
108. Sulieman M. An overview of bleaching techniques: 2. Night guard vital bleaching and non-vital bleaching. *SADJ.* 2006;61:352, 354, 356 passim.
109. Gerlach RW, Barker ML. Clinical response of three direct-to-consumer whitening products: strips, paint-on gel, and dentifrice. *Compend Contin Educ Dent.* 2003;24:458, 461-454, 466 passim.
110. Ferrari M, Kugel G, Cagidiaco M, Barker M, Gerlach R. Clinical trial evaluating the peroxide concentration response of whitening strips over 28 days. *Am J Dent.* 2004;17:291-294.
111. Gerlach R, White D. Removal of extrinsic stain using a tartar control whitening dentifrice: a randomized clinical trial. *J Clin Dent.* 2001;12:42-46.
112. Gerlach R, Barker M, Tucker H. Clinical response of three whitening products having different peroxide delivery: comparison of tray, paint-on gel, and dentifrice. *J Clin Dent.* 2004;15:112-117.
113. Burrell KH. ADA supports vital tooth bleaching—but look for the seal. *J Am Dent Assoc.* 1997;128:3S-5S.

114. Holmstrup G, Palm AM, Lambjerg-Hansen H. Bleaching of discoloured root-filled teeth. *Dent Traumatol.* 1988;4:197-201.
115. Camps J, de Franceschi H, Idir F, Roland C, About I. Time-course diffusion of hydrogen peroxide through human dentin: clinical significance for young tooth internal bleaching. *J Endod.* 2007;33:455-459.
116. Settembrini L, Gultz J, Kaim J, Scherer W. A technique for bleaching nonvital teeth: inside/outside bleaching. *J Am Dent Assoc.* 1997;128:1283-1284.
117. De Oliveira LD, Carvalho CAT, Hilgert E, Bondioli IR, De Araújo MAM, Valera MC. Sealing evaluation of the cervical base in intracoronal bleaching. *Dent Traumatol.* 2003;19:309-313.
118. Dietschi D. Nonvital bleaching: general considerations and report of two failure cases. *Eur J Esthet Dent.* 2006;1:52-61.
119. Friedman S. Internal bleaching: long-term outcomes and complications. *J Am Dent Assoc.* 1997;128:51-55.
120. Attin T, Manolakis A, Buchalla W, Hannig C. Influence of tea on intrinsic colour of previously bleached enamel. *J Oral Rehabil.* 2003;30:488-494.
121. Heithersay GS, Dahlstrom SW, Marin PD. Incidence of invasive cervical resorption in bleached root-filled teeth. *Aust Dent J.* 1994;39:82-87.
122. Cooper JS, Bokmeyer TJ, Bowles WH. Penetration of the pulp chamber by carbamide peroxide bleaching agents. *J Endod.* 1992;18:315-317.
123. Haywood VB. Current status of nightguard vital bleaching. *Compendium.* 2000;21:10-17.
124. Potočnik I, Kosec L, Gašperšič D. Effect of 10% carbamide peroxide bleaching gel on enamel microhardness, microstructure, and mineral content. *J Endod.* 2000;26:203-206.
125. Cavalli V, Ries A, Giannini M, Ambrosano G. The effect of elapsed time following bleaching on enamel bond strength of resin composite. *Oper Dent.* 2001;26:597-602.
126. 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;31:543-548.
127. Eimar H, Siciliano R, Abdallah M-N, Nader SA, Amin WM, Martinez P-P, Celemin A, Cerruti M, Tamimi F. Hydrogen peroxide whitens teeth by oxidizing the organic structure. *J Dent.* 2012;40:e25-e33.

128. Sato C, Rodrigues F, Garcia D, Vidal C, Pashley DH, Tjäderhane L, Carrilho M, Nascimento F, Tersariol I. Tooth bleaching increases dentinal protease activity. *J Dent Res.* 2013;92:187-192.
129. Coldebella CR, Ribeiro APD, Sacono NT, Trindade FZ, Hebling J, Costa CAdS. Indirect cytotoxicity of a 35% hydrogen peroxide bleaching gel on cultured odontoblast-like cells. *Braz Dent J.* 2009;20:267-274.
130. Rotstein I. In vitro determination and quantification of 30% hydrogen peroxide penetration through dentin and cementum during bleaching. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1991;72:602-606.
131. 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;20:61-63.
132. Titley K, Torneck CD, Smith D. The effect of concentrated hydrogen peroxide solutions on the surface morphology of human tooth enamel. *J Endod.* 1988;14:69-74.
133. Al Shethri S, Matis B, Cochran M, Zekonis R, Stropes M. A clinical evaluation of two in-office bleaching products. *Oper Dent.* 2003;28:488-495.
134. Powers J, Paravina R. *Esthetic color training in dentistry*, 1st ed. Amsterdam: Elsevier Mosby, 2004.
135. Ontiveros JC, Paravina RD. Color change of vital teeth exposed to bleaching performed with and without supplementary light. *J Dent.* 2009;37:840-847.
136. Anusavice KJ, Shen C, Rawls H. *Phillips' science of dental materials*, 11th ed. St. Louis: Missouri Saunders, 2003.
137. Chen H, Huang J, Dong X, Qian J, He J, Qu X, Lu E. A systematic review of visual and instrumental measurements for tooth shade matching. *Quintessence Int.* 2012;43.
138. Ontiveros JC. In-office vital bleaching with adjunct light. *Dent Clin.* 2011;55:241-253.
139. de Paula-Silva FWG, Wu M-K, Leonardo MR, da Silva LAB, Wesselink PR. Accuracy of periapical radiography and cone-beam computed tomography scans in diagnosing apical periodontitis using histopathological findings as a gold standard. *J Endod.* 2009;35:1009-1012.

140. Patel S, Brown J, Pimentel T, Kelly R, Abella F, Durack C. Cone beam computed tomography in Endodontics—a review of the literature. *Int Endod J*. 2019;52:1138-1152.
141. Attin T. Methods for assessment of dental erosion. In: Lussi A (Eds.). *Dental Erosion*. Bern: Karger Publishers; 2006: p.152-172.
142. Dogan A, Ozcelik S, Dogan OM, Hubbezoglu I, Cakmak M, Bolayir G. Effect of bleaching on roughness of dental composite resins. *J Adhes*. 2008;84:897-914.
143. Hicks J, Garcia-Godoy F, Flaitz C. Biological factors in dental caries: role of remineralization and fluoride in the dynamic process of demineralization and remineralization (part 3). *J Clin Pediatr Dent*. 2004;28:203-214.
144. Barbour M, Rees J. The laboratory assessment of enamel erosion: a review. *J Dent*. 2004;32:591-602.
145. Love G, Scott V. Electron probe microanalysis using soft X-rays—a review. Part 1: Instrumentation, spectrum processing and detection sensitivity. *J Microsc*. 2001;201:1-32.
146. Arnold WH, Dorow A, Langenhorst S, Gintner Z, Bánóczy J, Gaengler P. Effect of fluoride toothpastes on enamel demineralization. *BMC Oral Health*. 2006;6:8.
147. Nassur C, Alexandria AK, Pomarico L, de Sousa VP, Cabral LM, Maia LC. Characterization of a new TiF₄ and β -cyclodextrin inclusion complex and its in vitro evaluation on inhibiting enamel demineralization. *Arch Oral Biol*. 2013;58:239-247.
148. Hegde MN, Moany A. Remineralization of enamel subsurface lesions with casein phosphopeptide-amorphous calcium phosphate: A quantitative energy dispersive X-ray analysis using scanning electron microscopy: An in vitro study. *J Conserv Dent*. 2012;15:61.
149. Neves AdA, Coutinho E, Cardoso MV, Jaecques SV, Van Meerbeek B. Micro-CT based quantitative evaluation of caries excavation. *Dent Mater*. 2010;26:579-588.
150. Tanaka R, Shibata Y, Manabe A, Miyazaki T. Mineralization potential of polarized dental enamel. *PLoS One*. 2009;4:5986..
151. Balooch M, Wu-Magidi IC, Balazs A, Lundkvist A, Marshall S, Marshall G, Siekhaus W, Kinney J. Viscoelastic properties of demineralized human dentin measured in water with atomic force microscope (AFM)-based indentation. *J Biomed Mater Res*. 1998;40:539-544.
152. Finke M, Jandt KD, Parker DM. The early stages of native enamel dissolution studied with atomic force microscopy. *J Colloid Interface Sci*. 2000;232:156-164.

153. Barbour M, Parker D, Allen G, Jandt K. Human enamel erosion in constant composition citric acid solutions as a function of degree of saturation with respect to hydroxyapatite. *J Oral Rehabil.* 2005;32:16-21.
154. Hanke LD. *Handbook of analytical methods for materials.* Plymouth: Materials Evaluation and Engineering Inc.; 2001:p.35-38.
155. Kayalı ES, Ensari C, Dikeç F. *Metalik Malzemelerin Mekanik Deneylemleri.* 2. baskı. İstanbul: İTÜ. Kimya-Metalürji Fakültesi Ofset Atölyesi, 1990.
156. Anusavice KJ, Shen C, Rawls H. *Phillips' science of dental materials,* 12th ed. Elsevier Health Sciences, 2012.
157. Kellner R, Mermet J-M, Otto M, Valcárcel M, Widmer HM. *Analytical chemistry: A modern approach to analytical science.* 2nd ed. Weinheim: Wiley-Vch, 2004.
158. Arvidsson A, Liedberg B, Möller K, Lyvén B, Sellén A, Wennerberg A. Chemical and topographical analyses of dentine surfaces after Carisolv™ treatment. *J Dent.* 2002;30:67-75.
159. Gallagher A, Maggio B, Bowman J, Borden L, Mason S, Felix H. Clinical study to compare two in-office (chairside) whitening systems. *J Clin Dent.* 2002;13:219-224.
160. Acuña ED, Parreiras SO, Favoreto MW, Cruz GP, Gomes A, Borges CP, Loguercio AD, Reis A. In-office bleaching with a commercial 40% hydrogen peroxide gel modified to have different pHs: Color change, surface morphology, and penetration of hydrogen peroxide into the pulp chamber. *J Esthet Restor Dent.* 2019.
161. Vilhena KFB, Nogueira BCL, Fagundes NCF, Loretto SC, Angelica RS, Lima RR, e Souza MHS. Dental enamel bleached for a prolonged and excessive time: Morphological changes. *PloS One.* 2019;14:e0214948.
162. Haywood VB, Heymann HO. Nightguard vital bleaching: how safe is it? *Quintessence Int.* 1991;22.
163. Costa S, Xavier S, Becker AB, de Souza Rastelli AN, Loffredo M, de Castro L, de Andrade MF, Bagnato VS. Effect of four bleaching regimens on color changes and microhardness of dental nanofilled composite. *Int J Dent.* 2009;2009:313845.
164. Martín J, Ovies N, Cisternas P, Fernández E, Junior OO, De Andrade M, Moncada G, Vildósola P. Can an LED-laser hybrid light help to decrease hydrogen peroxide concentration while maintaining effectiveness in teeth bleaching? *Laser Physics.* 2015;25:025608.

165. Martini E, Parreiras S, Szesz A, Coppla F, Loguercio A, Reis A. Bleaching-induced tooth sensitivity with application of a desensitizing gel before and after in-office bleaching: a triple-blind randomized clinical trial. *Clin Oral Investig.* 2019;24:385-394.
166. Gurgan S, Cakir FY, Yazici E. Different light-activated in-office bleaching systems: a clinical evaluation. *Lasers Med Sci.* 2010;25:817-822.
167. Kavitha M, Selvaraj S, Khetarpal A, Raj A, Pasupathy S, Shekar S. Comparative evaluation of superoxide dismutase, alpha-tocopherol, and 10% sodium ascorbate on reversal of shear bond strength of bleached enamel: An in vitro study. *Eur J Dent.* 2016;10:109.
168. Pinto CF, Leme AFP, Cavalli V, Giannini M. Effect of 10% carbamide peroxide bleaching on sound and artificial enamel carious lesions. *Braz Dent J.* 2009;20:48-53.
169. Taneja S, Kumar M, Agarwal PM, Bhalla AS. Effect of potential remineralizing agent and antioxidants on color stability of bleached tooth exposed to different staining solutions. *J Conserv Dent.* 2018;21:378.
170. Karadas M, Seven N. The effect of different drinks on tooth color after home bleaching. *Eur J Dent.* 2014;8:249.
171. Sulieman M, Addy M, Rees J. Development and evaluation of a method in vitro to study the effectiveness of tooth bleaching. *J Dent.* 2003;31:415-422.
172. de Souza Costa CA, Riehl H, Kina JF, Sacono NT, Hebling J. Human pulp responses to in-office tooth bleaching. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2010;109:e59-e64.
173. Roderjan DA, Stanislawczuk R, Hebling J, da Souza Costa CA, Soares DG, Reis A, Loguercio AD. Histopathological features of dental pulp tissue from bleached mandibular incisors. *J Mater Sci Eng B.* 2014;4:178-185.
174. Soares DG, Basso FG, Hebling J, de Souza Costa CA. Concentrations of and application protocols for hydrogen peroxide bleaching gels: effects on pulp cell viability and whitening efficacy. *J Dent.* 2014;42:185-198.
175. Soares DG, Basso FG, Scheffel DS, Hebling J, de Souza Costa CA. Responses of human dental pulp cells after application of a low-concentration bleaching gel to enamel. *Arch Oral Biol.* 2015;60:1428-1436.
176. Wiegand A, Vollmer D, Foitzik M, Attin R, Attin T. Efficacy of different whitening modalities on bovine enamel and dentin. *Clin Oral Investig.* 2005;9:91-97.

177. Li R, Ma X, Liang S, Sa Y, Jiang T, Wang Y. Optical properties of enamel and translucent composites by diffuse reflectance measurements. *J Dent.* 2012;40:40-47.
178. Bagis B, Turgut S. Optical properties of current ceramics systems for laminate veneers. *J Dent.* 2013;41:24-30.
179. Oguro R, Nakajima M, Seki N, Sadr A, Tagami J, Sumi Y. The role of enamel thickness and refractive index on human tooth colour. *J Dent.* 2016;51:36-44.
180. Radi M, Driscoll CF (Eds.). *Clinical Applications of Digital Dental Technology*, 2015.
181. Lehmann KM, Igiel C, Schmidtman I, Scheller H. Four color-measuring devices compared with a spectrophotometric reference system. *J Dent.* 2010;38:65-70.
182. Meireles SS, Demarco FF, Santos IdSd, Dumith SdC, Bona AD. Validation and reliability of visual assessment with a shade guide for tooth-color classification. *Oper Dent.* 2008;33:121-126.
183. Paravina R, Majkic G, Stalker J, Kiat-Amnuay S, Chen J. Development of a model shade guide for primary teeth. *Eur Arch Paediatr Dent.* 2008;9:74-78.
184. Yuan JC-C, Brewer JD, Monaco Jr EA, Davis EL. Defining a natural tooth color space based on a 3-dimensional shade system. *J Prosthet Dent.* 2007;98:110-119.
185. Kanawati A, Richards MW. Repeatability of a dental shade-matching instrument when compared to traditional visual methods of shade evaluation. *Gen Dent.* 2009;57:323-327.
186. Kim-Pusateri S, Brewer JD, Davis EL, Wee AG. Reliability and accuracy of four dental shade-matching devices. *J Prosthet Dent.* 2009;101:193-199.
187. Liu HX (Eds.). *4th International Congress on Image and Signal Processing*, 2011.
188. Commission Internationale de l'Éclairage - CIE. *CIE Technical Report: Improvement to industrial colour-difference evaluation*. Vienna: CIE Central Bureau, 2001.
189. Mangine H, Jakes K, Noel C. A preliminary comparison of CIE color differences to textile color acceptability using average observers. *Color Res Appl.* 2005;30:288-294.
190. del Mar Perez M, Ghinea R, Herrera LJ, Ionescu AM, Pomares H, Pulgar R, Paravina RD. Dental ceramics: a CIEDE2000 acceptability thresholds for lightness, chroma and hue differences. *J Dent.* 2011;39:e37-e44.

191. Commission Internationale de l'Éclairage - CIE. 3rd ed. CIE 15: CIE Technical Report: Colorimetry. Vienna: CIE Central Bureau, 2004.
192. Ruyter I, Nilner K, Möller B. Color stability of dental composite resin materials for crown and bridge veneers. *Dent Mater.* 1987;3:246-251.
193. Seghi RR, Hewlett E, Kim J. Visual and instrumental colorimetric assessments of small color differences on translucent dental porcelain. *J Dent Res.* 1989;68:1760-1764.
194. Paravina RD, Ghinea R, Herrera LJ, Bona AD, Igiel C, Linninger M, Sakai M, Takahashi H, Tashkandi E, Mar Perez Md. Color difference thresholds in dentistry. *J Esthet Restor Dent.* 2015;27:S1-S9.
195. Suliman S, Sulaiman TA, Olafsson VG, Delgado AJ, Donovan TE, Heymann HO. Effect of time on tooth dehydration and rehydration. *J Esthet Restor Dent.* 2019;31:118-123.
196. Hasegawa A, Ikeda I, Kawaguchi S. Color and translucency of in vivo natural central incisors. *J Prosthet Dent.* 2000;83:418-423.
197. Baltzer A, Kaufmann-Jinoian V. The determination of the tooth colors. *Quintessenz Zahntech.* 2004;30:726-740.
198. Monaghan P, Trowbridge T, Lautenschlager E. Composite resin color change after vital tooth bleaching. *J Prosthet Dent.* 1992;67:778-781.
199. Fay R, Servos T, Powers J. Color of restorative materials after staining and bleaching. *Oper Dent.* 1999;24:292-296.
200. 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;16:368-375.
201. Meireles S, Heckmann S, Santos I, Della Bona A, Demarco F. A double blind randomized clinical trial of at-home tooth bleaching using two carbamide peroxide concentrations: 6-month follow-up. *J Dent.* 2008;36:878-884.
202. Luo W, Westland S, Brunton P, Ellwood R, Pretty IA, Mohan N. Comparison of the ability of different colour indices to assess changes in tooth whiteness. *J Dent.* 2007;35:109-116.
203. Kose C, Calixto A, Bauer J, Reis A, Loguercio A. Comparison of the effects of in-office bleaching times on whitening and tooth sensitivity: a single blind, randomized clinical trial. *Oper Dent.* 2016;41:138-145.

204. Carvalho AO, Ayres APA, de Almeida LCAG, Briso ALF, Rueggeberg FA, Giannini M. Effect of peroxide bleaching on the biaxial flexural strength and modulus of bovine dentin. *Eur J Dent.* 2015;9:246.
205. Attin T, Schmidlin PR, Wegehaupt F, Wiegand A. Influence of study design on the impact of bleaching agents on dental enamel microhardness: a review. *Dent Mat.* 2009;25:143-157.
206. Pinto CF, Oliveira Rd, Cavalli V, Giannini M. Peroxide bleaching agent effects on enamel surface microhardness, roughness and morphology. *Braz Oral Res.* 2004;18:306-311.
207. Arends J, Jongebloed W, Goldberg M, Schuthof J. Interaction of urea and human enamel. *Caries Res.* 1984;18:17-24.
208. Goldberg M, Arends J, Jongebloed W, Schuthof J, Septier D. Action of urea solutions on human enamel surfaces. *Caries Res.* 1983;17:106-112.
209. Bitter NC. A scanning electron microscopy study of the effect of bleaching agents on enamel: a preliminary report. *J Prosthet Dent.* 1992;67:852-855.
210. Giannini M, Silva AP, Cavalli V, Leme AFP. Effect of carbamide peroxide-based bleaching agents containing fluoride or calcium on tensile strength of human enamel. *J Appl Oral Sci.* 2006;14:82-87.
211. Tschoppe P, Neumann K, Mueller J, Kielbassa AM. Effect of fluoridated bleaching gels on the remineralization of predemineralized bovine enamel in vitro. *J Dent.* 2009;37:156-162.
212. Attin T, Albrecht K, Becker K, Hannig C, Wiegand A. Influence of carbamide peroxide on enamel fluoride uptake. *J Dent.* 2006;34:668-675.
213. Cavalli V, Rodrigues LKA, Paes-Leme AF, Brancalion ML, Arruda MAZ, Berger SB, Giannini M. Effects of bleaching agents containing fluoride and calcium on human enamel. *Quintessence Int.* 2010;41.
214. Chen H-P, Chang C-H, Liu J-K, Chuang S-F, Yang J-Y. Effect of fluoride containing bleaching agents on enamel surface properties. *J Dent.* 2008;36:718-725.
215. Attin T, Kielbassa A, Schwanenberg M, Hellwig E. Effect of fluoride treatment on remineralization of bleached enamel. *J Oral Rehabil.* 1997;24:282-286.
216. Borges AB, Samezima L, Fonseca L, Yui K, Borges ALS, Torres C. Influence of potentially remineralizing agents on bleached enamel microhardness. *Oper Dent.* 2009;34:593-597.

217. Burgmaier GM, Schulze I, Attin T. Fluoride uptake and development of artificial erosions in bleached and fluoridated enamel in vitro. *J Oral Rehabil.* 2002;29:799-804.
218. de-Melo MA, Passos VF, Alves JJ, Barros EB, Santiago SL, Rodrigues LK. The effect of diode laser irradiation on dentin as a preventive measure against dental erosion: an in vitro study. *Lasers Med Sci.* 2011;26:615-621.
219. Cakir F, Korkmaz Y, Firat E, Oztas S, Gurgan S. Chemical analysis of enamel and dentin following the application of three different at-home bleaching systems. *Oper Dent.* 2011;36:529-536.
220. Camargo SEA, Valera MC, Camargo CHR, Mancini MNG, Menezes MM. Penetration of 38% hydrogen peroxide into the pulp chamber in bovine and human teeth submitted to office bleach technique. *J Endod.* 2007;33:1074-1077.
221. Lee K, Kim H, Kim K, Kwon Y. Mineral loss from bovine enamel by a 30% hydrogen peroxide solution. *J Oral Rehabil.* 2006;33:229-233.
222. González-López S, Torres-Rodríguez C, Bolanos-Carmona V, Sanchez-Sanchez P, Rodríguez-Navarro A, Alvarez-Lloret P, Garcia MD. Effect of 30% hydrogen peroxide on mineral chemical composition and surface morphology of bovine enamel. *Odontology.* 2016;104:44-52.
223. Pinto A, Bridi E, Amaral F, França F, Turssi C, Pérez C, Martinez E, Flório F, Basting R. Enamel mineral content changes after bleaching with high and low hydrogen peroxide concentrations: colorimetric spectrophotometry and total reflection X-ray fluorescence analyses. *Oper Dent.* 2017;42:308-318.
224. Eskelsen E, Catelan A, Hernades NMAP, Soares LES, Cavalcanti AN, Aguiar FHB, Liporoni PCS. Physicochemical changes in enamel submitted to pH cycling and bleaching treatment. *Clin Cosmet Investig Dent.* 2018;10:281.
225. Cavalli V, Rosa DAd, Silva DPd, Kury M, Liporoni P, Soares LES, Martins AA. Effects of experimental bleaching agents on the mineral content of sound and demineralized enamels. *J Appl Oral Sci.* 2018;26.
226. Cavalli V, Rodrigues LKA, Paes-Leme AF, Soares LES, Martin AA, Berger SB, Giannini M. Effects of the addition of fluoride and calcium to low-concentrated carbamide peroxide agents on the enamel surface and subsurface. *Photomed Laser Surg.* 2011;29:319-325.

227. Tanizawa Y. Reaction characteristics of a tooth-bleaching agent containing H₂O₂ and NaF: in vitro study of crystal structure change in treated hydroxyapatite and chemical states of incorporated fluorine. *Int J Cosmet Sci.* 2005;27:295-296.
228. Musanje L, Darvell B. Aspects of water sorption from the air, water and artificial saliva in resin composite restorative materials. *Dent Mater.* 2003;19:414-422.
229. Llana C, Esteve I, Rodríguez-Lozano FJ, Forner L. The application of casein phosphopeptide and amorphous calcium phosphate with fluoride (CPP-ACPF) for restoring mineral loss after dental bleaching with hydrogen or carbamide peroxide: An in vitro study. *Ann Anat.* 2019;225:48-53.
230. Altundasar E, Özçelik B, Cehreli ZC, Matsumoto K. Ultramorphological and histochemical changes after ER, CR: YSGG laser irradiation and two different irrigation regimes. *J Endod.* 2006;32:465-468.
231. Sasaki T, Debari K, Garant P. Ameloblast modulation and changes in the Ca, P, and S content of developing enamel matrix as revealed by SEM-EDX. *J Dent Res.* 1987;66:778-783.
232. Ogura K, Tanaka R, Shibata Y, Miyazaki T, Hisamitsu H. In vitro demineralization of tooth enamel subjected to two whitening regimens. *J Am Dent Assoc.* 2013;144:799-807.
233. Llana C, Esteve I, Forner L. Effects of in-office bleaching on human enamel and dentin. Morphological and mineral changes. *Ann Anat.* 2018;217:97-102.
234. Silverstone L, Saxton C, Dogon IL, Fejerskov O. Variation in the pattern of acid etching of human dental enamel examined by scanning electron microscopy. *Caries Res.* 1975;9:373-387.
235. Coceska E, Gjorgievska E, Coleman NJ, Gabric D, Slipper IJ, Stevanovic M, Nicholson JW. Enamel alteration following tooth bleaching and remineralization. *J Microsc.* 2016;262:232-244.
236. McCracken MS, Haywood VB. Demineralization effects of 10 percent carbamide peroxide. *J Dent.* 1996;24:395-398.
237. Grenby T, Phillips A, Desai T, Mistry M. Laboratory studies of the dental properties of soft drinks. *Br J Nutr.* 1989;62:451-464.
238. Grobler S. The effects of the composition and method of drinking of soft drinks on plaque pH. *Br Dent J.* 1985;158:293-296.

7. EKLER

GAZİANTEP ÜNİVERSİTESİ KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU KARAR FORMU

ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI	Farklı beyazlatma uygulama sürelerinin diş rengi ve mineral değişimi üzerine etkisi
VARSA ARAŞTIRMANIN PROTOKOL KODU	113

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

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

DEĞERLENDİRİLEN BELGELER	Belge Adı	Tarihi	Versiyon Numarası	Dili		
		ARAŞTIRMA PROTOKOLÜ			Türkçe <input type="checkbox"/>	İngilizce <input type="checkbox"/>
	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"/>				
	İLAN	<input type="checkbox"/>				
	YILLIK BİLDİRİM	<input type="checkbox"/>				
	SONUÇ RAPORU	<input type="checkbox"/>				
	GÜVENLİLİK BİLDİRİMLERİ	<input type="checkbox"/>				
DİĞER:	<input checked="" type="checkbox"/>	2018/371 karar numarası ile onay almış çalışmanın; İsim değişikliği				

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

Not: Etik kurul hakkını imzasının var olmadığı her sayfaya imza atmalıdır.

GAZİANTEP ÜNİVERSİTESİ KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU KARAR FORMU

ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI	Farklı beyazlatma uygulama sürelerinin diş rengi ve mineral değişimi üzerine etkisi
VARSA ARAŞTIRMANIN PROTOKOL KODU	113

KARAR BİLGİLERİ	Karar No:2020/113	Tarih: 16.03.2020
	Sorumlu Araştırması Dr.Öğretim Üyesi Derya SÜRME LİOĞLU olan 2018/371 karar numarası ile onay almış “Farklı beyazlatma tekniklerinin mine ve dentin üzerinde meydana getirdiği değişikliklerin değerlendirilmesi” başlıklı çalışma için 11.03.2020 tarihinde Sorumlu Araştırmacı tarafından verilen dilekçe incelenmiş olup, çalışma başlığının “Farklı beyazlatma uygulama sürelerinin diş rengi ve mineral değişimi üzerine etkisi” olarak değiştirilmesine etik kurul üye tam sayısının salt çoğunluğu ile karar verilmiştir. İlaç ve Biyolojik Ürünlerin Klinik Araştırmaları 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	İlaç ve Biyolojik Ürünlerin Klinik Araştırmaları Hakkında Yönetmelik İy Klinik Uygulamaları Kılavuzu
BAŞKANIN UNVANI / ADI / SOYADI:	Prof. Dr.Aysun BARANSEL ISIR

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

*:Toplantıda Bulunma

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

Not: Etik kurul başkanı, imzasının vermediği her sayfaya imza atmaktadır.

8. ÖZGEÇMİŞ

Zeyneb Merve ÖZDEMİR 1991 yılında Kahramanmaraş'ta doğdu. İlköğretimi Yavuz Selim İlköğretim Okulu'nda ve ortaöğretimi ise Adıyaman Anadolu Öğretmen Lisesi'nde tamamladı. 2014 yılında Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi'nden mezun oldu. Diş Hekimliğinde Uzmanlık eğitimine 2017 yılında Gaziantep Üniversitesi Restoratif Diş Tedavisi Anabilim Dalı'nda başladı.

