

T.C.
YEDİTEPE ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ENDODONTİ ANABİLİM DALI

ÇEŞİTLİ İNTRAKORONAL BEYAZLATMA AJANLARI
VE TEKNİKLERİNİN BEYAZLATMA
ETKİNLİKLERİNİN SPEKTROFOTOMETRİK ANALİZ
YÖNTEMİYLE IN-VITRO OLARAK
KARŞILAŞTIRILMASI

DOKTORA TEZİ

DİŞ HEKİMİ
MERİÇ KARAPINAR KAZANDAĞ

DANIŞMAN
Prof. Dr. GÜNDÜZ BAYIRLI

İSTANBUL – 2007

ÖZET

Bu araştırmada renkleşmiş dişlerde çeşitli beyazlatma ajanlarının ve tekniklerinin beyazlatma etkinliklerinin spektrofotometrik analiz yöntemiyle karşılaştırılması amaçlandı.

Araştırmamızda 60 adet sığır dişinden elde edilen dentin kesitleri insan kanı kullanılarak boyandı. Dişler her grupta 15 diş olacak şekilde gruplara ayrıldı. 1. Grup: Sodyum Perborat (Sultan Chemists, USA) +su kullanılarak “walking bleach” yöntemiyle, 2. Grup: %35 Hidrojen peroksit (Opalescence Endo, Ultradent, South Jordan, UT) kullanılarak “walking bleach” metoduyla, 3. Grup= %35 Hidrojen peroksit (Opalescence® Xtra®, Ultradent, South Jordan, UT)+işık kullanılarak ofiste yapılan beyazlatma işlemine taklit edecek şekilde 0, 7, 14 ve 21. günde beyazlatıldı, 4. Grup: Kontrol grubu olarak deney süresince distile suda bekletildi. Renk tespiti başlangıçta, örnekler boyandıktan sonra, 1., 2., ve 3.seanslardan hemen sonra spektrofotometre ile (CM-2600d- Minolta, Japan) ve CIELAB parametreleri kullanılarak yapıldı.

Beyazlatma neticesinde oluşan toplam renk değişikliğine bakıldığında (ΔE) “walking bleach” gruplarının tüm haftalarda birbirleriyle aynı olduğu, 2. haftadan sonra anlamlı değişiklik olmadığı görüldü. “Thermophotobleach” grubunda “walking bleach” gruplarıyla kıyaslandığında 1., 2. ve 3. haftalarda daha az renk değişikliği meydana geldi. Tüm gruplar incelendiğinde beyazlatma neticesinde dişler başlangıçtaki renklerine dönmediler. İkinci haftadan sonra ΔE^* değerlerinde 1. ve 2. gruplarda değişiklik olmazken, 3. grupta anlamlı değişiklik görüldü.

“Walking bleach” yönteminde, %35 hidrojen peroksit veya sodyum perborat ve su kullanılması arasında beyazlatma etkinliği açısından farklılık yoktur. “Walking bleach” ister hidrojen peroksit ister sodyum perborat ve su kullanılarak yapılsın 2 hafta uygulanması gerekli ve yeterlidir. Non-vital dişlerde hem içerden hem dışardan beyazlatma yapmak yalnız pulpa odasından yapılan beyazlatmaya kıyasla dişlerin sarı rengine daha fazla azalmaya neden olmaktadır.

Anahtar kelimeler: İntrakoronal beyazlatma, renk, spektrofotometre.

SUMMARY

An In vitro Comparison of Effectiveness of Various Bleaching Agents and Intracoronary Bleaching Techniques Using Spectrophotometric Measurements

The purpose of this study was to compare the color changes achieved with various types of bleaching agents and intracoronary bleaching techniques on the basis of spectrophotometric analysis.

Sixty dentin slabs derived from extracted bovine teeth stained artificially with fresh blood over a period of 15 days and evenly distributed among four groups. Each dentin slab was treated with one of the following bleaching techniques: Group 1: walking bleach with sodium perborate (Sultan Chemists, USA) + distilled water. Group 2: walking bleach with 35% Hydrogen peroxide (Opalescence Endo, Ultradent, South Jordan, UT, USA). Group 3: Thermophotobleach with 35% Hydrogen peroxide (Opalescence® Xtra®, Ultradent Products, UT, USA) + light (Optilux 501, Demetron Research Corp. Danbury Conn.), Group 4: Control group, the specimens were kept in distilled water.

All specimens were subjected to repeated treatment with fresh bleaching pastes on days 0, 7, 14, 21. CIELAB color parameters were evaluated prior to the experiment, following staining and each treatment by using spectrophotometer (CM-2600d-Minolta, Japan).

Results of total color change (ΔE) of two walking bleach groups were similar at all weeks and no further changes were recorded after second week. The teeth in the thermophotobleach group were significantly darker than the teeth bleached with walking bleach method at all time periods. The teeth in all groups did not turn to their original shade. There is no significant difference of bleaching effectiveness between the hydrogen peroxide and sodium perborate when they are used in walking bleach technique.

Two weeks is necessary and enough time period for walking bleach. The teeth in group 3 continue to bleach at the 3rd week although the walking bleach groups reached

a plateau at the second week. Receiving intracoronar and extracoronar bleaching at the same time showed a significant decrease of yellowness comparing the teeth which have been bleached only from the pulp chamber.

Key words: Intracoronar bleaching, Internal discoloration, spectrophotometer

TEŞEKKÜR

Bu tezin gerekleŐmesini sağlayan, bilgi ve tecrübelerinden yararlandığım, büyük saygı duyduğum değerli hocam **Prof. Dr. Gündüz Bayırlı'ya**,

ÇalıŐmalarım sırasında iten yardımlarını hiçbir zaman esirgemeyen sayın hocam **Prof. Dr. Mübin Soyman'a**,

Birlikte çalıŐmaktan her zaman zevk aldığım, çalıŐmalarım sırasında bana destek olan ve bigilerini benimle paylaşan çalışma arkadaşlarıma teŐekkürlerimi sunmayı borç bilirim.

Ayrıca dört sene boyunca benden desteğini hiç esirgemeyen aileme Őükranlarımı sunarım.

İÇİNDEKİLER

SAYFA NO

İÇ KAPAK	I
ÖZET	II
SUMMARY	III
TEŞEKKÜR	V
İÇİNDEKİLER	VI
KISALTMALAR	IX
RESİM LİSTESİ	X
ŞEKİL LİSTESİ	XII
TABLO LİSTESİ	XIV
1. GİRİŞ VE AMAÇ	1
2.GENEL BİLGİLER	3
2.1 Tarihçe	3
2.1.a Vital beyazlatma araştırmaları	3
2.1.b Non-vital beyazlatma araştırmaları	6
2.2 Beyazlatma işlemi	13
2.2.1 Beyazlatma Ajanları	13
2.2.1.a Hidrojen Peroksit	13
2.2.1.b Sodyum perborat	14
2.2.1.c Karbomit Peroksit	14
2.2.2 Sodyum Perborat, Karbomit Peroksit ve Hidrojen Peroksitin Kimyası	15
2.2.3 Dişlerin Beyazlatılmasının Mekanizması	16
2.2.4 Beyazlatma İşlemini Etkileyen Faktörler	16
2.2.4.a Diş yüzeyinin temizlenmesi	17
2.2.4.b Hidrojen peroksit konsantrasyonu	17
2.2.4.c Hidrojen peroksitin ısısı	17
2.2.4.d Hidrojen peroksitin pH'sı	17
2.2.4.e Uygulama süresi	17
2.2.4.f İzole edilmiş ortam	17
2.2.5 Hidrojen Peroksitin Aktive Edilmesi	18

2.2.5.a Termokataliz	18
2.2.5.b Fotoliziz	18
2.2.5.c Kimyasal kataliz:	19
2.2.6 Beyazlatma İşleminde Kullanılan Işık Kaynakları	19
2.2.7 Beyazlatma Yöntemleri	22
2.2.7. A Vital dişlerde beyazlatma	22
2.2.7.A. a Ofiste beyazlatma	22
2.2.7.A.a ₁ - Isı ve ışık kullanılarak beyazlatma (Power bleach)	22
2.2.7.A.a ₂ - Isı ve ışık kullanılmadan ofiste beyazlatma	22
2.2.7.A.b Diş hekiminin kontrolünde evde hasta tarafından kullanılan sistemler	22
2.2.7.A.c. Hasta tarafından satın alınarak kullanılan sistemler	23
2.2.7.B Non-vital dişlerde beyazlatma	23
2.2.7.B.a ₁ “Walking bleach”	23
2.2.7.B.a ₂ “Non-vital power bleaching”	23
2.2.7.B. a ₃ “Inside/outside technique”	24
2.2.8 Non-vital Beyazlatma ve kole rezorpsiyonu ilişkisi	24
2.2.9 Beyazlatma İşleminin Kontraendikasyonları	26
2.2.10 Beyazlatma İşleminin Etkileri	26
2.2.10.A Dokular üzerine olan etkileri	26
2.2.10.B Diş dokularına etkileri	26
27 2.2.10.B.a Diş sert dokularına etkileri	27
2.2.10.B.b Pulpaya etkileri	32
2.2.10.B.c Beyazlatma ajanlarının kök yüzeyine penetrasyonları	32
2.2.10.C Restorasyona etkileri	33
2.2.10.C.a Bağlanma gücüne etkisi	33
2.2.10.C.b Renk değişimi ve dayanıklılıklarına etkisi	34
2.2.10.C.c Amalgam restorasyonlar üzerine olan etkileri	34
2.3 Diş Renginin Ölçülmesi	34
2.3.1 Rengin Ölçülmesinde Kullanılan Aletler	37
2.3.1.a Kolorimetreler	37
2.3.1.b Spektrometreler	37
2.3.1.c Spektrofotometreler	39

2.3.1.d Dijital Kameralar	39
3. GEREÇ VE YÖNTEM	41
3.1 Deneyde Kullanılan Cihazlar ve Materyaller	41
3.1.1 Spektrofotometre	41
3.1.2 Kullanılan beyazlatma ajanları	42
3.1.3 Kullanılan ışık kaynağı	43
3.2 Örneklerin Hazırlanması	44
3.3 Renk Tespiti	47
3.3.1 Ölçüm alanı	48
3.3.2 Parlama faktörü “mat/parlak”	48
3.3.3 UV ayarlaması	49
3.3.4 Işığın ayarlanması	49
3.3.5 İkinci ışık kaynağı ayarlanması	49
3.3.6 Gözlemci açısının seçilmesi	49
3.3.7 Verilerin ekranda gösterilmesi	49
3.3.8. Renk sisteminin seçilmesi	50
3.3.9.Ölçümlerin ortalamalarının alınması	50
3.3.10. Ortalamalar için kabul edilebilir standart deviasyon	50
3.3.11. Ölçümlerin otomatik olarak ortalamasının alınması	50
3.3.12 Gecikme zamanının ayarlanması	50
3.3.13 Kalibrasyon yapılması	51
3.4 Dişleri Boyama İşlemleri	51
3.5 Dişleri Beyazlatma İşlemleri	53
4. BULGULAR	55
5. TARTIŞMA	90
6. SONUÇLAR	101
7. KAYNAKLAR	103
ÖZGEÇMİŞ	121

KISALTMALAR

L*:	Rengin siyah-beyaz eksenindeki yeri
A*:	Rengin yeşil-kırmızı eksenindeki yeri
B*:	Rengin sarı-mavi eksenindeki yeri
H:	Planck sabiti
QTH:	Quartz tungsten halogen
LED:	Light emitting diode
UV:	Ultraviole
λ :	Dalgaboyu
VIS:	Görünür ışıklar
IR:	Kızılötesi
Nd: YAG :	Neodymium: yttrium aluminum garnet, pulsed
Er, Cr:YSGG:	Erbium chromium: yttrium scandium, gallium, garnet, pulsed
Er:YAG :	Erbium: yttrium aluminium garnet
CO ₂ :	Karbondioksit
Nm:	Nanometre
mW/cm ² :	Miliwatt/santimetre kare
IRM:	Intermediate restorative material
CIE:	Comission Internationale de l'Elairage
UV:	Ultraviole ışık
K:	Kelvin
°C:	Santigrat
°F:	Fahreinit
CPDA-1:	Sitrat fosfat dekstroz adenin
Rpm:	Dakikadaki dönme sayısı
SP:	Sodyum perborat
HP:	Hidrojen peroksit
HPI:	Hidrojen peroksit+ışık
SCE:	Işığın direkt yansıdığı parlak kısmın renk değerlendirmesine alınmaması.
SCI:	Işığın direkt yansıdığı parlak kısmın renk değerlendirmesine alınması.
ΔL^* :	Siyah-beyaz eksenindeki değişiklik
Δa^* :	Yeşil-kırmızı eksenindeki değişiklik
Δb^* :	Sarı-mavi eksenindeki değişiklik
ΔE :	Renkteki toplam değişiklik

RESİM LİSTESİ

		SAYFA NO
Resim 1.	A)Spektrofotometre B) Spektrofotometrenin alt ve üst parçaları	41
Resim 2.	Örneklerin kuron ve köklerinin mikrotom kullanılarak ayrılması	44
Resim 3.	A-B)Zımpara kullanılarak örneklerin standardize edilmesi. C) Örnek kalınlıklarının kumpas yardımıyla kontrol edilmesi	45
Resim 4.	A)Spektrofotometrenin başlığının ölçüsünün alınması B) Spektrofotometrenin başlığı ve alçıdan hazırlanmış modeli	45
Resim 5.	A) Spektrofotometrenin başlığına oturacak şekilde hazırlanmış metal kalıbın alttan görünüşü B) Spektrofotometrenin başlığına oturacak şekilde hazırlanmış metal kalıbın üstten görünüşü	46
Resim 6.	A)Hafif bünyeli silikon ölçünün pulpa odasına yerleştirilmesi B) Örneğin alçı modele bağlanması. C) Örneğin alçı modele tam olarak oturup oturmadığının kontrol edilmesi	46
Resim 7.	A) Kalıbın içine silikon dökülmesi B) Silikonun 20 dakika sertleşmesinin beklenmesi	47
Resim 8.	A) Örneğin silikon kalıbın içindeki görünümü B) Bütün örneklerin toplu halde görünümü	48
Resim 9.	Tüplere kan doldurulması	51

Resim 10.	Örneklerin santirfüje yerleştirilmesi	52
Resim 11.	Boyanmış dişin pulpa odasının görünüşü.	52

ŞEKİL LİSTESİ

SAYFA NO

Şekil 1.	1)Sodyum perborattan hidrojen peroksit açığa çıkması 2)Karbamit peroksitten hidrojen peroksit açığa çıkması 3a)Hidrojen peroksitten hidroksil, perhidroksil radikallerinin ve süperoksit aniyonlarının oluşması. 3b)Stabil olmayan reaktif oksijen moleküllerinin oksijene dönüşmesi. 3c)Stabil olmayan reaktif oksijen moleküllerinin hidrojen peroksit aniyonlarına dönüşmesi.	15
Şekil 2.	Munsell'in renk şeması.	36
Şekil 3.	CIELAB renk sisteminin üç boyutlu olarak gösterilmesi	37
Şekil 4.	Spektrofotometrenin esasını oluşturan bölümleri gösteren şema.	39
Şekil 5.	Tablo 3'deki değerlerin grafikte gösterilmesi	56
Şekil 6.	Tablo 6'daki değerlerin grafikte gösterilmesi	59
Şekil 7.	Tablo 9'daki değerlerin grafikte gösterilmesi.	63
Şekil 8.	Tablo 12'deki değerlerin grafikte gösterilmesi.	67
Şekil 9.	Tablo 15'deki değerlerin grafikte gösterilmesi.	71
Şekil 10.	Tablo 18'deki değerlerin grafikte gösterilmesi.	75
Şekil 11.	Tablo 21'deki değerlerin grafikte gösterilmesi	79
Şekil 12.	Tablo 24'deki ΔL^* değerlerinin grafikte gösterilmesi	84

Şekil 13.	Tablo 24'deki Δa^* değerlerinin grafikte gösterilmesi.	85
Şekil 14.	Tablo 24'deki Δb^* değerlerinin grafikte gösterilmesi.	85
Şekil 15.	Tablo 24'deki ΔE^* değerlerinin grafikte gösterilmesi.	85

RESİM LİSTESİ

		SAYFA NO
Resim 1.	A)Spektrofotometre B) Spektrofotometrenin alt ve üst parçaları	41
Resim 2.	Örneklerin kuron ve köklerinin mikrotom kullanılarak ayrılması	44
Resim 3.	A-B)Zımpara kullanılarak örneklerin standardize edilmesi. C) Örnek kalınlıklarının kumpas yardımıyla kontrol edilmesi	45
Resim 4.	A)Spektrofotometrenin başlığının ölçüsünün alınması B) Spektrofotometrenin başlığı ve alçıdan hazırlanmış modeli	45
Resim 5.	A) Spektrofotometrenin başlığına oturacak şekilde hazırlanmış metal kalıbın alttan görünüşü B) Spektrofotometrenin başlığına oturacak şekilde hazırlanmış metal kalıbın üstten görünüşü	46
Resim 6.	A)Hafif bünyeli silikon ölçünün pulpa odasına yerleştirilmesi B) Örneğin alçı modele bağlanması. C) Örneğin alçı modele tam olarak oturup oturmadığının kontrol edilmesi	46
Resim 7.	A) Kalıbın içine silikon dökülmesi B) Silikonun 20 dakika sertleşmesinin beklenmesi	47
Resim 8.	A) Örneğin silikon kalıbın içindeki görünümü B) Bütün örneklerin toplu halde görünümü	48
Resim 9.	Tüplere kan doldurulması	51

Resim 10.	Örneklerin santirfüje yerleştirilmesi	52
Resim 11.	Boyanmış dişin pulpa odasının görünüşü.	52

ŞEKİL LİSTESİ

SAYFA NO

Şekil 1.	1)Sodyum perborattan hidrojen peroksit açığa çıkması 2)Karbamit peroksitten hidrojen peroksit açığa çıkması 3a)Hidrojen peroksitten hidroksil, perhidroksil radikallerinin ve süperoksit aniyonlarının oluşması. 3b)Stabil olmayan reaktif oksijen moleküllerinin oksijene dönüşmesi. 3c)Stabil olmayan reaktif oksijen moleküllerinin hidrojen peroksit aniyonlarına dönüşmesi.	15
Şekil 2.	Munsell'in renk şeması.	36
Şekil 3.	CIELAB renk sisteminin üç boyutlu olarak gösterilmesi	37
Şekil 4.	Spektrofotometrenin esasını oluşturan bölümleri gösteren şema.	39
Şekil 5.	Tablo 3'deki değerlerin grafikte gösterilmesi	56
Şekil 6.	Tablo 6'daki değerlerin grafikte gösterilmesi	59
Şekil 7.	Tablo 9'daki değerlerin grafikte gösterilmesi.	63
Şekil 8.	Tablo 12'deki değerlerin grafikte gösterilmesi.	67
Şekil 9.	Tablo 15'deki değerlerin grafikte gösterilmesi.	71
Şekil 10.	Tablo 18'deki değerlerin grafikte gösterilmesi.	75
Şekil 11.	Tablo 21'deki değerlerin grafikte gösterilmesi	79
Şekil 12.	Tablo 24'deki ΔL^* değerlerinin grafikte gösterilmesi	84

Şekil 13.	Tablo 24'deki Δa^* değerlerinin grafikte gösterilmesi.	85
Şekil 14.	Tablo 24'deki Δb^* değerlerinin grafikte gösterilmesi.	85
Şekil 15.	Tablo 24'deki ΔE^* değerlerinin grafikte gösterilmesi.	85

TABLO LİSTESİ

	SAYFA NO
Tablo 1. Vital beyazlatma işlemlerinde kullanılan ışık cihazları ve özellikleri.	21
Tablo 2. %30-%35'lik hidrojen peroksit kullanılarak yapılmış non-vital beyazlatma etkisiyle oluşan kole rezorpsiyonlarına ilişkin araştırmalar.	24
Tablo 3. Grup 1 , Grup 2 ve Grup 3'deki dişlerin boyanmadan önceki (başlangıç), boyanmadan sonraki (boyanma) ve beyazlatma sonrasındaki (3.hafta) L*değerlerinin aritmetik ortalamaları görülmektedir.	56
Tablo 4. Tablo 3'de gösterilen L* değerlerine ait "Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi" sonuçlarını göstermektedir. Aynı gruptaki dişlerin değişik zamanlarda kaydedilen L* değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olup olmadığı görülmektedir.	57
Tablo 5. "Newman Keuls Çoklu Karşılaştırma Testi" nin sonuçlarına göre Tablo 3'de gösterilen L* değerleri bakımından ölçüm yapılan zamanda gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olup olmadığı görülmektedir.	58

Tablo 6.	Grup 1 , Grup 2 ve Grup 3'deki dişlerin boyanma, başlangıç ve beyazlatma sonrasındaki a* değerlerinin aritmetik ortalamaları görülmektedir.	59
Tablo 7.	Tablo 5'de gösterilen a* değerlerine ait "Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi" sonuçlarını göstermektedir. Ölçüm yapılan zamanda gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olup olmadığı görülmektedir.	60
Tablo 8.	" Newman Keuls Çoklu Karşılaştırma Testi"nin sonuçlarına göre Tablo 5'de gösterilen a* değerleri incelendiğinde aynı gruptaki dişlerin değişik zamanlarda kaydedilen a* değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olup olmadığı görülmektedir.	61
Tablo 9.	Grup 1 , Grup 2 ve Grup 3'deki dişlerin başlangıç, boyanma ve 3.hafta zamanlarındaki b* değerlerinin aritmetik ortalamaları görülmektedir.	63
Tablo 10.	Tablo 9'da gösterilen b* değerleri bakımından ölçüm yapılan zamanda gruplar arasında istatistiksel olarak fark olup olmadığı görülmektedir.	64

- Tablo 11.** Newman Keuls Çoklu Karşılaştırma Testi'nin sonuçlarına göre aynı gruptaki dişlerin değişik zamanlarda kaydedilen b^* değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olup olmadığı görülmektedir. 65
- Tablo 12.** Grup 1 , grup 2 ve grup 3'deki dişlerin başlangıç, boyanma ve 3.hafta zamanlarındaki ΔL^* değerlerinin aritmetik ortalamaları görülmektedir. 67
- Tablo 13.** Tablo 12'deki veriler "Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi" kullanılarak incelendiğinde ölçüm yapılan zamanda ΔL^* değerleri bakımından gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olup olmadığını göstermektedir. 68
- Tablo 14.** Aynı gruptaki dişlerin değişik zamanlardaki ΔL^* değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olup olmadığı görülmektedir. 70
- Tablo 15.** Grup 1 , Grup 2 ve Grup 3'deki dişlerin başlangıç, boyanma ve 3.hafta zamanlarındaki Δa^* değerlerinin aritmetik ortalamaları görülmektedir. 71

- Tablo 16.** Tablo 15’de görülen veriler açısından aynı ölçüm zamanında gruplar arasında istatistiksel olarak fark olup olmadığı incelenmektedir 72
- Tablo 17.** Tablo 15’de görülen aynı grubun değişik zamanlarda kaydedilen Δa^* değerlerinin arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunup bulunmadığı görülmektedir. 74
- Tablo 18.** Grup 1 , Grup 2 ve Grup 3’deki dişlerin başlangıç, boyanma ve 3.hafta zamanlarındaki Δb^* değerlerinin aritmetik ortalamaları görülmektedir. 75
- Tablo 19.** Tablo 18’de görülen aynı ölçüm zamanında kaydedilen Δb^* değerleri bakımından gruplararası istatistiksel olarak anlamlı fark olup olmadığı incelenmektedir. 76
- Tablo 20.** Tablo 18’de görülen Δb^* değerleri bakımından aynı gruptaki dişlerin değişik zamanlarda yapılan ölçümleri arasında istatistiksel olarak fark olup olmadığı incelenmektedir. 78

Tablo 21.	Grup 1 , grup 2 ve grup 3'deki örneklerin başlangıç, boyanma ve 3.hafta zamanlarındaki ΔE^* değerlerinin aritmetik ortalamaları görülmektedir.	79
Tablo 22.	Tablo 21'de gösterilen aynı zamanda yapılan ölçümler incelendiğinde ΔE^* değerleri bakımından gruplar arasında istatistiksel olarak fark olup olmadığı görülmektedir.	80
Tablo 23.	Tablo 21'de gösterilen aynı gruptaki dişlerin değişik zamanlarda yapılan ölçümleri arasında ΔE^* değerleri bakımından istatistiksel olarak fark olup olmadığı incelenmektedir	82
Tablo 24.	Başlangıç ve 3. haftada kaydedilen L^* , a^* , b^* değerlerinin aritmetik ortalamaları görülmektedir.	83
Tablo 25.	Tablo 24'deki değerler karşılaştırıldığında gruplar arasında istatistiksel olarak fark olup olmadığı incelenmektedir.	86
Tablo 26.	Çalışmamızda elde edilen tüm veriler tablo 26'da gösterilmektedir.	89

1. GİRİŞ VE AMAÇ

Dışlerin normal renklerinin bozularak farklı bir renk almasına “dış renklemeleri” denir (1). Dış renklemeleri kaynaklarına göre dış kaynaklı ve iç kaynaklı olmak üzere iki grupta incelenir: Dış kaynaklı renklemeler, boyar maddeler dış yüzeyinde veya pelikülün içinde biriktiğinde ortaya çıkar. İç kaynaklı renklemeler ise, boyar maddeler dişin mine ve dentin dokusunun içinde biriktiğinde oluşur ve genellikle sistemik veya pulpa kaynaklıdır (2).

Dışlerin renklemesi etkili bir tedavi gerektiren estetik bir problemdir. Dışlerin beyazlatılması bu soruna konservatif ve kolay bir tedavi yaklaşımı getirmektedir (3). Dişin organik matriksinin veya uzun zincirli boyar maddelerin serbest radikaller tarafından parçalanarak daha açık renkli ara ürünlere dönüştürülmesine “beyazlatma” adı verilir (4, 5).

Dış kaynaklı renklemeler pulpası canlı dişlere uygun beyazlatma yöntemleri (vital beyazlatma) uygulanarak, iç kaynaklı renklemeler ise endodontik tedavi yapılan dişlere uygun beyazlatma teknikleriyle (non-vital beyazlatma) beyazlatılır. Beyazlatma işlemlerinde genel olarak hidrojen peroksit veya hidrojen peroksit açığa çıkaran bileşikler kullanılmaktadır (4).

Hidrojen peroksitin, ısı kullanılarak aktive edilmesi yöntemi, ilk defa 1918’de uygulanmıştır (6). Bu uygulama günümüzdeki ofiste beyazlatma tekniklerinin temelini oluşturur (7). Hidrojen peroksitin jel halinde olması sıvı formlarına göre daha kolay uygulanmasını ve kontrol edilmesini sağlar (3). Günümüzde katalizör olarak çeşitli ışık tiplerinin uygulandığı hidrojen peroksit jelleri bulunmaktadır (8). Işıkla aktive olan sistemleri ışıkla aktive olmayan sistemlerle karşılaştıran çalışmalar sınırlıdır ve etkileri konusunda fikirbirliği yoktur (9).

Pulpası olmayan dişlerin beyazlatılması da ofiste ve evde yapılabilir. Bunun için iki yöntem uygulanır: “Termocatalytic” yöntemde hidrojen peroksit kanal tedavisi yapılmış dişlerde, endodontik kaviteye uygulanır ve ofiste ısı kullanılarak aktive edilir. Ancak ısı uygulamasının dış kök rezorpsiyonuna neden olması “walking bleach” tekniğini daha çok

tercih edilir hale getirmiştir (10, 11). Tedavinin uzun sürmesi, hidrojen peroksitin dentin kanallarına penetre olması olasılığı, seans aralarında dişin kırılma tehlikesi ve aşırı beyazlama ihtimalinin bulunması bu yöntemin sakıncalarıdır (12).

Zamanla, hastaların estetik görünümüne kısa sürede kavuşma isteğinin ön plana çıkması ve “walking bleach” tekniğinin diğer sakıncaları, beyazlatma işleminin süresini kısaltan teknikleri yeniden popüler hale getirmektedir. Bunlar beyazlatma işlemini ışıkla aktive eden yeni sistemlerdir. Bu sistemler kullanılarak ofiste non-vital beyazlatma yapılmasına “thermophotobleach” yöntemi denir (11).

“Thermophotobleach” yöntemi ile “walking bleach” yöntemini karşılaştıran bir çalışma bulunmamaktadır.

Bu nedenle bizim çalışmamızda ışıkla aktive olan hidrojen peroksit jeli ofiste diş hekiminin kontrolünde yapılan “Thermophotobleach” yöntemi ile uygulanmış ve beyazlatma etkinliği “walking bleach” tekniğiyle karşılaştırılmıştır.

2.GENEL BİLGİLER

2.1 Tarihçe

2.1.a Vital beyazlatma araştırmaları

Vital beyazlatma, pulpası canlı dişlerin beyazlatılmasıdır (1).

Vital dişlerin beyazlatılması hakkındaki ilk yazılı yayın 1877’de Chapple tarafından yazılmıştır. Chapple, oksalik asit kullanılarak dişlerin beyazlatılmasını önermiştir (13).

2 yıl sonra Taft “Labarraque’s solution” adını verdiği klor içeren bir solusyonu aynı amaçla kullanmıştır (14).

Westlake, 1895’de, elektrik akımı ve pirozone (hidrojen peroksit ve eter) kullanarak beyazlatma yaptığını ve sonuçlarının başarılı olduğunu bildirmiştir (15).

Abbot, 1918, ilk defa %37’lik hidrojen peroksit ile yaptığını beyazlatma sırasında ısı ve ışık kullanmıştır (6). Bu uygulama günümüzdeki tekniklerin temelini oluşturmaktadır (7).

Isı kullanılarak beyazlatma işlemleri bir süre pek fazla kullanılmamıştır; ancak 1960’larda tetrasiklin renkleşmelerinin yoğun olarak görülmeye başlanmasıyla tekrar gündeme gelmiştir (7).

Ames, 1937, renkleşmiş mineyi beyazlatmak için %30’luk hidrojen peroksiti su yerine etil eter ile karıştırarak dişler üzerine yerleştirip 30 dakika süre ile ısı uygulamış ve sonuçlarının başarılı olduğunu bildirmiştir (16).

Younger, 1942, aynı tekniği kullanarak yaşları 8-14 arasında değişen dentin fluorozisli 40 çocuk üzerinde beyazlatma yapmış ve başarılı sonuçlar almıştır (17).

Cohen ve Parkins, 1970, tetrasiklin renklesmesi olan 6 hastanın dişlerine %30 'luk hidrojen peroksit ve ısı ile beyazlatma işlemi uygulamışlardır. Bu çalışmada dişler estetik gelişme göstermiş, 30 dakika boyunca uygulanan 31C°'lık ısıнын güvenli bir şekilde uygulanabileceği bildirilmiştir (18).

Corcoran ve Zillich, 1974, Cohen ve Parkins'in yöntemini kullanarak ısıyı 31 C°'den 50-71 C°'ye yükseltmişler ve tedavi ettikleri 6 hastanın tamamında belirgin beyazlama olduğunu izlemişlerdir. Aynı araştırmacılar sarı ve açık kahverengi lekelerin koyu kahverengi ve gri olanlara göre daha iyi cevap verdiğini bildirmişlerdir (19).

Seale ve ark, 1981, pulpası canlı olan köpek dişleri üzerinde yaptıkları çalışmada % 30'luk hidrojen peroksit ve ısı kullanılarak yapılan beyazlatmanın ardından dişlerin pulpalarını histolojik olarak incelemişler ve pulpada hasara neden olduğunu bildirmişlerdir. Bu tip hasarı en aza indirmek için beyazlatma ajanının uygulandığı sürenin ve ısıнын düşürülmesini önermişlerdir (20).

Haywood, 1989, %10'luk karbomit peroksitin özel taşıyıcılara yerleştirilerek gece yatarken kullanıldığı bir vital beyazlatma yöntemini önermiş ve bu tekniği "gece plakla uygulama" olarak adlandırmıştır (21).

Gece plakla uygulanan beyazlatmanın en çarpıcı sonuçları 2 haftalık kullanımda elde edilmekte ve yaklaşık 3 ay içerisinde az oranda geriye dönüş kaydedilmektedir (22). Renkleşmiş dişlerin beyazlatılmasında %90 oranında başarılı olduğu bildirilmiştir (23). Tedaviden 1.5 yıl sonra hastaların %74'ünün, 3 yıl sonra %62'sinin dişlerinin renginden memnun oldukları açıklanmıştır (24).

Lenhard, 1996 yılında yaptığı çalışmasında karbomit peroksit jeli kullanmış ve elde edilen renk değişikliğinin beyazlatmanın süresine, dişin beyazlatılan bölgesine ve başlangıçtaki rengine bağlı olduğunu bildirmiştir. En belirgin renk değişikliği kuronun kesici kenar üçtebirinde görülmüş, onu orta ve kole üçtebirleri takip etmiştir. Ayrıca araştırmacı kırmızı-yeşil eksenindeki değişikliklerin dişin total diş rengi üzerinde en az etkiye sahip olduğunu belirtmiştir (25).

Maccaslin ve ark., 1999 yılında yayınladıkları çalışmalarında vital dişlerde mine yüzeyine uygulanan karbamit peroksitin dentinde yaptığı renk değişikliğini incelemişlerdir. Renkteki açılma karbamit peroksitin dişte ağartma sağladığını doğrulamış ve bu renk açılması mineden pulpa odasına doğru homojen bir şekilde gerçekleşmiştir. Bu çalışmanın sonucuna göre %10'luk karbamit peroksit dentinde uniform bir renk değişikliğine neden olmaktadır (26).

Jones ve ark., 1999, lazer ışını kullanarak insan üst keser dişlerinde ofis ve evde beyazlatma tekniklerini karşılaştırmışlardır. Sonuçta lazer kullanılarak yapılan ofiste beyazlatma işleminin görülebilir renk değişikliği ortaya çıkarmadığını bildirmişlerdir. Aynı araştırmada ev tipi beyazlatma görülebilir renk değişikliği ortaya çıkarmıştır (27).

Mokhlis ve ark., 2000 yılında yayınladıkları klinik çalışmalarında vital dişlerde evde kullanılan beyazlatma ajanlarının başarılarını karşılaştırmışlardır. Ölçümler, kolorimetre, renk skalası ve fotoğraf alınarak yapılmıştır. Sonuç olarak "taşıyıcıların gün içinde kullanılması istendiğinde karbamit peroksit ve hidrojen peroksit eşit derecede etkilidir" yorumunda bulunmuşlardır (28).

Kwon ve ark., 2002 yılında sığır dişleri üzerinde yaptıkları çalışmalarında %30'luk hidrojen peroksitin etkilerini incelemişlerdir. Toplam 3 gün beyazlatma yaptıkları dişlerin 1.2.ve 3. günlerde rengini ölçmüşler ve en belirgin renk değişikliğinin 1. günde ortaya çıktığını, sonraki günlerde renkteki değişikliğin azalarak devam ettiğini bildirmişlerdir (29). Araştırmacılar, sığır dişi kullanmış olduklarından toplam renk değişikliğinin insan dişlerinde yapılan çalışmaların sonuçlarına göre belirgin şekilde yüksek olduğunu söylemişlerdir (29).

Karpinia ve ark., 2003, 57 hasta üzerindeki klinik çalışmalarında hasta tarafından uygulanan iki vital bleaching yöntemini karşılaştırmışlardır. Bu çalışmada %6 hidrojen peroksit içeren beyazlatma bantları ile %10 karbamit peroksitin taşıyıcılarla uygulandığı ve beyazlatıcı diş macunu ve ağız gargarasıyla desteklendiği iki sistem karşılaştırılmıştır. Gruplar arası karşılaştırmada bant gurubu 2. guruba kıyasla sarılıkta 3 kat azalma,

aydınlıkta iki kat artma, kırmızılıkta 2.6 kat azalma göstermiştir ve tüm renk değişikliği neredeyse iki kat daha fazla olmuştur (30).

Al Shetri ve ark., 2003 yılında hasta üzerindeki çalışmalarında iki vital beyazlatma materyalini karşılaştırmışlardır. Her ikisi de %35 hidrojen peroksit olan jellerin yarattıkları renk değişiklikleri kolorimetre, renk skalası ve fotoğraf kullanılarak değerlendirilmiştir. Sonuç olarak her üç ölçüm yönteminde de iki sistem arasında anlamlı farklılık bulunamamıştır. Ayrıca ürünler arasında dişeti irritasyonu ve diş hassasiyeti açısından anlamlı bir farklılık görülmemiştir (31).

Luk ve ark., 2004 yılında vital dişlere ofiste uygulanan beyazlatma yöntemlerini karşılaştırmışlardır. Değişik jelleri farklı ışıklarla kombine etmişler, beyazlatma etkinliklerini ve sıcaklık artışlarını ölçmüşlerdir. Araştırmacılar renkteki değişikliklerin ışık tipi ile ilişkili olduğu sonucuna varmışlardır (32).

Ishikawa-Nagai ve ark., 2004, hasta üzerinde karbomit peroksit içeren iki vital beyazlatma sistemini karşılaştırmışlardır. İki sistem arasında renk değişikliği açısından anlamlı farklılık olmadığını bulmuşlardır. Renk değişikliği üzerindeki en etkili faktör sarı-mavi (b^*) eksenindeki değişiklikler olarak bulunmuş, bunu sırasıyla açıklık-koyuluk (L^*) ve kırmızı-yeşil (a^*) eksenlerindeki değişiklikler izlemiştir. Beyazlatmadan sonra L^* değerleri artmış, a^* ve b^* değerleri düşmüştür (33).

2.1.b Non-vital beyazlatma araştırmaları

Non-vital beyazlatma kanal tedavisi yapılan dişlerin beyazlatılmasıdır (1). Buna “intrakoronal beyazlatma”da denir.

Non-vital beyazlatma ile ilgili ilk girişim 1850 yılında Dwinelle tarafından gerçekleştirilmiştir ve klorlu kireç (chlorinated lime) kullanılması önerilmiştir (34).

Atkinson,1862, oksalik asiti non-vital dişlerin beyazlatılmasında kullanmıştır (35).

Bu çalışmayı takiben çok çeşitli maddeler intrakoronel beyazlatma yapmak amacıyla kullanılmıştır. Kullanılan kimyasal maddeler açısından özetleyecek olursak kalsiyum hipoklorit, klor bileşikleri, hidrojen peroksit, pirozon, sodyum peroksit, sodyum perborat, sodyum hipoklorit, karbamiit peroksit ve sodyum perkarbonatı non-vital dişlerin beyazlatılmasında kullanılan maddeler arasında saymak mümkündür (14, 36-43).

Beyazlatma maddelerinin uygulandığı yöntemler de zaman içinde değişiklik göstermiş ve gerek maddeleri gerekse yöntemleri etkinlikleri açısından inceleyen birçok araştırma yapılmıştır:

Prinz ve ark., 1924, sodyum perborat ve hidrojen peroksit karışımını ısıtarak pulpa odasına yerleştirmişler ve sonuç olarak ısının beyazlatma işlemi üzerinde etkili olduğunu belirtmişlerdir. Bu çalışmada sodyum perborat “walking bleach” tekniğiyle değil, ofiste beyazlatma yönteminde kullanılmıştır (44).

Pearson, 1958, non-vital dişlere pirozon ile dışardan beyazlatma yapılmasının ardından endodontik kaviteye %35’lik hidrojen peroksit yerleştirilmesini önermiştir (45).

Spasser, 1961, tarafından “walking bleach” yöntemini gündeme getirmiştir. Araştırmacı sodyum perborat ve distile su karışımının kanal tedavisi yapılmış dişlerde, pulpa odasında birkaç gün bırakılmasını ve belirli aralıklarla beyazlatma ajanının değiştirilmesini önermiştir (46).

Brown, 1965, 68 hasta üzerinde yaptığı araştırmasında non-vital beyazlatmanın başarısını etkileyen faktörleri incelemiştir. Bir yıldan daha kısa zamanda renkleşmiş dişlerde %87,5, 1-5 yıl arası %71, renkleşme süresi beş yıldan daha fazla ise %66,6 oranında başarı elde edildiğini bildirmiştir (37).

Nutting ve Poe, “walking bleach” yöntemini 1967’de modifiye etmişlerdir. Nutting ve Poe, hidrojen peroksitin % 30’luk çözeltisi ile sodyum perboratı karıştırmış, iki maddenin de oksijen salınımı yaptığı ve sinerjistik etki göstereceğini belirtmiştir (47).

Harrington ve Natkin, 1979, “termokatalitik beyazlatma” ve “walking bleach” ile ilişkili olarak bazı dişlerde kole bölgesinde rezorpsiyon olduğunu bildirmişlerdir. Kolede rezorpsiyonun nedenlerinin ısı uygulanması ve hidrojen peroksitin periodontal membrana sızarak iltihabi reaksiyon başlatması olabileceği düşünülmüştür (48).

Freccia ve Peters, 1982, intrakoronal beyazlatma çalışmalarında kullanılmak üzere bir boyama tekniği önermişlerdir: Bu teknikte dişlere endodontik giriş kaviteleri hazırlayarak dentin kanallarının açılması amacıyla sodyum hipokloritte bekletilir. Her bir diş içleri tam kan örnekleriyle doldurulan test tüplerine yerleştirilerek hemoliz olan kan ürünlerinin dentin kanallarına penetre olması amacıyla 10 000 rpm devirle santirfüjde çevrilir (49). Bu teknik, sonraki yıllarda dişlerin içerden boyanmasını incelemek amacıyla birçok araştırmacı tarafından kullanılmıştır (50-56).

Freccia ve Peters, 1982, “walking bleach” ile termokatalitik beyazlatma ve ikisinin kombinasyonun sonuçlarını karşılaştırmışlar ve aralarında fark bulunmadığını bildirmişlerdir (57).

Lado ve ark., 1983, ısı uygulanmadan intrakoronal beyazlatma yapılan dişlerde de servikal rezorpsiyon görüldüğünü rapor etmişlerdir. Araştırmacılar, bu komplikasyonun önlenmesi için gingival ataşman seviyesinde bir bariyer yerleştirilmesini önermişlerdir (58).

Latcham, 1986, ısı kullanılmaksızın sadece superoksol kullanılarak “walking bleach” tekniğiyle intrakoronal beyazlatma yapılmış bir hastada kolede rezorpsiyon görüldüğünü bildirmiştir (59).

Ho ve Goering, 1989, kanla boyadıkları insan dişlerinde çeşitli beyazlatma maddelerinin etkinliğini incelemişlerdir. Araştırmacılar, sodyum perboratın hidrojen peroksitle karıştırıldığında tek başına olduğundan daha etkili sonuçlar verdiğini bildirmişlerdir. Beyazlatma maddelerinin tazeliğinin beyazlatmanın başarısı üzerine olan etkisini incelemişlerdir. Taze sodyum perborat ve taze superoksol karışımının başarısını %93, taze sodyum perborat ve 1 yıllık superoksolün başarısını %73, sodyum perboratın su ile karıştırılmasının ise %53 oranında başarılı olduğunu ifade etmişlerdir (60).

Warren ve ark., 1990, kolede rezorpsiyonun önlenmesi için yerleştirilen bariyerin mine sement sınırının apikaline yerleştirmenin beyazlatmanın sonucu üzerine etkisini incelemişlerdir: Boyanmış insan dişlerinin kullanıldığı çalışmada renk tespiti renk skalası kullanarak yapılmıştır. 12 günün sonunda superoksol ve sodyum perborat+su gruplarının beyazlatma etkinliği açısından sonuçlarının aynı, sodyum perborat+superoksol grubunun sonuçları ise beyazlatma etkinliği bakımından daha iyi bulunmuştur. Bariyeri tam mine sement sınırına koymakla bu sınırın 2 mm apikaline yerleştirmek arasında beyazlatmanın sonucu bakımından bir farklılık bulunmadığını bildirmişlerdir (61).

Costas ve Wong, 1991, bariyeri mine-sement sınırının 2 mm apikalinde yerleştirmenin beyazlatma etkinliğini arttırdığını belirtmişlerdir (56).

Rotstein ve Friedman, 1991, intrakoronel beyazlatma işleminde kullanılan materyallerin pH seviyelerini ölçtükleri in-vitro çalışmalarının sonucunda hidrojen peroksitin asidik, sodyum perboratın alkali, iki maddenin kombinasyonunun ise önce asidik daha sonra çözünen sodyum perborat miktarı arttıkça alkali olduğu sonucuna varmışlardır (62).

Rotstein ve ark., 1991, hidrojen peroksitin ısı kullanılarak uygulandığında mine-sement hududunda defekt bulunan dişlerde, kökün orta üçtebirinde defekt bulunan ve hiç defekt olmayan dişlere göre daha fazla miktarda kök dışına sızdığını bildirmişlerdir. Araştırmacılar, mine-sement sınırında defekt bulunmasının kolede rezorpsiyon riskini arttırabileceği yorumunda bulunmuşlardır (63).

Rotstein ve ark., 1991, kole rezorpsiyonu olgusunu histolojik olarak incelemişlerdir. Termokatalitik beyazlatma yapılan ve 6 ay süreyle takip edilen köpek dişlerinin % 18'inde dış kök rezorpsiyonu gözlenmiştir. Kök yüzeyinde görülen lezyonlar 3 ana gruba ayrılmıştır. Tip 1: inflamatuvar hücre infiltrasyonu gösteren kazınmalar, tip 2: granülasyon dokusu oluşumu, tip 3: lezyonların reperatif sementle doldurulması. Tip 1,2 ve 3'te tarif edilen lezyon tiplerinin aynı sürecin değişik aşamaları olduğu düşünülmektedir.

Ayrıca, kök kanalı içine kalsiyum hidroksit uygulanmasının lezyon tipini etkilemediği bildirilmiştir (64).

Rotstein ve ark., 1991, %3'lük, %30'luk hidrojen peroksit ve sodyumperboratı su ile karıştırıp uygulamışlardır. Beyazlatma ajanlarını 3. ve 7. günlerde değiştirmişler, 14. günün sonunda beyazlatma etkinliği açısından aralarında bir farklılık bulunmadığını bildirmişlerdir. Araştırmacılar kolede rezorpsiyon riskinin azaltılması amacıyla sodyum perboratın su ile karıştırılarak kullanılmasını önermişlerdir (65).

Rotstein ve ark 1992, kök yüzeylerine dışardan etilselüloz veya metakrilik asit kopolimer sürülmesinin hidrojen peroksitin kök yüzeyine penetrasyonunu azalttığını bildirmişlerdir (66).

Aldecoa ve Mayordomo, 1992'de, tetrasiklin renklesmesi olan hastalara intrakoronel beyazlatma yapmışlardır. Sodyum perborat + su ile intrakoronel beyazlatma yaptıktan sonra karbomit peroksitle karıştırılmış sodyum perboratı pulpa odasının içinde bir süre bırakmanın beyazlatma etkisinin ömrünü uzattığı sonucuna varmışlardır (67).

Rotstein ve ark., 1993, kanla boyama yaptıkları insan dişlerinde sodyum perboratı su, %3'lük ve %30'luk hidrojen peroksitle karıştırarak hazırladıkları patları kullanarak intrakoronel beyazlatma yapmışlardır. Beyazlatma işlemleri bittikten sonra 3 ve 6 aylık periyotlarda tüm dişler renklerini korumuş ve 1 yılın sonunda gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır (68).

Lewinstein ve ark., 1994, uygulama süresinin ve ısının intrakoronel beyazlatma materyallerinin mine ve dentinin mikrosertliği üzerine olan etkilerinde değişikliğe neden olup olmadığını incelemişlerdir. Hidrojen peroksitin tek başına kullanıldığında 37 ve 50 °C'de dentinin mikrosertliğini 5. dakikadan sonra, minenin mikrosertliğini ise 15. dakikadan sonra azalattığını bildirmişlerdir. Hidrojen peroksit, sodyum perboratla birlikte kullanıldığında mikrosertlikte azalmaya neden olmamıştır. Araştırmacılar hidrojen peroksitin yüksek konsantrasyonlarının kullanımından kaçınılmasını ve gerekli olduğu takdirde sodyum perborat kullanılarak intrakoronel beyazlatma yapılmasını önermişlerdir (69).

Rotstein ve ark., 1996, hidrojen peroksit (%30), karbamit peroksit (%10) ve sodyum perboratı karşılaştırdıkları çalışmalarının sonucunda %30'luk hidrojen peroksitin minede, dentinde ve sementte Ca seviyesini azalttığını bildirmişlerdir. Sement ve dentindeki kalsiyum-fosfat oranındaki düşüş minedekinden daha belirgin olmuştur. Araştırmacılar, karbamit peroksitin de dentin ve sementteki Ca/P oranını düşürdüğünü ancak mineyi etkilemediği yorumunda bulunmuşlardır (70).

Horn ve ark., 1998'de yayınladıkları in-vitro çalışmada insan dişlerini kanla boyamışlar ve renk tespitini spektrofotometre kullanarak yapmışlardır. Sadece L* değerlerinin bildirildiği çalışmada sonuç olarak smear tabakasını kaldırmanın intrakoronal beyazlatmanın başarısını etkilemediğini ifade etmişlerdir. Araştırmacılar sodyum perboratı su yerine hidrojen peroksitle karıştırarak kullanmanın daha iyi beyazlatma sağladığını bildirmişlerdir (50).

Vachon ve ark., 1998 yılında yaptıkları in-vitro araştırmalarında insan dişlerini kanla boyamışlar ve farklı maddeler kullanarak “walking bleach” tekniğini uygulamışlardır. %30'luk hidrojen peroksit + sodyum perborat kombinasyonu ile %10'luk karbamit peroksiti karşılaştırmışlardır. Bu çalışmada renk değişiklikleri spektrofotometre kullanılarak kaydedilmiştir. Ayrıca dişlere daimi dolgu yaptıktan sonra 3 ay bekletmişler, sonuçta dişlerin boyanmadan önceki renklerine dönmediklerini bulmuşlardır (51).

Lim ve ark, 2004, yılında yaptıkları araştırmalarında, çekilmiş dişler kanla boyandıktan sonra üzerinde “walking bleach” yöntemiyle non-vital beyazlatma yapılmıştır. Sodyum perborat, hidrojen peroksit ve karbamit peroksitle beyazlatılan örnekleri renk skalası kullanılarak karşılaştırılmıştır. Araştırmacılar, sodyum perborat ile beyazlatmanın karbamit peroksit ve hidrojen peroksitle ile aynı sonuçları verebilmesi için en az iki seans gerektiğini belirtmişlerdir. Sonuç olarak hidrojen peroksitin kök rezorpsiyonuna neden olma riski bulunması ve başarısının karbamit peroksitle aynı olması nedeniyle “walking bleach” tekniğinde karbamit peroksit kullanılmasını önermişlerdir (52).

Lai ve ark, 2003, “walking bleach” ve ofiste beyazlatma yöntemlerini karşılaştırdıkları araştırmalarında 24 adet üst keser diş kullanmışlardır. 1 mm kalınlığında dentin kesitleri hazırlayarak her bir grupta 6 örnek olmak üzere intrakoronal beyazlatma uygulamışlardır. Termokatalitik, “walking bleach” ve iki yöntemin kombinasyonunun karşılaştırıldığı araştırmada, renk ölçümleri spektrofotometre kullanılarak yapılmıştır. Termokatalitik beyazlatmanın yapıldığı gruptaki dentin örneklerine pulpa odasından beyazlatma yapılmış, mine yüzeyinden hidrojen peroksit uygulanmamıştır. En az değişiklik kırmızı-yeşil ekseninde görülmüştür. Yöntemler arasında fark bulunamamıştır (71).

Oliviera ve ark., 2006, sodyum perboratı %2’lik klorheksidin jeliyle, %37 karbamiit peroksitle, %30 hidrojen peroksitle karıştırarak intrakoronal beyazlatma yapmışlardır. Sığır dişlerini kanla boyadıktan sonra “walking bleach” tekniğiyle beyazlatmışlardır. Dijital fotoğraflar ve sığır dişleri için yapılmış bir renk skalası kullanılarak 0, 7, 14, 28 ve 28. günlerde renk ölçümü yapılmıştır. Sodyum perborat likitlerle karıştırıldığında daha hızlı beyazlatma yapmış; ancak 28 günün sonunda her üç karışım da benzer sonuçları vermişlerdir. Klorheksidin jeli beyazlatma maddesinin ayrışmasına olanak vermiştir ve sodyum perboratla karıştırıldığında karbamiit peroksitle karıştırılmasındaki kadar etkili olduğu bulunmuştur (53).

Amato ve ark., 2006 yılında yayınladıkları çalışmalarında 16 yıl süreyle yaşları 7-30 arasında değişen ve intrakoronal beyazlatma yapılan 35 hastayı takip etmişlerdir. Hastalara termokatalitik beyazlatma yapılmış ve seans aralarında “walking bleaching” uygulanmıştır. Sonuçların renk skalası ile değerlendirildiği araştırmanın sonucunda, iki yöntemin beraber uygulanmasının etkili olduğu, hızlı estetik sonuca ulaştırdığı ve güvenli olduğu bildirilmiştir (72).

2.2 Beyazlatma işlemleri

Çeşitli nedenlerle krom rengi bozulan dişlerin beyazlatılmasıdır (1).

Renk oluşturan maddeler “kromofor” olarak anılan çeşitli tek ve çift bağlar içeren, yapısında sıklıkla heteroatomlar, karbonil ve fenil halkaları bulunduran uzun zincirli organik bileşiklerdir. Beyazlatma bir kromoforun yapısında bulunan çift bağların açılması veya zincirin kırılması ya da zincirin bazı kısımlarının oksidasyonu yoluyla gerçekleşebilir (9).

2.2.1 Beyazlatma Ajanları

Diş hekimliğinde beyazlatma için daha çok hidrojen peroksit ve türevlerini içeren ürünler kullanılmaktadır (4). Hidrojen peroksit, ya direkt olarak dişler üzerine uygulanmakta ya da sodyum perborat veya karbomit peroksitten kimyasal salınım sonucunda açığa çıkmaktadır (73). Bu maddeler ayrı ayrı veya birlikte kullanılabilirler (74, 47).

2.2.1.a Hidrojen Peroksit

Hidrojen peroksit ve türevleri yalnız diş hekimliğinde değil endüstride de yaygın olarak kullanılmaktadır. Hidrojen peroksit (H_2O_2), acı bir tadı olan ve suda yüksek oranda çözünerek asidik bir solüsyon oluşturan renksiz bir sıvıdır. Endüstride kumaşların, saçın, tüy ve yiyeceklerin ağartılması, koku giderilmesi ve suyun temizlenmesi işlemlerinde kullanıldığı gibi, tohum dezenfektanı ve şarap üretiminde nötralizan olarak da kullanılmaktadır. Hidrojen peroksitin düşük konsantrasyonları havada, yağmurda, su yüzeyinde, insan ve bitki dokularında, yiyecek-ışeceklerde ve bakterilerde bulunmaktadır (75). Hidrojen peroksit, insan vücudunda nötrofiller ve karaciğer tarafından da sentezlenmektedir (76, 77).

2.2.1.b Sodyum perborat

Sodyum perborat, suda çözünerek sodyum metaborat ve hidrojen peroksitle parçalanarak beyaz bir tozdur. Çamaşır deterjanlarında 1907'den beri kullanılan bir beyazlatıcıdır. Dünyadaki sodyum perborat tüketimi 1990 yılında 600 000 ton olarak bildirilmiştir (2). Sodyum perborat taze olduğunda %95 oranında perborat içerir ve %9.9 oranında serbest oksijen açığa çıkartır. Sodyum perborat kuru toz halindeyken stabildir ancak asit, ılık hava veya su varlığında sodyum metaborat, hidrojen peroksit, ve serbest oksijene parçalanır. Monohidrat, trihidrat ve tetrahidrat formları bulunmaktadır ve bulunduğu form maddenin açığa çıkardığı serbest oksijen miktarını etkilemektedir. Oksijenin hidrojen peroksitle sinerjistik etki gösterdiği düşünülmektedir ancak bu etkinin dişler üzerindeki beyazlatma etkinliğini değiştirdiği ispatlanamamıştır (54).

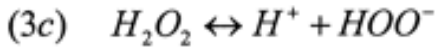
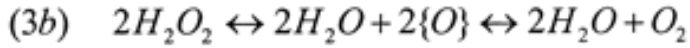
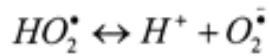
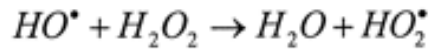
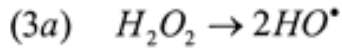
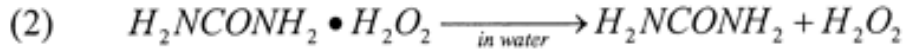
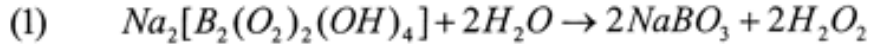
2.2.1.c Karbamiit Peroksit

Karbamiit peroksit, dişlerin beyazlatılması amacıyla üretilmiş sulu bir solusyondur. %10'luk karbamiit peroksit %3.5 hidrojen peroksit ve %6.5 üreye parçalanır. %15'lik karbamiit peroksit, %5.4 hidrojen peroksit ve % 20 karbamiit peroksit ile %7 oranında hidrojen peroksit açığa çıkartmaktadır. %35'lik karbamiit peroksit parçalandığında, %10 oranında hidrojen peroksit meydana gelmektedir (11). Karbamiit peroksit parçalandığında hidrojen peroksitin yanısıra açığa çıkan üre, bir sonraki aşamada amonyak ve karbondioksitle parçalanmaktadır. Amonyakın ortamın pH'ını yükselterek beyazlatma reaksiyonlarını kolaylaştırdığı düşünülmektedir (73).

Hidrojen peroksitin iyonizasyonunu inhibe eden enzimlerin bazıları ağızda bulunur; bunlar, oksijenin toksisitesine karşı vücut savunmasının önemli bir kısmıdır. Bu nedenle beyazlatma işlemi uygulanırken dişlerin kuru ve temiz olması önemlidir (78).

2.2.2 Sodyum perborat, karbamid peroksit ve hidrojen peroksitin kimyası

Hidrojen peroksit, serbest radikaller yoluyla etki eden güçlü okside edici bir maddedir (73, 4).



Şekil 1. (73)

1)Sodyum perborattan hidrojen peroksit açığa çıkması.

2)Karbamid peroksitten hidrojen peroksit açığa çıkması.

3a)Hidrojen peroksitten hidroksil, perhidroksil radikallerinin ve süperoksit anyonlarının oluşması.

3b)Stabil olmayan reaktif oksijen moleküllerinin oksijene dönüşmesi. Hiçbir serbest radikal üretilmez.

Hidrojen peroksitin beyazlatma etkisi ortadan kalkar.

3c)Stabil olmayan reaktif oksijen moleküllerinin hidrojen peroksit anyonlarına dönüşmesi.

Beyazlatma etkinliği en fazla olan serbest radikal, perhidroksil serbest radikaldır (4).

2.2.3 Dişlerin Beyazlatmasının Mekanizması

Dişlerin hidrojen peroksit veya karbomit peroksit gibi okside edici maddelerle nasıl beyazlatıldığı tam olarak anlaşılamamıştır (9).

Beyazlatma işleminde hidrojen peroksit, mine ve dentinin organik matriksinin içine nüfuz eder (79). Serbest radikaller, eşleşmemiş elektronlara sahip olduğu için son derece elektrofilik olup stabil yapıda değillerdir. Yapısal stabiliteyi sağlamak için başka organik moleküllerle birleşerek ve doymamış bağlarla reaksiyona girerek ışığı daha az yansıtan basit moleküller oluştururlar. Bunun sonucunda da başarılı bir beyazlatma etkisi ortaya çıkmaktadır (4).

Hidrojen peroksit uygulandığında ilk olarak mine ve dentinin interprizmatik yapısına girer. Koyu pigmentli karbon halkası içeren bileşikler okside eder ve rengi daha açık olan bileşiklere dönüştürür. Örneğin sarı pigmentli olan çift bağlı karbon bileşikler, alkol gibi renksiz olan hidroksi gruplarına dönüşür. Açığa çıkan reaktif maddeler, stabil bir yapıya ulaşmak için uzun zincirli, koyu renkli “kromofor” olarak bilinen renk pigmentlerinin yapısında bulunan doymamış bağlara saldırırlar. Örneğin, $Fe_2O_3(Fe^{+3})$ gibi renkleşmiş metal oksitleri renksiz $FeO(Fe^{+2})$ 'ye dönüştürürler (5). Oluşan moleküller ya dişten dışarı çıkacak kadar küçük ya da daha açık renkli bileşiklerdir (3).

2.2.4 Beyazlatma İşlemini Etkileyen Faktörler

Beyazlatma işleme etki eden birçok faktör vardır:

2.2.4.a Diş yüzeyinin temizlenmesi

2.2.4.b Hidrojen peroksit konsantrasyonu

2.2.4.c Hidrojen peroksitin ısısı

2.2.4.d Hidrojen peroksitin pH'sı

2.2.4.e Uygulama süresi

2.2.4.f İzole edilmiş ortam

2.2.4.a Diş yüzeyinin temizlenmesi: Dişler iyi temizlenmediğinde katalizörlerin ve enzimlerin etkisiyle hidrojen peroksit iyonizasyonu şekil 1-3b'deki gibi gerçekleşebilir. Reaksiyonun bu yönde bir değişiklik göstermesi hidrojen peroksitin beyazlatma etkisini ortadan kaldırır; çünkü hiçbir serbest radikal üretilmez .

“Scaling” ve “polishing” işlemleri ile diş yüzeyindeki tüm birikintiler uzaklaştırılmalıdır (4).

2.2.4.b Hidrojen peroksit konsantrasyonu: Konsantrasyon arttıkça oksidasyon işleminin etkisi artar. Genellikle kullanılan en yüksek hidrojen peroksit konsantrasyonu %35 hidrojen peroksittir (4, 11).

2.2.4.c Sıcaklık: Sıcaklıktaki 10 C°'lık bir artış beyazlatmanın hızını iki katına çıkarır (4, 80, 81). Genellikle hastanın rahatsızlık duymadığı bir dereceye yükseltildiğinde işlem güvenli bir şekilde gerçekleştirilebilir (4, 20, 22, 82, 83, 84).

2.2.4.d Hidrojen peroksitin pH'sı: Hidrojen peroksitin saklanması ve taşınması sırasında “raf” ömrünün uzatılabilmesi için pH'sının asidik olması gerekir. Hidrojen peroksitin oksidasyon etkisi açısından ortamın sahip olması gereken ideal pH, 9.5-10.8 arasındadır (22).

2.2.4.e Uygulama süresi: Beyazlatmanın etkinliği beyazlatma ajanının diş ile temas ettiği süre ile direkt olarak ilişkilidir. Temas süresi arttıkça dişteki renk değişikliği artar (4).

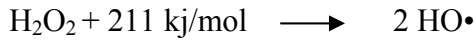
2.2.4.f İzole edilmiş ortam: Hidrojen peroksiti izole edilmiş bir ortamda uygulamanın beyazlatmanın etkisini arttırdığı gösterilmiştir (4).

2.2.5 Hidrojen Peroksitin Aktive Edilmesi

Hidrojen peroksit ısı, ışık ve bazı kimyasal maddeler kullanılarak aktive edilebilir.

2.2.5.a Termokataliz

Hidrojen peroksitten perhidroksil radikallerinin salınması ısı artışıyla hızlandırılabilir. Aşağıdaki denklem bu ilişkiyi açıklamaktadır (85).



Sıcaklıktaki her 10 C'lık bir artış beyazlatmanın hızını iki katna çıkarmaktadır (4). Hidroksil radikallerinin sayısının artması beyazlatmanın etkisini artırır (4). Ancak pulpaya zarar verme olasılığı nedeniyle ısı miktarını artırırken dikkatli olmak gerekir (20, 86, 87).

Eğer beyazlatma materyalinin üzerine ışık tutulursa küçük bir miktarı emilir ve enerjisi ısıya çevrilir. Bütün ışıkla aktive olan beyazlatma sistemlerinin çalışma prensibi bu şekildedir (88). Işık emilimini ve sonucundaki ısı oluşumunu arttırabilmek için bazı beyazlatma jellerine karoten gibi renklendiriciler eklenir. Karotenin kırmızı-turuncu rengi mavi ışığın emilimini artırır. Kırmızı ve infrared ışıkların emilimini arttırmak amacıyla beyazlatma ajanına küçük silika partikülleri eklenebilir. Bu partiküller ajanın mavi renk almasına yol açmaktadır (85).

2.2.5.b Fotoliziz

Hidroksil radikallerinin salınımı ışıkla da aktive edilebilir. Bu aktivasyon aşağıdaki denklem uyarınca olur.



Özel bir frekansta ışık üreten 248 nm ve aşağısında olan ultraviole ışık kaynağı gerekir. Bu ışığı ağız içinde kullanmak çok zor veya imkansızdır (85). Bu yöntem dişlerin

beyazlatılması için uygun değildir çünkü ultraviyole ışık enerjisinin zararlı etkileri olabilir ve DNA değişikliklerine yol açabilir (89).

2.2.5.c Kimyasal kataliz:

Ortama sodyum hidroksit, ferröz sülfat gibi maddelerin eklenmesi yoluyla reaksiyon kimyasal olarak katalize edilebilir (11, 81, 89).

2.2.6 Beyazlatma işleminde kullanılan ışık kaynakları

Akkor lambalar-QTH (quartz tungsten halogen), plazma arklar, LED'ler (light emitting diode) ve çeşitli dalga boylarında lazer kaynakları beyazlatma ajanlarının aktive edilmesi için önerilmiştir. Metal Halojenür (metal halide) lambalar xenon lambalarla aynı prensiple çalışır sadece ışık kaynağı iyonize xenon gazı yerine metal iyonlarıdır. Metal halojen lambalar ve xenon lambaların ışık yayma özellikleri benzerdir. Bu ışık kaynakları arasındaki temel fark, lazerler aynı dalga boyunda tek tip ışık yaymaktadır. Bunun tersine QTH lambalar, ultraviyole (UV, dalgaboyu $\lambda=380$ nm) başlayıp, tüm görünür ışıkları (VIS, $\lambda=380-750$ nm) ve kızılötesi ışığı (IR, $\lambda>750$ nm) içine alan bir yelpazede ışık açığa çıkartırlar. QTH lambalar, genellikle UV ve IR ışıklarını süzen ve yayılan ışığın dalga boyunu 400-580 nm arasında sınırlamaya çalışan filtrelerle sahiptir. Böylelikle bu ışıkların canlı dokular üzerindeki muhtemel yan etkileri azaltılmaya çalışılmaktadır. Optik filtrelerin genel bir zaafı tüm radyasyonu ortadan kaldıramamalarıdır (85). Bu nedenle QTH ve plazma ark lambaları kullanırken bir miktar IR ışık açığa çıktığı ve fazladan pulpa içi ısı artışı olabileceği gözönünde bulundurulmalıdır (90).

Işıkla aktive olan beyazlatma yapmak üzere piyasada satılan ışık kaynakları genellikle ışıkla sertleşen kompozitleri sertleştirmek üzere üretilmişlerdir ancak bazılarında fazladan bir beyazlatma seçeneği bulunmaktadır (85).

Beyazlatma için önerilen lazer sistemlerinin çalışma mekanizması ışığın dalga boyu, radyasyonun gücü ve eğer varsa “pump” seçeneğine dayanmaktadır. Lazer sistemleri, genellikle birçok diş hekimliği işlemlerini yapabilecek şekilde tasarlanmıştır.

Beyazlatmada da kullanılabilmeleri için lazerin nokta şeklinde değil de daha yaygın olarak uygulanabileceği başlıklar mevcuttur. Bu başlıklar sayesinde lazer ışığı birkaç dişin üzerine dağıtılır bu durumda lazerin bazı özellikleri kaybedilir; ancak doku hasarı tehlikesi azaltılmış olur. Diş veya jelin yüzeyindeki birim alana düşen güç miktarı QTH ve plazma ark ışıklarında olduğu kadar hatta daha azdır (85).

Işıkla aktive olan beyazlatma sistemlerini değerlendirirken diş sert dokularının ışık absorpsiyonu hakkında bilgi sahibi olmakda yarar bulunmaktadır. Suda ve dişte yüksek emilme katsayısına sahip dalga boylarındaki ışık, dişin yüzeyinde emilmekte ve yüksek ısı açığa çıkmasına neden olmaktadır. Dalga boyları 3000 nm olan ışıklar diş dokusunun içine zorlukla penetre olurlar; bu nedenle pulpaya zarar verme olasılıkları daha azdır. Kızılötesi ve kızılötesine yakın ışıklar diş dokularına daha kolay penetre olurlar ve pulpaya zarar verme olasılığı daha yüksektir. Görünür ışıkları değerlendirecek olursak mor ışık daha fazla saçıldığı için kırmızı ışıktan daha tehlikelidir. Işığın saçılma katsayısı düştükçe dişe penetrasyon derinliği artmaktadır. Buna göre görünür ışığın dişe penetrasyonu yüksekten aza doğru mor, mavi, yeşil, sarı, turuncu ve kırmızı şeklindedir (85).

Görünür ışığın neden olduğu ısı artışı, beyazlatma jeli, diş dokusu ve pulpa tarafından absorbe edildiği oranda önemlidir (85).

Işıkla aktive olan beyazlatma için önerilen LED (light emitting diode) sistemleri genellikle yanyana yerleştirilmiş çok sayıda LED'lerden oluşmaktadır. LED'ler 20-80 nm genişliğinde bir bant aralığında ışık açığa çıkarmaktadır. Bu nedenle LED'ler tek renkli ışık üreten lazerler ile QTH ve plazma arklar gibi geniş spektrumlu ışık cihazları arasında bir konumda bulunmaktadır. Işıkla aktive olan beyazlatma için önerilen LED sistemleri kızılötesi ışık filtresi içermemektedir. LED'ler bir miktar kızılötesi ışık açığa çıkarır bu nedenle pulpa hasarına neden olma olasılıkları, özellikle kullanım süresi uzadığında göz önünde bulundurulmalıdır (85).

Tablo 1. Vital beyazlatma işlemlerinde kullanılan ışık cihazları ve özellikleri anlatılmaktadır (85).

Işık kaynağı	Işığın asıl kaynağı	Filtrelendikten sonraki dalga boyu (nm)	Cihazın ucundaki ışık yoğunluğu (mW/cm²)	Işıkla aktive olan beyazlatma için kullanıldığındaki özellikleri ve tehlikeleri
QTH lamba Quartz-tungsten-halogen lamba ve türevleri (xenon gaz doldurulması)	Parlak ışık Isıtılmış tungsten filamentli	380-520 (mor-mavi)	400-3000	Filtresi vardır.Geniş bir dalga boyu aralığında ışık verir karoten tarafından (kırmızı renk) absorbe edilir; yüksek güçte veya uzun süreli kullanımda termal hasar gözardı edilmemelidir
Plazma ark lamba Xenon lamba ve türevleri örn: cıva eklenmesi	Parlak ışık: iyonize Xenon atomları	380-580 (mor-mavi-yeşil)	600-2000	Filtresi vardır.Geniş bir dalga boyu aralığında ışık verir karoten tarafından (kırmızı renk) absorbe edilir; yüksek güçte veya uzun süreli kullanımda termal hasar gözardı edilmemelidir
LED		430-490(mavi)	200-2000	Dar aralıkta ışık verir; karoten tarafından (kırmızı renk) absorbe edilir; yüksek güçte veya uzun süreli kullanımda termal hasar gözardı edilmemelidir
Argon-ion lazer		480 (mavi)		Lazerin nokta şeklinde değil de daha yaygın olarak uygulanabileceği başlıklar kullanıldığından diş veya jelin yüzeyindeki birim alana düşen güç miktarı QTH ve plazma ark ışıklarında olduğu kadar hatta daha azdır
Argon-ion lazer		514(mavi-yeşil)		
KTP lazer		532 (yeşil)		
Nd:Yag Lazer		1064		
He-Ne Lazer		632 (kırmızı)		
Nd: YAG lazer		1064		
Diode lazer		810, 830, 980,		
Er, Cr:YSGG lazer		2790		
Er:YAG lazer		2940		
CO ₂ lazer		9400-10600		

2.2.7 Beyazlatma Yöntemleri

2.2.7. A Vital dişlerde beyazlatma

2.2.7.A. a Ofiste beyazlatma

2.2.7.A.a₁ - Isı ve ışık kullanılarak beyazlatma (Power bleach)

Bu teknikte yumuşak dokular koruma altına alındıktan sonra yüksek konsantrasyonda hidrojen peroksit (%25-35 hidrojen peroksit) beyazlatma etkisinin ortaya çıkışını hızlandırmak için ısı veya ışık kullanılarak aktive edilmektedir. Bu yöntem ilk seansta belirgin beyazlatma sağlamaktadır (4, 11). Bununla birlikte en iyi sonucun elde edilebilmesi için seans sayısının artırılması gerekmektedir (31, 91).

2.2.7.A.a₂ - Isı ve ışık kullanılmadan ofiste beyazlatma

Yüksek konsantrasyonlarda hidrojen peroksit veya karbamit peroksit muayenehanede dişler üzerine uygulanır, hasta koltukta bekletilir ve dişleri beyazladıktan sonra gönderilir (11).

2.2.7.A.b Diş hekiminin kontrolünde evde hasta tarafından kullanılan sistemler

Genel olarak, dişhekimisi tarafından hastaya özel olarak hazırlanmış taşıyıcılar içerisinde daha düşük konsantrasyonlarda beyazlatıcı içeren jellerin hasta tarafından evde uygulanmasıdır (11).

2.2.7.A.c. Hasta tarafından satın alınarak kullanılan sistemler (over the counter products)

Diş hekiminin danışmanlığı ve kontrolü olmaksızın hastanın market ve eczanelerden satın alarak kullandığı ürünler mevcuttur. Bunlar arasında diş yapışan bantlar, ağız gargaraları, diş macunları ve diş belirli aralıklarla cila şeklinde sürülen sistemler sayılabilir. Bu ürünler tipik olarak düşük oranlarda beyazlatıcı (örn: %3-6 hidrojen peroksit) içerirler ve genellikle günde 2 defa 2 hafta süreyle kullanılmaları önerilmektedir (9, 11).

2.2.7.B Non-vital dişlerde beyazlatma

2.2.7.B. a₁ “Walking bleach”

2.2.7.B.a₂ “Non-vital power bleaching”, “Termokatalitik beyazlatma”, “Termofotobleach”

2.2.7.B. a₃ “Inside/outside technique”(8)

2.2.7.B. a₁ “Walking bleach”

Bu yöntemde beyazlatma ajanı pulpa odasında yerleştirilir ve kavite geçici olarak simanla kapatılır. Hasta evine gönderilir ve belirli aralıklarla çağrılarak beyazlatma maddesi değiştirilir. Beyazlatma miktarı yeterli görülmediğinde işlem tekrarlanabilir (4).

2.2.7.B a₂. “Non-vital power bleaching”

Ofiste uygulanan bu yöntemde %30-35’lik hidrojen peroksit pulpa odasına yerleştirilir ve sabit ısıya ayarlanmış, elektrikle ısınan özel bir cihazla veya ışıkla aktive edilir. Termostatlı özel uç, 50-60 °C arasında sabit sıcaklığa ayarlanır. Isı ya da ışık uzun sürelerle kullanılmamalıdır 5 dakikalık periyodu takiben diş en az 5 dakika soğumaya bırakılmalıdır (11, 92).

2.2.B a 3. “Inside/outside technique”

Bu yöntemde kanal dolgusunun üzerine bariyer yerleştirildikten sonra pulpa odası açık bırakılır. Beyazlatma jeli, evde hasta tarafından hem pulpa odasının içine hem de taşıyıcıların içine yerleştirilerek dişe uygulanır. Böylece dişe hem pulpa odasından hem de mine yüzeyinden temas etmiş olur. Uygulamalar arasında pulpa odasının içine hasta tarafından pamuk yerleştirilmesi önerilmektedir (93).

2.2.8 Non-vital beyazlatma ve kole rezorpsiyonu ilişkisi

Non-vital dişlerin beyazlatılması işlemlerini takiben ortaya çıkan birçok servikal rezorpsiyon vakası bildirilmiştir (10, 48, 58, 59, 94-96).

Tablo 2. %30-%35’lik hidrojen peroksit kullanılarak yapılmış non-vital beyazlatma etkisiyle oluşan kole rezorpsiyonlarına ilişkin araştırmalar.

Yazar	Rezorpsiyon görülen diş Sayısı	Hasta yaşı	Travma		Isı uygulaması		Bariyer	
			Var	Yok	Var	Yok	Var	Yok
Harrington ve Natkin (48)	7	10--29	7	0	7	0	0	7
Lado ve ark (58)	1	50	0	1	1	0	0	1
Montgomery (96)	1	21	1	0	?		?	
Cvek ve Lindwall (94)	11	11--26	10	1	11	0	0	11
Latcham (59)	1	8	1	0	0	1	0	1
Goon ve ark.(95)	1	15		?	0	1	0	1
Friedman ve ark (10)	4	18--24	0	4	3	1	0	4

Harrington ve Natkin, 1979, kolede rezorpsiyon vakalarının ortak özelliklerini tanımlamışlardır (48):

1. Tüm dişler travma görmüştür.
2. Hastaların tamamı 11-15 yaşları arasında travmaya uğramıştır.

3. Bir diş hariç çalışmaya katılan tüm dişler kanal tedavisi gördükten 6-15 sene sonra beyazlatma işlemine tabi tutulmuştur.
4. Bütün dişlerde beyazlatma işlemleri sırasında %35'lik hidrojen peroksit ve ısı kullanılmıştır.
5. Rezorpsiyon dişin sadece kole üçte birinde gözlenmiştir.
6. Dişler ilk travmadan sonra bir daha travma görmemiştir.

Yukarıda açıkladığı gibi dış kök rezorpsiyonu ve non-vital beyazlatma ilişkisini doğrulayan histolojik çalışmalar bulunmaktadır. Kök kanalı içine kalsiyum hidroksit uygulanmasının lezyon tipini etkilemediği bildirilmiştir (64).

Dış kök rezorpsiyonun mekanizması tam olarak aydınlatılamamış olmakla beraber yüksek konsantrasyondaki hidrojen peroksitin dentin kanallarından geçerek bu bölgedeki periodontal membranda iltihabi cevaba neden olduğu düşünülmektedir (10, 48, 63).

Dişlerin yaklaşık olarak %10'nunda mine ve sement kolede birleşmez ve dentin açıkta kalır (97). Lado ve ark. mine sement sınırında defekt bulunan dişlerde beyazlatma ajanlarının dentin kanallarından geçerek dentini denature ettiğini ve bu bölgede dentinin açıkta olduğu dişlerde rezorpsiyon olabileceğini bildirmişlerdir (58). Rotstein ve ark ise kole defekti bulunan dişlerde hidrojen peroksitin kök yüzeyine yüksek oranda penetre olduğunu ve bu bölgede yarattığı asidik pH'ın rezorpsiyonu başlatma olasılığı bulunduğunu ifade etmişlerdir (63). Diğer olasılığın ise, kole bölgesinde boş kalan dentin kanallarına yerleşen mikroorganizmaların evre dokularda iltihabi reaksiyonu uyarmaları olabileceği belirtilmiştir (94, 98).

Tedavinin uzun sürmesi, hidrojen peroksitin dentin kanallarına penetre olması olasılığı, seans aralarında dişin kırılma tehlikesi ve aşırı beyazlama ihtimalinin bulunması "walking bleach" yönteminin sakıncalıdır (12).

Hidrojen peroksitin dentin kanallarından geçerek kök yüzeyine penetre olmasını önlemek amacıyla kanal dolgusuyla pulpa odası arasına bir bariyer yerleştirilmelidir. Bariyerin alt sınırı mine-sement sınırınının 2 mm apikalinde olmalı, kuralde ise mine-

sement sınırını takip etmelidir. Bariyerin hazırlanmasında çinkofosfat siman, IRM (Intermediate Restorative Material), kavite, ışıkla sertleşen camiyonomer siman önerilen materyaller arasında yer almaktadır (56, 99). Bariyerin mine sement sınırına veya 1 mm apikaline yerleştirilmesinin beyazlatmanın sonucunu etkilemediğini bildiren çalışmalar olduğu gibi 2mm apikaline yerleştirmenin daha iyi sonuçlar verdiğini bildiren araştırmacılar da bulunmaktadır (56, 61).

2.2.9 Beyazlatma işleminin kontraendikasyonları (4)

1. Geniş pulpalı dişlerde
2. Açık kök yüzeylerinde
3. Aşırı mine kayıplarında
4. Geniş restorasyonlu dişlerde
5. Hamilelik dönemindeki hastalarda ve süt veren annelerde
6. Peroksit allerjisi olanlarda
7. Hipersensitivite reaksiyonlarına sahip hastalarda
8. Kooperasyon eksikliği olan hastalarda bu işlem yapılmamalıdır.

2.2.10 Beyazlatma işleminin etkileri

Beyazlatma işleminin ağızdaki yumuşak dokulara ve dişlerin sert dokularına çeşitli etkileri de incelenmiştir.

2.2.10.A Dokular üzerine olan etkileri

Hidrojen peroksitin hücre seviyesindeki etkilerini incelemek için epitel hücrelerinin kullanıldığı bir çalışmada membranda birtakım değişiklikler olduğu gösterilmiştir (100). Karbomit peroksit içeren beyazlatma ajanlarının in vitro şartlarda endotel hücrelerinde sitotoksik olduğu ve dişeti fibroblastlarında toksik etkileri tespit edilmiştir (101).

Ramp ve ark kemik dokusunda yaptıkları çalışmada peroksitlerin kemik sentezinde azalmaya neden olduğunu belirtmişlerdir (102).

Sıçanların yanak mukozasına % 30'luk hidrojen peroksit uygulandığında patolojik değişikliklere rastlanmıştır (103, 104). Hidrojen peroksitin 15 dakika aralıklarla sıçanların yanak mukozasına uygulanmasının ardından submukozal dokuda önce ödem bir gün sonra ise piyojenik membranla çevrili ülserasyon görülmüştür. Histolojik değişikliklerin tümünün bir hafta içinde iyileştiği gözlenmiştir. Katalaz, vücudun savunma mekanizmasında bulunan önemli bir enzimdir. Hidrojen peroksit ile karşılaştığında su ve oksijene parçalanmasını teşvik etmektedir. Hidrojen peroksit tatbikinden önce yumuşak dokular üzerine katalaz uygulanmasının patolojik değişiklik oluşmasını tümüyle engellediği gösterilmiştir (105).

Serbest radikaller lipitleri, proteinleri, ve nükleik asitleri oksidasyona uğratabilirler (106). Bunun anlamı, önemli enzimatik faaliyetlerin etkilenebileceği ve radikallerin mutajenik ve karsinojenik olabileceğidir (107, 108). Dokunun duyarlılığı, yaş, inflamasyon varlığı, H₂O₂ konsantrasyonunun yüksek olması , H₂O₂'nin dokuya temas süresinin uzun olması ile artar (106, 109).

Dünya Sağlık Teşkilatı'nın görüşü “yeterli sayıda epidemiyolojik veri bulunmaması nedeniyle hidrojen peroksitin kanserojenik etkisi hakkında yorumda bulunulmasının doğru olmadığı” yönündedir (4). Genotoksisitesi ise sadece enzimatik faaliyetin olmadığı in-vitro deneylerde gösterilmiş, in-vivo olarak ispatlanamamıştır (109).

2.2.10.B Diş dokularına etkileri

2.2.10.B.a Diş sert dokularına etkileri

Beyazlatma ajanlarının dişlerin renkleri üzerine olan etkileri konusunda pek çok araştırma yapılmıştır (25-27, 71, 110). Dişlerde meydana gelen renk değişikliği incelendiğinde zamanla beyazlatmanın etkinliği azalmış olmasına rağmen yine de başlangıç rengine göre belirgin bir farklılık olduğu gözlenmiştir (111). Bununla birlikte diş sert dokuları üzerine olası yan etkileri araştırılmıştır.

Beyazlatma ajanlarının minenin mikrosertliği üzerine etkilerini inceleyen çalışmalarda %10'luk karbomit peroksit kullanımının minenin yüzey sertliğini değiştirmediğini ancak %30'luk hidrojen peroksit kullanılmasının mine ve dentininin yüzey sertliğini azalttığı bildirilmiştir (112-115).

Lewinstein ve ark., 2004, %35 hidrojen peroksit ("Opalescence Xtra") %35 karbomit peroksit ("Opalescence Quick"), %15 karbomit peroksit ("Opalescence F"), %10 karbomit peroksit ("Opalescence") ile yaptıkları çalışmada beyazlatma ajanlarının mine ve dentinin mikrosertliği üzerine etkilerini incelemişlerdir . Muayenehanede hem ışıklı ve hem de ışısız beyazlatmanın, ayrıca evde uygulanan yöntemlerin mine ve dentinin sertliğini azalttığını bulmuşlardır. Ofiste uygulanan materyaller, yüksek konsantrasyonları nedeniyle temas süreleri daha az olmasına rağmen sertlikte daha fazla azalma yapmışlardır. "Opalescence Xtra" (pH 5) ışıkla uygulanan bir ofis tipi beyazlatma jeli olup "Opalescence Quick"e (pH 6) göre mikrosertlikte daha fazla azalma meydana getirmiştir. Araştırcılar bu farklılığın "Opalescence Xtra"nın düşük pH'na bağlı olabileceği yorumunda bulunmuşlardır (114).

Cimilli ve Kartal, 1997, %10'luk ve %16'lık karbomit peroksit içeren "Opalescence" ve "Nite-White" beyazlatma ajanlarını karşılaştırmışlardır (115). Sonuç olarak; her iki beyazlatma ajanı da minenin hem kimyasal kompozisyonunu ve hem de yüzey topografisini değiştirdiğini bildirmişlerdir. Araştırcılar, konsantrasyon ve süre artışına paralel olarak yıkımın arttığını; %10 karbomit peroksit içeren beyazlatma ajanları kıyaslandığında "Nite-White" beyazlatma ajanının minenin kimyasal kompozisyonuna ve yüzey topografisine etkisinin daha yıkıcı tarzda olduğunu ifade etmişlerdir (115).

Potocnik ve ark, %10' luk karbomit peroksitin mineral kaybının az oranda olması nedeniyle minenin mikrosertliğini değiştirmediği yorumunda bulunmuşlardır (112).

Efeoğlu ve ark, karbomit peroksitin günde 8 saat 15 gün süreyle uygulanmasının minede 50 m derinlikte demineralizasyona sebep olduğunu göstermişlerdir (116).

Shannon, pH değerleri farklı olan %10'luk karbomit peroksitleri karşılaştırmış. PH'ı düşük (4.3-4.8) olan Proxigel, Rembrandt (4,9- 5,2) ve Glyoxide (pH 7,2) arasında mikrosertlik değerleri açısından bir farklılık bulunmadığını ifade etmişlerdir (117).

İntrakoronal beyazlatma teknikleri bakımından incelendiğinde sodyum perboratın su ile karıştırılarak “walking bleach” yöntemiyle uygulandığı dişlerde mikrosertlikte azalma meydana gelmezken, %30'luk hidrojen peroksitin ısı ile uygulanması sonucunda yüzey sertliğini azalttığı gösterilmiştir (71).

Lewinstein ve ark. intrakoronal beyazlatmada 37°C ve 50 °C sıcaklıklarda sodyum perborat ve %30'luk hidrojen peroksit uygulamışlardır. Hidrojen peroksitin ısı uygulanırsa da uygulanmasa da 5. dakikadan sonra dentinde 15. dakikadan sonra minede mikrosertliği azalttığı gösterilmiştir. Sodyum perborat gruplarının her ikisi de mikrosertlikte düşüğe neden olmamıştır (69).

Chng ve ark, 2002, hidrojen peroksit, sodyum perborat+su, sodyumperborat+hidrojen peroksit karışımlarını intrakoronal beyazlatmada karşılaştırmışlar ve insan dentin dokusu üzerinde gerilme kuvvetlerine dayanıklılık, makaslama kuvvetlerine dayanıklılık ve mikrosertlik değerlerinde neden oldukları değişiklikleri incelemişlerdir. En düşük gerilme kuvvetlerine dayanıklılık hidrojen peroksit grubunda bulunmuş, tüm grupların kontrol grubuna göre daha düşük gerilme kuvvetine dayanıklılık değerlerine sahip oldukları belirlenmiştir. Hidrojen peroksit ve sodyum perborat+hidrojen peroksit gruplarının makaslama kuvvetlerine dayanıklılık değerleri kontrol grubundan daha düşük bulunmuştur. Tüm gruplarda iç dentinin makaslama kuvvetlerine dayanıklılık değeri dış dentine göre daha düşük olduğu gözlenmiştir. Hidrojen peroksit tek başına kullanıldığında mikrosertlikte en fazla düşüğe neden olmuştur. Karışımların tedavinin başlangıç ve bitişindeki pH değerlerinin de ölçüldüğü araştırmada başlangıçta distile su= 6.0, hidrojen peroksit=1.7, sodyum perborat+su=9.7, sodyum perborat+hidrojen peroksit=6.5 olarak bildirilirken tedavinin bitiminde aynı karışımların sırasıyla 6.0, 1.7, 9.7 ve 7.1 pH değerlerine sahip oldukları gösterilmiştir (118).

Chng ve ark, 2004, % 30'luk hidrojen peroksit solusyonu, %35'lik hidrojen peroksit jeli ve %35'lik karbomit peroksit jeli, sodyum perborat+su, sodyum perborat+hidrojen peroksit karışımlarının intrakoronal beyazlatmada kullanıldığında dentinin mikrosertliğinde yarattığı değişiklikleri incelemişlerdir. Araştırmacılar sodyum perboratın su ve hidrojen peroksitle karıştırılarak hazırlanan patlarının dentinin mikrosertliğini azaltmadığını diğer materyallerin hepsinin az da olsa azalma meydana getirdiğini gözlemlemişlerdir (119).

Beyazlatma işleminden sonra minenin yüzey morfolojisinde meydana gelen değişikliklerin asit uygulanan mine yüzeyleri ile karşılaştırıldığı çalışmalarda yüzey morfolojilerinde belirgin bir değişiklik gözlenmediği ifade edilmiştir (120). Düşük pH'lı ajanların kullanılmasının minede çukurcuk ve erozyonlara neden olduğu gösterilmiştir (117). Potocnik ve ark %10'luk karbomit peroksit uygulamasının minede klinik olarak anlamlılık ifade etmeyen lokal mikrostrüktüel değişikliklere yol açtığını belirtmişlerdir (112).

Oltu ve Gürkan, 2000, 6 hafta süreyle uygulanan %10 ve %16'lık karbomit peroksitin minenin yüzey morfolojisini değiştirmedini, 4 gün süreyle 30 dakikalık seanslar halinde uygulanan %35'lik hidrojen peroksitin ise değiştirdiğini göstermişlerdir (121).

Haywood ve ark, 1990, tarafından %10'luk karbomit peroksitin toplamda 245 saat beyazlatma yapılan ve 34 saat yapay tükrükte bekletilen dişlerin yüzey pürüzlülüğünü arttırmadığı gösterilmiştir (122).

Hegedüs ve ark ,1999, hidrojen peroksit uygulamasının mine yüzeyinde bulunan oluk şeklindeki girintilerde karbomit peroksit göre daha fazla derinlik artışına neden olduğu göstermişlerdir (123).

Potocnick ve ark, 2000, %10 karbomit peroksit ve %1,5 hidrojen peroksit içeren ve hastanın kendisinin satın alabildiği beyazlatma ajanlarıyla yaptığı çalışmada, bu

solusyonlarla kontrol grupları arasında mine yüzeylerinde morfolojik farklılık bulunamamıştır (112).

Zalkind ve ark, 1996, %30'luk hidrojen peroksitin minenin, dentinin ve sementin yüzey morfolojisini değiştirdiğini %10'luk karbomit peroksitin ise sadece dentinin ve sementin yüzey morfolojisini etkilediğini bildirmiştir. En fazla değişiklik sement dokusunda görülmüştür (124).

Hosoya ve ark, 2003, beyazlatma sonrası mine yüzey pürüzlülüğünü ve Streptococcus mutans adezyonunu incelemişlerdir. %35'lik hidrojen peroksit solusyonunu 20'şer dakikadan 1, 3 ve 5 kez dişlere uygulamışlardır. Bütün gruplarda yüzey pürüzlülüğü ve S. Mutans adezyonu artmış, en fazla artış asit uygulanarak 5 kez hidrojen peroksit uygulanan grupta görülmüştür (125).

Beyazlatma ajanlarının dişin, mine, dentin ve sement dokularının mineral içeriğinde değişmeye neden olduğu gösterilmiştir (113, 126). McCracken ve Haywood, 1996, %10'luk karbomit peroksit uygulamasından sonra oluşan kalsiyum kaybının klinik olarak bir anlam taşımadığını bildirmişlerdir (127).

Rotstein ve ark., 1996, hidrojen peroksit (%30), karbomit peroksit (%10) ve sodyum perboratı karşılaştırdıkları çalışmalarının sonucunda %30'luk hidrojen peroksitin minede, dentinde ve sementte kalsiyum seviyesini azalttığını bildirmişlerdir. Sement ve dentindeki kalsiyum-fosfat oranındaki düşüş minedekinden daha belirgin olmuştur. Araştırmacılar, karbomit peroksitin de dentin ve sementteki kalsiyum-fosfat oranını düşürdüğünü ancak mineyi etkilemediğini bildirmişlerdir (70).

Potocnik ve ark, 2000, %10' luk karbomit peroksitin dişlerin Kalsiyum ve P konsantrasyonunda azalmaya neden olduğunu, Kalsiyum kaybının fosfata göre daha fazla olması nedeniyle Ca/P oranının bozulduğunu ifade etmişlerdir (112).

Mccracken ve Haywood, 1996, günde 6 saat %10' luk karbomit peroksitin etkisiyle kalsiyum miktarındaki azalmanın, karbomit peroksit uygulanması ve günde 2.5

dakika asitli içecek uygulanmasının neden olduğu Kalsiyum kaybı arasında anlamlı farklılık olmadığını bildirmişlerdir. Sonuç olarak mineral kaybının az olduğunu ve bunun klinik olarak anlamlı bir azalma yaratmadığını açıklamışlardır (127).

2.2.10.B.b Pulpaya etkileri

Hidrojen peroksit, düşük molekül ağırlığı nedeniyle mine ve dentini geçip pulpaya ulaşmaktadır (80). Pulpa enzimlerine etki ederek hassasiyete neden olmakta ve hücre düzeyinde değişikliklere yol açmaktadır (128-130). Glikoz ve aminoasit metabolizmasında yer alan birçok enzimin %5'lik hidrojen peroksit tarafından inhibe edildiği ve %2.5'luk hidrojen peroksit, ısı ile kullanıldığında enzimlerin aktivitelerinin büyük oranda düştüğü belirtilmiştir. Pulpadaki enzimlere etki eden miktardaki hidrojen peroksit yaklaşık 50 mg civarında iken %30'luk hidrojen peroksitin 50 °C'lık ısı kullanılarak mine yüzeyine uygulanması sonucunda pulpa odasına geçen hidrojen peroksit miktarı mikrogramlarla ifade edilmektedir (80, 131). Bu durumun beyazlatma işlemleri sonucunda daimi pulpa hasarı oluşmamasının açıklaması olabileceği ifade edilmiştir (80, 82). Aşırı ısı kullanımında pulpa nekrozu ile sonuçlanan değişiklikler meydana gelebileceği bilinmektedir (20, 86, 130).

Karbamid peroksit kullanımının pulpa dokusunda herhangi bir değişiklik meydana getirmediği bildirilmiştir (130, 132).

2.2.10.B.c Beyazlatma ajanlarının kök yüzeyine penetrasyonları

Tam olarak ispatlanmamış olmakla beraber non-vital dişlerde beyazlatmayı takiben ortaya çıkan dış kök rezorpsiyonu nedenlerinden birisinin cansız dişlerde açık dentin kanallarından periodontal membrana geçen hidrojen peroksitin iltihabi bir reaksiyon başlatması olabileceği düşünülmektedir (48). Ayrıca güçlü oksidatif olması nedeniyle %35'lik hidrojen peroksitin yumuşak dokularla teması istenmeyen bir durumdur (100, 101, 104, 106-109). Non-vital dişlerde termokatalitik beyazlatma yapılırken % 30'luk hidrojen peroksitin kök yüzeyine penetrasyonu 24, 37 ve 47 °C'lerde ısı uygulandığında 5, 20, 40, 60 dakikalık periyotlarda incelenmiştir. Sıcaklık arttıkça

penetrasyon miktarı artmış 5 dakikalık ısı uygulanmasının kök yüzeyine penetrasyon açısından tüm sıcaklıklarda güvenli olduğu bildirilmiştir. Araştırmacılar, dişin 5 dakika ısı uygulandıktan sonra 5 dakika soğutulması önermişlerdir (11, 133). Isının uygulanmadığı “walking bleach” tekniğinde kullanıldığında da beyazlatma ajanlarının dentin kanallarından geçerek kök dışına sızdığı ve kök çevresinde, pH’ı düşürdüğü bildirilmiştir (134).

Hidrojen peroksitin %30’luk konsantrasyonu non-vital dişlerde “walking bleach” tekniğinde tek başına ve sodyum perborat ile karıştırılarak kullanılmış ve her ikisi de sodyum perboratın suyla hazırlanmış patına göre kök yüzeyinin *S. Faecalis*’e geçirgenliğini daha fazla arttırmıştır (98).

2.2.10.C Restorasyona etkileri

Beyazlatma ajanları çeşitli dolgu maddelerine de değişik etkiler yapmaktadır.

2.2.10.C.a Bağlanma gücüne etkisi

Yüksek konsantrasyonlardaki hidrojen peroksit kullanımının kompozitlerin mineye olan tutuculuğunu azalttığını bildiren çalışmalar bulunduğu gibi, tutuculuğa hiç etki yapmadığını bildiren araştırmalar da vardır (135, 136). Bu durum mine yüzeyinde kalan artık oksijen varlığına bağlanmıştır (101, 137). %10’luk karbomit peroksiti kısa süreli kullanmanın kompozitlerin bağlanmasını etkilemediği ancak uzun süreli kullanımının restorasyonun yüzeyini aşındırdığı bildirilmiştir (138, 139). Karbomit peroksit (%10) ve hidrojen peroksit (%10) tedavisinin kompozit restorasyonlar üzerine *Streptococcus mutans* ve *Streptococcus sobrinus*’un tutunmasını arttırdığı gösterilmiştir (140).

Hidrojen peroksit uygulamasının ardından 3 dakika süreyle katalaz uygulanmasının pulpa odası ve periodontal dokularda kalan hidrojen peroksiti başarılı bir şekilde elimine ettiği belirtilmiştir (103).

2.2.10.C.b Renk değişimi ve dayanıklılıklarına etkisi

Beyazlatma işlemlerinin, kompozit restorasyonlarda renk değişikliklerine ve dayanıklılıklarında azalmaya neden olduğu; porselen ve altın restorasyonları etkilemediği ifade edilmiştir (141, 142).

2.2.10.C.c Amalgam restorasyonlar üzerine olan etkileri

Karbamit peroksit (%10) ve hidrojen peroksit (%10) içeren beyazlatma maddelerinin amalgam dolguların yüzeyindeki cıva, gümüş, kalay ve bakır seviyeleri üzerine olan etkileri incelenmiştir. Amalgam örnekleri 14 ve 28 gün süreyle beyazlatma ajanlarına tabi tutulmuştur. Sonuçta kalay seviyelerinde azalma olurken diğerlerinde artış görülmüştür. Araştırıcılar, beyazlatma işlemleri sonucunda amalgamda meydana gelen değişikliklerin hastaların toksik yan ürünlere maruz kalma olasılıklarını arttırabileceğinden amalgam restorasyonu olan hastalarda kullanılmalaları konusunda dikkat edilmesi gerektiğini bildirmişlerdir (143). Amalgamın vernikle kaplanmasının cıva salınımını azalttığı gösterilmiştir (144).

Beyazlatma işleminde kullanılan maddelerin yukarıda belirtilen etkileri göz önünde bulundurularak diş hekimi kontrolünde ve kurallara uygun bir şekilde uygulanması büyük önem taşımaktadır (145).

2.3 Diş Renginin ölçülmesi

Beyazlatmanın başarısı hakkında yorum yapabilmek için dişlerin beyazlatmadan önce ve sonraki renklerinin tespit edilmesi gerekmektedir.

Renk, insan görme sisteminde cisimlerden yansıyan ışıklara cevap olarak ortaya çıkan fizikokimyasal bir algıdır. Renk sinyali gözdeki lens tarafından odaklanır ve retinadaki fotoreseptörlerle toplanır. Retina 3 çeşit reseptör içermektedir Bu reseptörler dalga boylarını algılar ve cisimlerin 3 boyutlu olarak görölmesini sağlarlar (146).

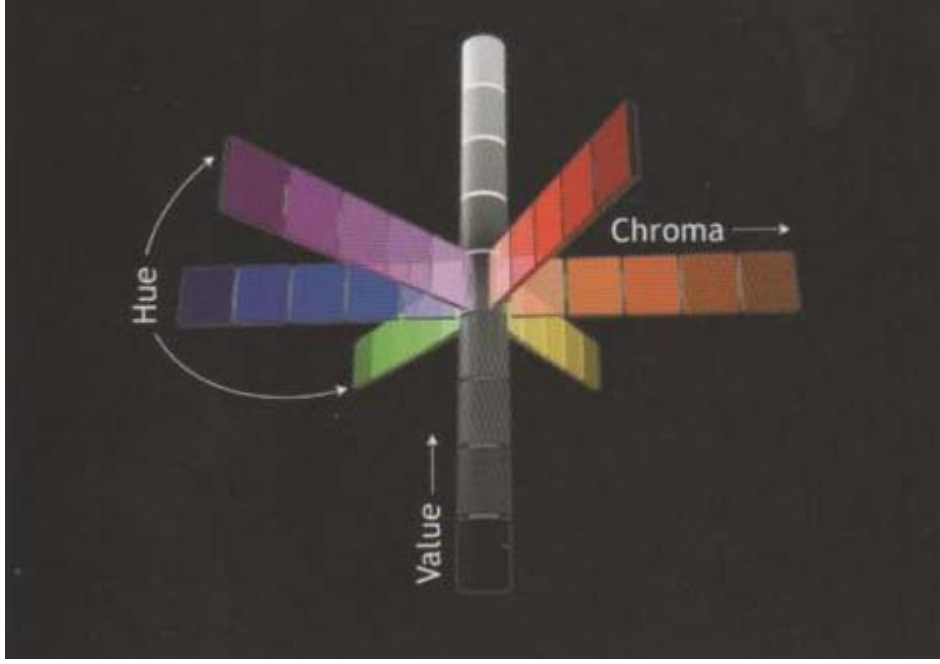
Renk algılanması oldukça subjektiftir ve kişiden kişiye değişiklikler göstermektedir. Diş hekimleri arasında farklılık olabildiği gibi bir diş hekimi değişik zamanlarda aynı dişin rengini farklı görebilmektedir (55, 147). Rengin alındığı koşullar, ışık kaynağı, günün saati, çevredeki durum ve dişe bakış açısı dişin görünen rengini etkileyen faktörler arasında yer almaktadır. Belli bir ışık altında aynı renkte görünen iki nesne başka bir ışıkta farklı iki renkte görünebilir. Bu olaya “metamerizm”, bu durumdaki iki nesneye ise “metamerik çift” adı verilir. Dişhekimliğinde metamerik çiftler bir normal diş ve bir yapay diştir (porselen veya kompozit) (146, 148).

Beyazlatma işlemlerinde rengin ölçülmesi amacıyla kullanılan geleneksel yöntem, renk skalalarıdır (31, 32, 52, 53, 55, 149). Ancak renk skalaları ile renk alınmasının sakıncaları bulunmaktadır. Bu sakıncalar arasında standart renk skalalarındaki önceden belirlenmiş renk tonları ile doğal dişlerin birebir uyuşmaması, kişiye bağlı bir değerlendirme olması, ışıklandırma, tecrübe, yaş, göz yorgunluğu, makyaj, odanın dekoru ve renk körlüğünden etkilenmesi sayılabilir (3, 146-149).

Uzunluk ve ağırlıkta olduğu gibi renklerin de rakamsal olarak ifade edilebilmesi amacıyla denklemler, formüller üretilmiştir. Bu konuya geçmeden önce renkle ilgili 3 temel terimden söz etmek yerinde olacaktır:

Amerikalı sanatçı A. H. Munsell 1905 yılında, “hue” (rengin tonu), “value” (açıklık-koyuluk) ve “chroma” (saflığı ve gücü) özelliklerine göre sınıfladığı çok fazla sayıda küçük renk kartlarını kullanarak rengin rakamsal olarak ifade edildiği bir model önermiştir (146). Daha sonraları bu ilk model geliştirilerek günümüzde kullanılan “Munsell Sistemi” yaratılmıştır (şekil 2).

“Hue”: Renk veya renk tonu anlamına gelir. Rengi tanıtan ve diğer renklerden ayrılmasını sağlayan özelliktir. Rengin kırmızı, mavi ve yeşil vb. cinsinden ifade edilmesidir. Daha genç kişilerde bütün dişlerde “hue” değeri hemen hemen aynıdır. Yaşlandıkça iç ve dış renklemeler, yiyecek ve içecekler, sigara ve diğer etkilerle dişlerde değişiklikler göstermektedir (146, 148).

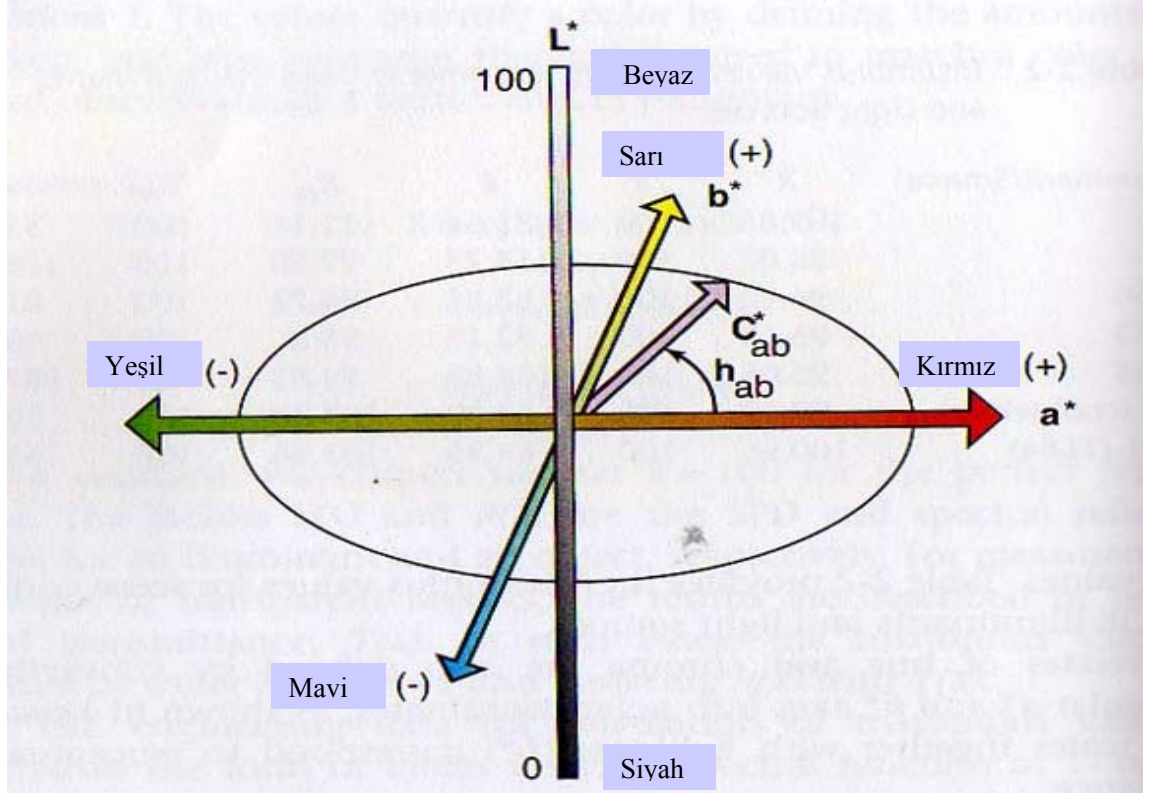


Şekil 2. Munsell'in renk şeması (150).

“Chroma”: Rengin içindeki “hue” miktarını bildirmektedir dolayısıyla sadece “hue” varlığında “chroma” özelliğinden söz edilebilir. Örneğin bir porselenin “chroma”sını arttırabilmek için “hue” eklenir. Doygunluk ifadesidir ve rengin kuvvetini belirtmektedir. Genel olarak yaşla birlikte dişlerin “chroma”sı yükselmektedir (146, 148).

“Value”: Rengin gri skalası üzerindeki yerini tarif etmektedir bir başka deyişle açıklık koyuluk ifadesidir. Açık renklere ait “value” değerleri yüksek, koyu renklere ait “value” değerleri ise düşüktür. Rengin tonu (“hue”+“chroma”) aynı olsa bile cismin açık ya da koyu renk görünmesi “value” değerine bağlıdır. “value” renk seçiminde en önemli faktördür. Eğer “value” uygunsa “hue” ve “chroma”daki küçük değişiklikler göz tarafından ayırdedilemeyebilir (146, 148).

Rengin sayısal olarak ifade edilmesi amacıyla kullanılan diğer yöntemler, ışık ve renk konularıyla ilgilenen ve uluslararası bir kuruluş olan “Comission Internationale de l’Elairage” (CIE) tarafından geliştirilmiştir. En iyi bilinen yöntemlerden bir tanesi 1976’da ortaya atılan $L^*a^*b^*$ renk sistemidir (şekil 3) (146).



Şekil 3. CIELAB renk sisteminin üç boyutlu olarak gösterilmesi (146).

L^* = Rengin açıklık koyuluk parametresidir. Açık renkli cisimler yüksek L^* değerlerine sahipken düşük L^* değerleri koyu renkli cisimlere aittir. “Mükemmel siyah sıfır, mükemmel beyaz 100 değerine sahiptir.

a^* = Rengin kırmızı/yeşil eksenindeki yerini tarif eder. Arttıkça renk kırmızıya, azaldıkça yeşile yaklaşır.

b^* = Rengin sarı/mavi eksenindeki yerini tarif eder. Arttıkça sarıya, azaldıkça maviye yaklaşmaktadır.

Nötr renklere (beyazlar, griler) a^* ve b^* değerleri düşerken yoğun ve doymuş renkler için yükselmektedir (150).

2.3.1 Rengin ölçülmesinde kullanılan aletler

Endüstriyel alanlarda, özellikle kalite kontrol işlemlerinde kullanılan, insan görme sistemini taklit ederek rengi algılayan ve rengin değişik boyutlarını matematiksel olarak ifade eden aletler icat edilmiştir. Bu cihazlar günümüzde diş hekimliği alanında da kullanılmaya başlanmıştır (146, 148):

1. Kolorimetreler (25, 28, 31, 32)
2. Spektrometreler
3. Spektrofotometreler (50, 51, 71)
4. Dijital fotoğraflar (53, 32)

2.3.1.a Kolorimetreler:

Kolorimetreler, belirli bir görme açısı ve sabit ışık kaynağı kullanarak renk ölçümü yapabilmekte ve sadece tristimulus değerleri cinsinden ifade edebilmektedirler. İnsan gözünün retinasında olduğu gibi 3 çeşit sensör içerirler. Spektrometreler ve spektrofotometrelerle kıyaslandığında kolorimetrelerin boyutları daha küçük, kullanımları daha kolay ve maliyetleri daha düşüktür. Ağız içerisinde kullanılabilmesi için özel bir başlıkla diş yüzeyine adapte edilmeleri gereklidir (9). Ancak bu cihazlar kısa sürede eskimekte ve ölçümler tekrarlanabilirliğini kaybetmektedir. Tek bir gözlemci açısı ve ışık kaynağı kullanabilmeleri bu aletlerin sakıncasıdır (146, 150).

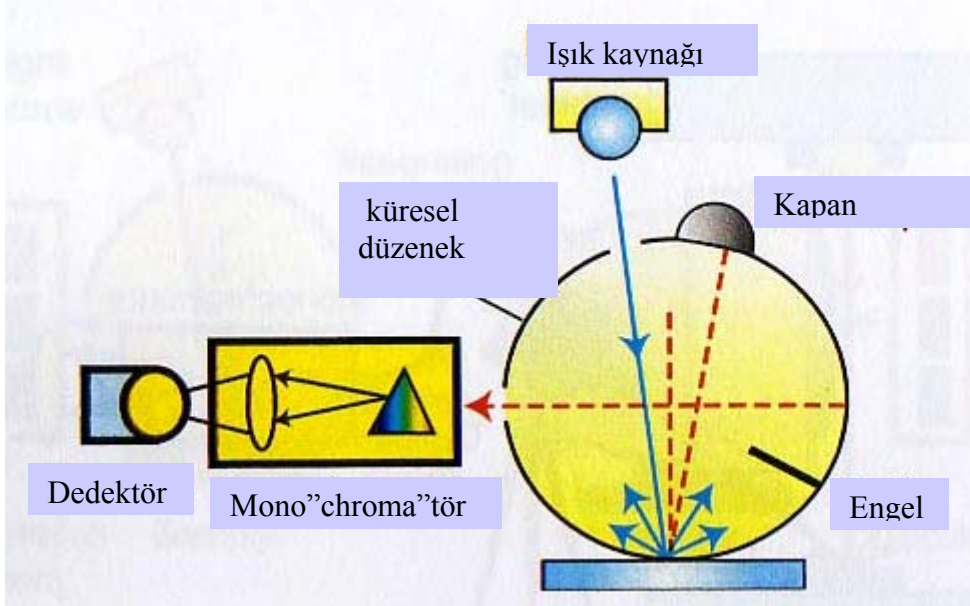
2.3.1.b Spektrometreler:

Spektrometreler radyometrik değerlerin ölçümünde kullanılmak üzere tasarlanmıştır.

Telespektrometreler genel olarak renk reproduksiyon işlemlerinde kullanılırlar. Bu aletlerin avantajı ölçüm sonuçlarının gerçek görüş şartlarında gerçekleştirilebilmeleridir. Ölçüm açısındaki küçük bir değişikliğin sonuçta büyük sapmalara neden olması bu aletlerin kullanımını zorlaştırmaktadır (146).

2.3.1.c Spektrofotometreler

Yüzey renginin ölçülmesinde en yaygın olarak kullanılan aletlerdir. Örnekten yansıyan ışığın beyaz bir yüzeyden yansıyan ışığa olan oranını ölçerler (şekil-4). Spektrofotometreler çok sayıda sensor içermekte bu nedenle insan gözünün ayırdedemediği renk farklılıklarını da tespit edebilmektedir. Ayrıca birden fazla ışık kaynağı ile ölçüm yapabildiklerinden metamerizmi ayırdedebilirler. Kalite kontrolü ve renk tarif edilmesinde kullanılırlar. Spektrofotometrelerin uzun süre doğru ve standartlara uygun sonuçlar vermesi bu aletlerin renk ölçümünde tercih edilmesine yol açmaktadır (146, 148, 150).



Şekil 4. Spektrofotometrenin esasını oluşturan bölümleri gösteren şema (146).

2.3.1.d Dijital Kameralar

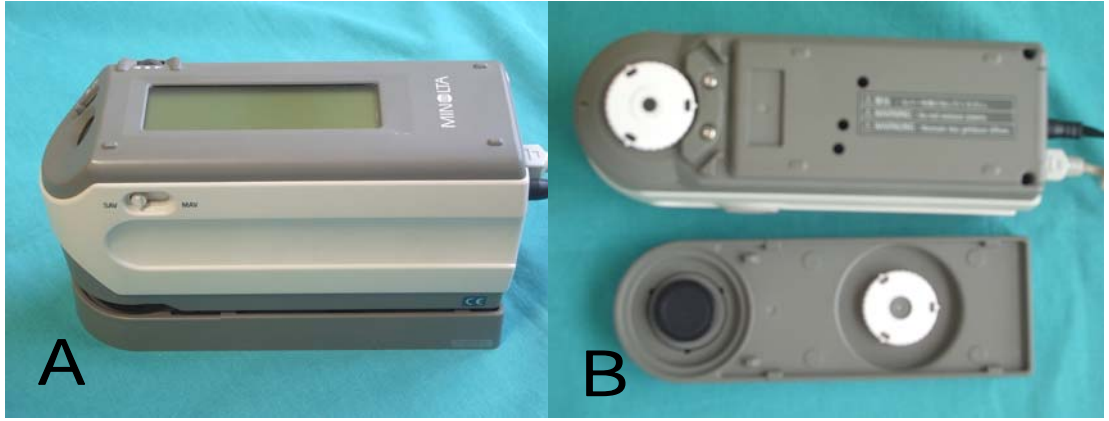
Rengin ölçülmesinde dijital kameraları kullanmak gittikçe daha popüler hale gelmektedir. Cismin üzerindeki bir noktanın değil de tüm cismin renginin ölçülmesi bu sistemlerin en önemli avantajıdır. Bu sistemlerde ön dişlerin görüntüleri standart şartlar

altında dijital kamera kullanılarak alınmaktadır. Sonuçlar kameranın bağlı bulunduğu bilgisayar tarafından sıklıkla “CIELAB” değerleri cinsinden ifade edilmektedir (9). Bu sistemler bir dijital kamera, bir bilgisayar, görüntüyü yakalamak için bir sürücü, bilgisayar programı ve bir renk sensörü içermektedir (146).

3. GEREÇ VE YÖNTEM

3.1 Deneyde kullanılan cihazlar ve materyaller

3.1.1 Spektrofotometre



Resim 1. A) Spektrofotometre

B) Spektrofotometrenin alt ve üst parçaları

SPECTROPHOTOMETER (Spectral type CM-2600d (Minolta, Japan)(resim 1)

Taşınabilir sopektrofotometredir. Ölçüm yapılacak örneğin büyüklüğüne göre 3mm ve 8 mm olmak üzere iki ölçüm çapı seçeneği bulunması sayesinde bu cihaz kullanılarak değişik büyüklüklerdeki cisimlerden hızlı, doğru ve güvenilir bir şekilde ölçüm yapılabilmektedir.

Hafif ve taşınabilir olması ve pille de çalıştırılabilmesi sayesinde değişik açılardan ölçüm yapma imkanı sağlamaktadır. Geniş bir ekranı vardır.

Kullanım alanları

Plastik, boya, elektrikli aletler, kimyasal ürünler, kozmetik, basılı materyal, inşaat malzemeleri, kumaşlar ve bunun gibi alanlarda renk ölçülmesi amacıyla kullanılabilir.

Temel özellikleri

Cıvalı yüzeylerde parlaklık kontrolü sağlamak amacıyla SCE (Işığın direkt yansıdığı parlak kısmın renk değerlendirmesine alınmaması) ve SCI (Işığın direkt yansıdığı parlak kısmın renk değerlendirmesine alınması) seçenekleri mevcuttur. İleri düzeyde rakamsal parlaklık kontrolü sayesinde “SCI” ve “SCE” ölçümleri 1.5 saniye arayla aynı anda gerçekleştirilebilir.

Anlık UV adaptasyonu yapabilir. Günümüzde mevcut olan tüm standartlar ve çok sayıda renk denklemine uygun olarak sonuçları bildirebilir. CM-2600d'nin optik sistemi çeşitli ışık tipleri ve 0° algılama kısmını bir araya getiren küre şeklinde bir düzenektir.

3.1.2 Kullanılan beyazlatma ajanları

SODYUM PERBORATE

Ürünün tanımı

Ürünün adı: Sodyum perborat

Üretici: Sultan Chemists INC,85 W forest Ave, Englewood, NJ, 07631-4001, US.

Tarih: 14.09.1992

İçerik:

Aktif madde: Sodyum perborat

Yaklaşık konsantrasyon: %100

OPADESCENCE ENDO

Ürünün tanımı

Ürünün adı: Opalescence Endo

Üretici: Ultradent Products, Inc.505 West 10200 South, South Jordan, Utah 84095 USA

İçerik:

Aktif madde: Hidrojen peroksit

Yaklaşık konsantrasyon: %35

OPADESCENCE® XTRA® (Ultradent Products, Inc.505 West 10200 South, South Jordan, Utah 84095 USA)

Ürünün tanımı

Ürünün adı: Opalescence® Xtra®

Üretici: Ultradent Products, Inc.505 West 10200 South, South Jordan, Utah 84095 USA

İçerik:

Aktif madde: Hidrojen peroksit

Yaklaşık konsantrasyon: %35

3.1.3 Kullanılan ışık kaynağı

OPTİLUX 501 (Demetron Research Corp, Danbury, Connecticut)

Ürünün adı: Optilux 501

Kullanım alanı: Polimerizasyon cihazı

Işık Kaynağı: Halojen lamba

Işık ucu çapı: 8 mm çapında fiberoptik ışık ucu

Polimerizasyon modu: Polimerizasyon süresini kullanıcı kendisi belirler veya 10, 20, 30, 40 saniyelik çalışma sürelerinden birisi seçilebilir. 850 mW/cm² gücünde ışık verir.

Ramp: İlk 10 saniyede yavaşça 100 mW/cm²'den 1000 mW/cm² 'ye yükselir. İkinci 10 saniye süresince 1000 mW/cm² sabit kalır.

Boost: 10 saniye süresince 1000mW/cm² gücünde ışık verir.

Bleach: 30 saniye süresince ışık gücü 1000mW/cm² üstündedir. Kullanıcıya ışıkla aktive olan beyazlatma materyallerini kullanma olanağı sağlar.

3.2 Örneklerin Hazırlanması

Hatalı sonuçların önlenmesi amacıyla, her ölçümün dişin kuronunun aynı yerinden yapılması gerekir. Bunu sağlamak için aşağıdaki işlemler yapıldı.

Toplam 60 adet sığır dişi çalışmaya dahil edildi. Kullanılncaya kadar %0.2 timol içinde (27) saklanan dişler el aletleri ve kavitron kullanılarak diştaşı ve periodontal membran kalıntılarından temizlendi ve daha sonra 48 saat distile suda bekletildi.

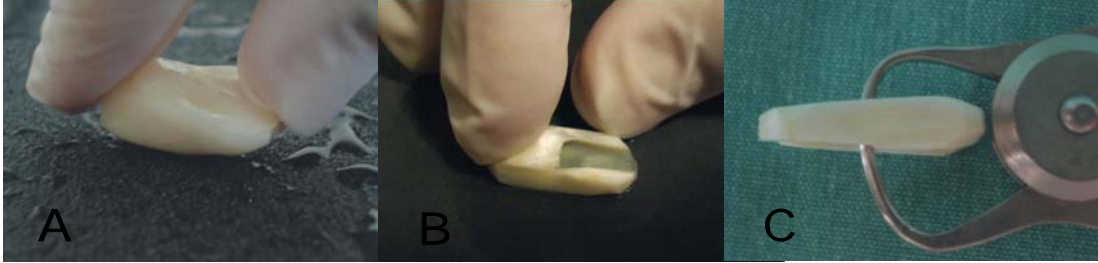
Dişlerin kuron kısımları mikrotom kullanılarak kök kısımlarından ayrıldı (resim 2).



Resim 2. Örneklerin kuron ve köklerinin mikrotom kullanılarak ayrılması

Üç no zımpara kullanılarak dudak yüzeyindeki mine tamamen kaldırıldı . Aynı boy zımpara ile örneklerin meziodistal kalınlığı 7 mm ve dudak yüzeyindeki dentin kalınlığı 2

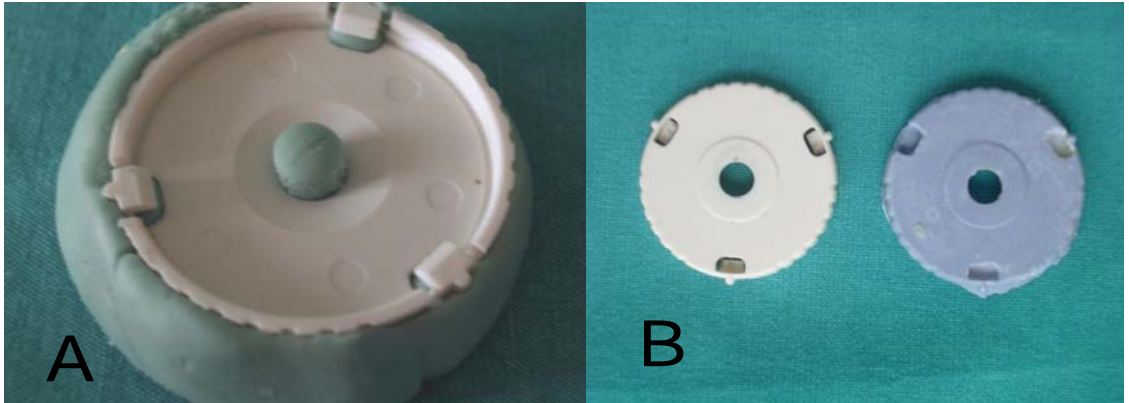
mm olacak şekilde standardize edildi. Kalınlıklar bir kumpas yardımıyla kontrol edildi. Kuronun dudak yüzeyleri 1200 grid zımpara ile düzleştirildi (resim 3).



Resim 3. A-B) Zımpara kullanılarak örneklerin standardize edilmesi.

C) Örnek kalınlıklarının kumpas yardımıyla kontrol edilmesi

Spektrofotometrenin başlığının silikon ölçü maddesi kullanılarak ölçüsü alındı ve sert alçıdan 60 adet model hazırlandı (resim 4).



Resim 4. A) Spektrofotometrenin başlığının ölçüsünün alınması

B) Spektrofotometrenin başlığı ve alçıdan hazırlanmış modeli

Bu modelin üzerine uyacak şekilde özel bir döküm kalıp yapıldı (resim 5).



Resim 5. A) Spektrofotometrenin başlığına oturacak şekilde hazırlanmış metal kalıbın alttan görünüşü
B) Spektrofotometrenin başlığına oturacak şekilde hazırlanmış metal kalıbın üstten görünüşü.

Dişlerin pulpa odaları içleri temizlendikten sonra akışkan silikon 2.ölçü maddesi ile dolduruldu (resim 6A). Örnekler alçı modellerin üzerindeki deliklere aradan ışık geçmeyecek şekilde yerleştirildi (resim 6B) ve yapıştırıcı reçine kullanılarak sabitlendi (resim 6C).

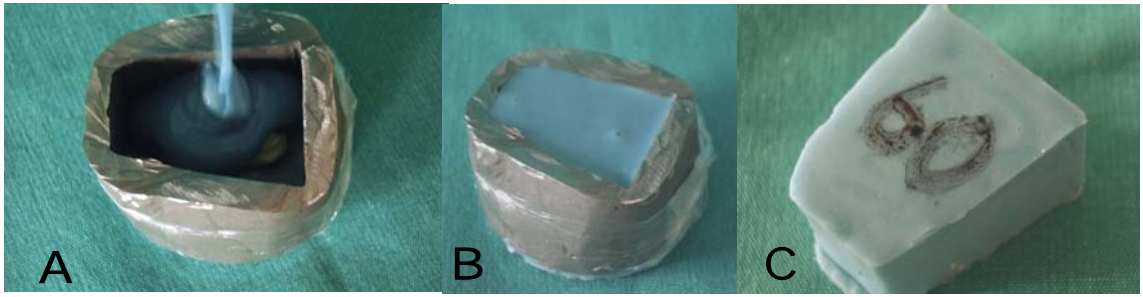


Resim 6. A) Hafif bünyeli silikon ölçünün pulpa odasına yerleştirilmesi
B) Örneğin alçı modele bağlanması.
C) Örneğin alçı modele tam olarak oturup oturmadığının kontrol edilmesi

Döküm kalıp alçı modelin üzerindeki çentiklere oturtuldu (resim 7 A). Kalıbın içindeki boşluğa dublikasyon silikonu (Flexisil duplicating silicone, Schottlander, Herts,

England) doldurularak 20 dakika donması için bekletildi (resim 6B). Silikonun üzerine asetat kalem ile numara yazıldı (resim 6 C).

Dudak duvarlarındaki dentinin mine yüzeyi renksiz tırnak cilası ile boyandı. Diş silikondan çıkarıldı ve pulpa odasının içindeki ölçü maddesi temizlendi. Diş silikon kalıbın üzerindekiyle aynı örnek numarası verilmiş 1.5 mililitrelik “ependorf” tüpün içine yerleştirildi. Aynı şekilde toplam 60 örnek hazırlandı (resim 8).



Resim 7. A) Kalıbın içine silikon dökülmesi
B) Silikonun 20 dakika sertleşmesinin beklenmesi
C) Örneğin numaralandırılması

Dişlerin daha iyi boyanabilmesi için dentin kanallarını genişletmek amacıyla tüplerin içine %5.25'lik Sodyum hipoklorit konularak 37 °C'ye ayarlanmış etüv (Mommert, Germany) içinde 1 saat beklendi. Pulpa odasının dentin duvarı fosforik asit kullanılarak 15 saniye asitlendi ve suyla yıkandı.

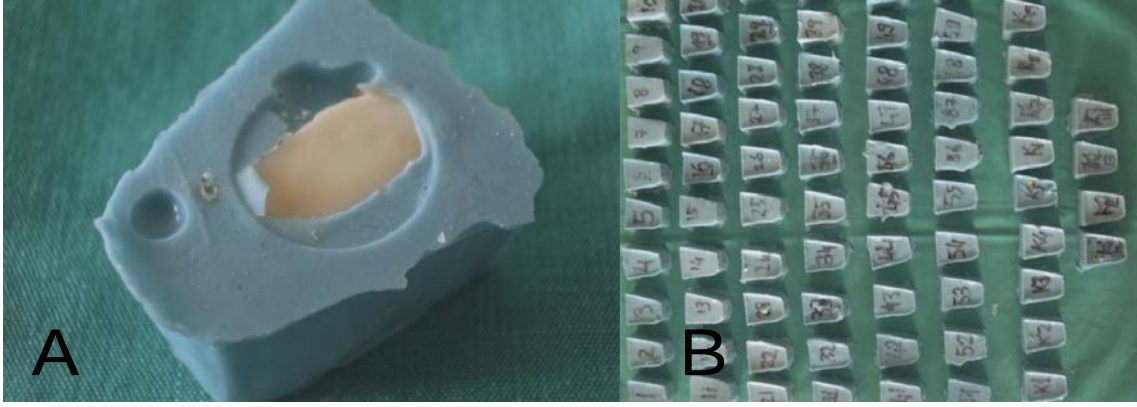
Her dişin kendine ait silikon bir kalıba gömülmesi ve silikon kalıbın metal kalıba yerleştirilmesi, metal kalıbın da spektrofotometredeki çentiklere yerleştirilmesi neticesinde her ölçümün dişin aynı yerinden yapılması sağlanmış oldu.

3.3 Renk tespiti

Başlangıçta, boyanmadan hemen sonra bir renk tesbiti, 1. seans, 2. seans, 3.seanslardan hemen sonra renk tesbitleri spektrofotometre kullanılarak yapıldı. Bulunan rakamlar kullanılarak toplam renk farkları hesaplandı ve istatistiksel değerlendirmeler

sonucunda, beyazlatma etkinliği incelendi.

Spektrofotometre üzerinde 9 çeşit ayar uygulandı.



Resim 8. A) Örneğin silikon kalıbın içindeki görünümü
B) Bütün örneklerin toplu halde görünümü

3.3.1 Ölçüm alanı

Kullandığımız spektrofotometrede ölçüm yapılan alan daire biçimindedir. Ölçüm yapılacak alanın genişliği seçilebilir. Biz deneyimizde örnek genişliği 7 mm olduğundan ölçüm alanının yarıçapını 3 mm olarak belirledik.

3.3.2 Parlama faktörü “mat/parlak”

“Specular component excluded” (SCE): Işığın direkt yansıdığı parlak kısmın renk değerlendirmesine alınmaması.

“Specular Component included” (SCI): Işığın direkt yansıdığı parlak kısmın renk değerlendirmesine alınması.

Işık direkt vurduğunda cilalı yüzeyler parlar ve rengin algılanması değişir. Bu nedenle parlaklıktan kaynaklanan ışık ortadan kaldırılarak ölçüm yapılmalıdır (150). Spektrofotometrede sadece SCE seçeneği bulunmamakta ancak SCE+SCI seçme şansı bulunmaktadır. Bu seçenekte aynı anda hem SCE hem de SCI değerleri ölçülmektedir.

Bizim örneklerimiz parlak yüzeyler olduğundan yapılan ölçümlerden SCE olanlarını değerlendirmeye aldık.

3.3.3 UV ayarlaması

%100 UV: ölçüm Xe ışık kaynağının tüm UV bileşenlerini içeren ışık altında yapılır.

UV ayarlaması: %0 UV: Xe ışık kaynağının tüm UV bileşenleri elimine edilir.

Biz %100 UV seçeneğini kullandık.

3.3.4 Işığın ayarlanması

Spektrofotometrede 11 çeşit ışık ayarı yapmak mümkündür. D55 ve D65, sırasıyla 5500 ve 6504 K sıcaklığa sahip ışıklar gün ışığına en yakın aydınlatma olarak kabul edilmektedir (146). Literatürdeki çalışmalarla karşılaştırma kolaylığı olması bakımından D65 seçeneğini kullandık.

3.3.5 İkinci ışık kaynağı ayarlanması

Dört numaralı seçenekte olduğu gibi ikinci bir ışık kaynağı seçilerek ölçümler bununla da yapılabilir. Biz ikinci bir ışık kaynağı seçmedik.

3.3.6 Gözlemci açısının seçilmesi

CIE'nin daha yeni bir raporunda önerilmiş olması nedeniyle 10°'lik gözlemci açısını tercih ettik (146).

3.3.7 Verilerin ekranda gösterilmesi

Bu ayarlama da ölçümlerin birbirleriyle olan ilişkilerinin ekranda nasıl gösterileceğine dair seçenekler bulunmaktadır.

DIFF&ABS: Bu seçenekte eldeki örneğin asıl örneğe göre ne kadar farklı olduğu

gösterilmektedir. Bizim çalışmamızda başlangıç renginden olan farklılıklar değerlendirileceği için bu seçeneği seçtik

3.3.8 Renk sisteminin seçilmesi

20 çeşit renk sistemi seçilebilir. Literatürdeki diğer çalışmalarla uyumlu olabilmesi için “Munsell renk sistemi” seçeneği seçildi (25, 28, 31, 32, 50, 51, 71).

3.3.9 Ölçümlerin ortalamalarının alınması

Her ölçümde hata payını önlemek için 2-30 arasında ölçüm yapıldıktan sonra ortalama alınmaktadır.

Biz 3 kez ölçtüğümüzden sonra ortalama alıp sonucu ölçüm değeri olarak kaydettik (50, 149).

3.3.10 Ortalamalar için kabul edilebilir standart deviasyon

Standart deviasyon 0.01-2.00 arasında ayarlanabilir. Aynı seferde aynı örneğe ait değerlerden belirlenmiş standart deviasyonun altındaki değerlerin ortalaması alınır ve ölçüm sonucu olarak verilir. Standart deviasyon 0.05 olarak ayarlandı.

3.3.11 Ölçümlerin otomatik olarak ortalamasının alınması

Aletin üzerindeki 1-3-5-8 seçenekleri arasından 3 seçildi .

3.3.12 Gecikme zamanının ayarlanması

Ellerin titremesi gibi düzenden kaynaklanan hataların önlenmesi için düğmeye basıldığı an ve lambanın çakması arasında geçen zamandır. 1.0 saniye seçildi.

3.3.13 Kalibrasyon yapılması

Tekrarlayan ölçümlerin standardize edilmesi amacıyla spektrofotometre her açıldığında üretici firmanın önerisine uygun olarak standart siyah ve beyaz kalibrasyonu yapıldı.

3.4 Dişleri boyama işlemleri

15 diş kontrol gurubu olarak ayrıldıktan sonra kalan 45 diş Freccia ve Peters'in yöntemiyle boyandı (49). Bu yöntemle göre dişlerin içinde bulunduğu ependorf tüpler bir enjektör yardımıyla kanla dolduruldu (resim 9). Kullanılan insan kanı pıhtılaşmaması amacıyla CPDA-1 (sitrat fosfat dekstroz adenin) ve mannitol içeren kan torbasında (Kansuk, Germany) saklandı.



Resim 9. Tüplere kan doldurulması

Dişler 37 °C'de inkube edildi ve yine aynı sıcaklığa ayarlanmış santirfüjde (Hettrich, Germany) 10000 rpm'de (dakikadaki dönme sayısı) 15 gün süre ile günde 2 kez 30 dakika boyunca santirfüj yapıldı (resim 10).



Resim 10. Örneklerin santirfüje yerleştirilmesi

Santirfüj yapılmayan zamanlarda dişler içi kanla dolu ependorf tüplerde etüvde bekletildi. Tüplerin içindeki kan hergün tazesiyle değiştirildi. Bu işlemden sonra boyanmış dişler (resim 11) üzerinde renk tesbiti yapıldı. Dişlerin boyandığı anlaşıldıktan sonra, beyazlatma işlemlerine başlandı.



Resim 11. Boyanmış dişin pulpa odasının görünüşü.

3.5 Beyazlatma işlemleri

Bu aşamada 45 diş 15'er dişten oluşan deney gruplarına ayrıldı. Her grup aşağıdaki yöntemlerden birisi kullanılarak beyazlatıldı.

1. Grup-Sodyum Perborat (SP): Bu gruptaki 15 dişin pulpa odalarına 1 ml distile su ile karıştırılan 2 g sodyum perborat (Merck Company, Darmstadt, Germany) (resim 11A) amalgam tabancası ve amalgam fulvarı kullanılarak uygulandı. Dişler silikon kalıpların içine yerleştirildi. Yedi günde bir pulpa odasındaki sodyum perborat çıkartıldı, renk tesbiti yapıldı ve taze sodyum perborat yerleştirildi. Bu işlem toplam 3 kez tekrarlandı; Üç hafta sonunda deney bitirildi.

2. Grup- %35 Hidrojen peroksit (HP): Endodontik kavitenin içine “Opalescence Endo” (Ultradent Products Inc., South Jordan, UT, USA) yerleştirildi. Sodyum perborat gurubundaki işlemler aynen tekrarlandı.

3. Grup- %35 Hidrojen peroksit +Işık (HPI): Dişler intrakoronal ve ekstrakoronal olarak ofiste yapılan beyazlatma işlemini taklit edecek şekilde beyazlatıldı. Yedi günde bir Opalescence® Xtra® (Ultradent Products Inc., South Jordan, UT, USA) pulpa odalarına dolduruldu ve dişlerin dudak yüzeylerine 1 mm kalınlığında uygulandı. Her örnek 30 saniye içerden ve 30 saniye dışarıdan olmak üzere 1 dakika halojen ışık cihazı (Optilux 501, Demetron Research Corp. Danbury Conn.) beyazlatma seçeneğinde kullanılarak aktive edildi ve jel değiştirildi. Bu işlem her seansta 5 kez tekrarlandı. Beyazlatma üç hafta sürdü. Haftada bir seans yapıldı ve seans sonunda dişlerin rengi ölçüldü.

4. Grup-Kontrol: Herhangi bir işleme tabi tutulmadı. Deney süresince içi distile suyla dolu tüpler içerisinde bekletildi.

Verilerin değerlendirilmesinde tanımlayıcı istatistiksel metotların (ortalama, standart sapma) yanı sıra grupların tekrarlanan ölçümlerinde “tekrarlayan varyans analizi”, alt grup karşılaştırmalarında “Newman Keuls çoklu karşılaştırma testi”, gruplar

arası karşılaştırmalarda “tek yönlü varyans analizi” alt grup karşılaştırmalarında “Tukey oklu karşılaştırma testi” kullanılmıştır. Sonuçlar, anlamlılık $p < 0,05$ düzeyinde değerlendirilmiştir. İstatistiksel değerlendirmeler “GraphPad Prisma V.3” paket programı kullanarak "ARK İstatistiksel Danışmanlık Bürosu" tarafından yapılmıştır.

4. BULGULAR

Bulgular bölümünde yer alan bazı ifadelerin anlamları aşağıdaki gibidir:

Başlangıç: Herhangi bir işlem uygulanmadan önce yapılan ölçüm sırasında kaydedilen değer.

Boyanma: Boyanma işlemleri bittikten hemen sonra yapılan ölçüm sırasında kaydedilen değer.

1. hafta: 1 hafta süreyle beyazlatma işlemi uygulandıktan sonra yapılan ölçüm sırasında kaydedilen değer.

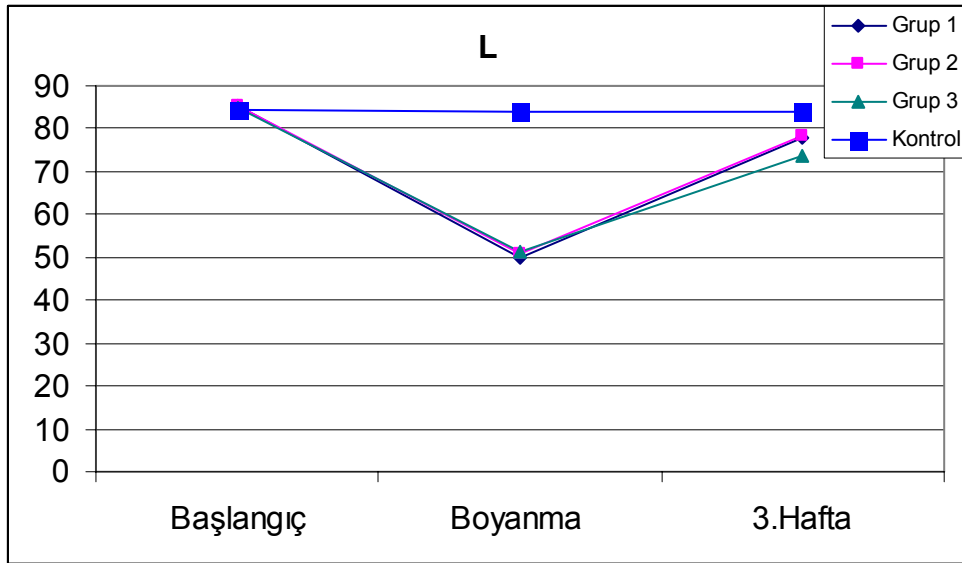
2.hafta: 2 hafta beyazlatma işlemi uygulandıktan sonra yapılan ölçüm sırasında kaydedilen değer.

3.hafta: 3 hafta süreyle beyazlatma işlemi uygulandıktan sonra yapılan ölçüm sırasında kaydedilen değer.

Tablo 3. Grup 1 , Grup 2 ve Grup 3'deki dişlerin boyanmadan önceki (başlangıç), boyanmadan sonraki (boyanma) ve beyazlatma sonrasındaki (3.hafta) L*değerlerinin aritmetik ortalamaları görülmektedir.

	Grup 1	Grup 2	Grup 3	Kontrol	F	p
Başlangıç	85,129±3,366	85,28±1,964	85,092±3,186	84,215±2,995	0,31	0,821
Boyanma	50,049±2,683	50,646±1,016	51,073±2,088	83,788±2,637	643,88	0,0001
L* 3.Hafta	77,76±2,526	78,327±2,147	73,911±3,319	83,723±2,753	20,25	0,0001
F	614,5	1963	785,5	1,88		
P	0,0001	0,0001	0,0001	0,180		

Şekil 5. Tablo 3'deki değerlerin grafikte gösterilmesi.



Tablo 4. Tablo 3’de gösterilen L* değerlerine ait “Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi” sonuçlarını göstermektedir. Aynı gruptaki dişlerin değişik zamanlarda kaydedilen L* değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olup olmadığı görülmektedir.

Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi	L*		
	Başlangıç	Boyanma	3.Hafta
Grup 1 / Grup 2	p > 0.05	p > 0.05	P > 0.05
Grup 1 / Grup 3	p > 0.05	p > 0.05	P <0,004
Grup 1 / Kontrol	p > 0.05	p < 0,0001	p <0,0001
Grup 2 / Grup 3	p > 0.05	p > 0.05	p <0,0001
Grup 2 / Kontrol	p > 0.05	p < 0,0001	p <0,0001
Grup 3 / Kontrol	p > 0.05	p < 0,0001	p <0,0001

Tablo 3 ve 4 incelendiğinde:

Boyanmadan hemen sonra alınan kayıtlarda tüm gruplar kontrol grubundan farklı bulunmuştur. Grup 1, grup 2 ve grup 3’e ait L* değerleri daha düşüktür (p<0.0001).

3. haftada grup 1ve grup 3 arasında L* değerleri bakımından anlamlı farklılık bulunmaktadır, grup 1’in L* değerleri daha yüksektir (p<0.004).

3. haftada grup 2 ve grup 3 arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık vardır Grup 2’nin L* değerleri daha yüksektir (p<0.0001).

Tüm gruplar 3. haftada kontrol grubundan farklıdır. Kontrol grubunun L* değerleri daha yüksektir (p<0.0001).

Tablo 5. " Newman Keuls Çoklu Karşılaştırma Testi"nin sonuçlarına göre Tablo 3’de gösterilen L* değerleri bakımından ölçüm yapılan zamanda gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olup olmadığı görülmektedir.

Newman Keuls Çoklu Karşılaştırma Testi	L*			
	Grup 1	Grup 2	Grup 3	Kontrol
Başlangıç / Boyanma	p < 0.001	p < 0.001	p < 0.001	p > 0.05
Başlangıç / 3.Hafta	p < 0.001	p < 0.001	p < 0.001	p > 0.05
Boyanma / 3.Hafta	p < 0.001	p < 0.001	p < 0.001	p > 0.05

Tablo 3 ve 5 incelendiğinde:

Grup 1, grup 2 ve grup 3’ün başlangıç ve boyanma L* değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık mevcuttur. Boyanma değerleri daha yüksektir ($p < 0.001$).

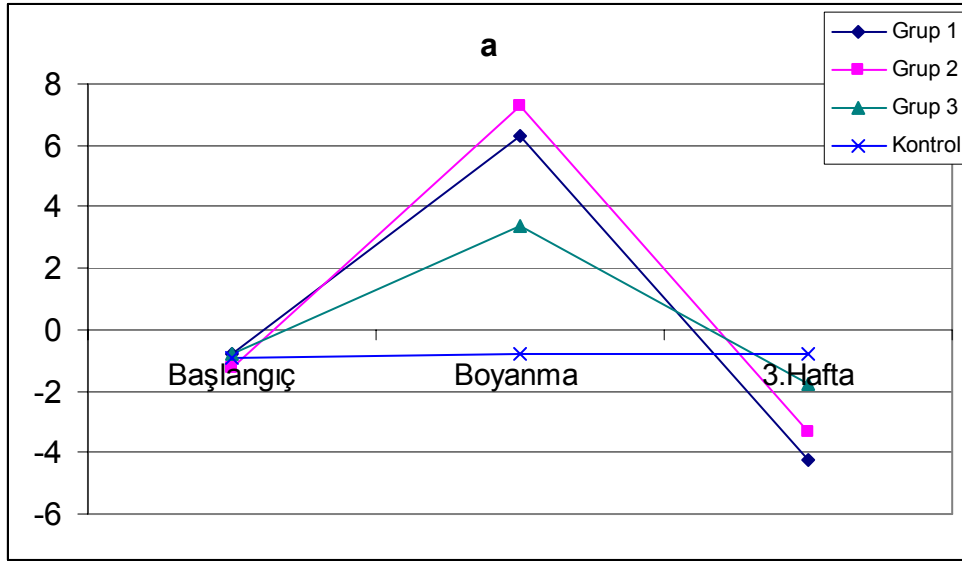
Grup 1, grup 2 ve grup 3’ün başlangıç ve 3. hafta L* değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlıdır. 3. hafta değerleri daha yüksektir ($p < 0.001$).

Grup 1, grup 2 ve grup 3’ün boyanma ve 3. hafta L* değerleri istatistiksel olarak anlamlı derecede farklıdır. 3. hafta değerleri daha düşüktür ($p < 0.001$).

Tablo 6. Grup 1 , Grup 2 ve Grup 3'deki dişlerin boyanma, başlangıç ve beyazlatma sonrasındaki a* değerlerinin aritmetik ortalamaları görülmektedir.

	Grup 1	Grup 2	Grup 3	Kontrol	F	p
Başlangıç	-0,795±0,796	-1,222±0,916	-0,815±0,831	-0,949±0,728	0,80	0,499
Boyanma	6,308±2,364	7,264±2,244	3,36±2,138	-0,782±0,372	36,64	0,0001
a * 3.Hafta	-4,272±0,718	-3,322±0,431	-1,774±1,034	-0,771±0,368	59,11	0,0001
F	165,3	234,5	44,86	0,549		
P	0,0001	0,0001	0,0001	0,586		

Şekil 6. Tablo 6'daki değerlerin grafikte gösterilmesi



Tablo 7. Tablo 6’da gösterilen a* değerlerine ait “Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi” sonuçlarını göstermektedir. Ölçüm yapılan zamanda gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olup olmadığı görülmektedir.

Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi	a*		
	Başlangıç	Boyanma	3.Hafta
Grup 1 / Grup 2	p > 0.05	p > 0.05	p < 0,004
Grup 1 / Grup 3	p > 0.05	p < 0,003	p < 0,0001
Grup 1 / Kontrol Grubu	p > 0.05	p < 0,0001	p < 0,0001
Grup 2 / Grup 3	p > 0.05	p < 0,0001	p < 0,0001
Grup 2 / Kontrol Grubu	p > 0.05	p < 0,0001	p < 0,0001
Grup 3 / Kontrol Grubu	p > 0.05	p < 0,0001	p < 0,007

Tablo 6 ve 7 incelendiğinde:

Boyanma işleminden sonra ölçülen grup 1 ve grup 3’e ait a* değerleri birbirlerinden istatistiksel olarak farklıdır. Grup 1’in a* değerleri daha yüksektir (p<0.003).

Boyanma zamanında grup 1, grup 2 ,grup 3 ve kontrol grubunun a* değerleri kontrol grubuyla karşılaştırıldığında kontrol grubuna ait değerlerin daha düşük olduğu bulunmuştur (p<0.0001).

Grup 2 ve grup 3’ün boyanma zamanındaki a* değerleri birbirlerinden istatistiksel olarak farklıdır. Grup 2’nin a* değerleri daha yüksektir (p<0.0001).

Grup 1, grup 2 ‘ye ait 3. haftadaki a* değerleri karşılaştırıldığında grub1’e ait değerlerin daha düşük olduğu bulunmuştur (p<0.004).

Grup 1 ve grup 3’ün 3. haftaya ait a* değerleri karşılaştırıldığında grup 1’in a* değerleri anlamlı derecede daha düşüktür (p<0.0001).

Grup 1 ve kontrol grubunun 3. haftaya ait a* değerleri kıyaslandığında grup 1’e ait değerler anlamlı derecede daha düşüktür (p<0.0001).

Grup 2 ve grup 3 'ün 3. haftada ölçülen a* değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık vardır. Grup 2'ye ait değerler daha düşüktür ($p < 0.0001$).

Grup 2 ve kontrol grubu arasında 3. haftada istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmakatadır. Kontrol grubuna ait değerler daha yüksektir ($p < 0.0001$).

Grup 3 ve kontrol grubunun 3. haftaya ait a* değerleri kıyaslandığında kontrol grubuna ait değerlerin daha düşük olduğu bulunmuştur ($p < 0.007$).

Tablo 8. " Newman Keuls Çoklu Karşılaştırma Testi"nin sonuçlarına göre Tablo 6'da gösterilen a* değerleri incelendiğinde aynı gruptaki dişlerin değişik zamanlarda kaydedilen a* değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olup olmadığı görülmektedir.

Newman Keuls Çoklu Karşılaştırma Testi	a *			
	Grup 1	Grup 2	Grup 3	Kontrol
Başlangıç / Boyanma	$p < 0.001$	$p < 0.001$	$p < 0.001$	$p > 0.05$
Başlangıç / 3.Hafta	$p < 0.001$	$p < 0.01$	$p > 0.05$	$p > 0.05$
Boyanma / 3.Hafta	$p < 0.001$	$p < 0.001$	$p < 0.001$	$p > 0.05$

Tablo 6 ve 8 incelendiğinde:

Grup 1 ve grup 2 ve Grup 3'deki dişlerin a* değerlerinin başlangıç ve boyanma değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlıdır. Tüm grupların boyanma zamanındaki a* değerleri daha yüksektir ($p < 0.001$).

Grup 1 a* değerleri bakımından başlangıç ve 3. haftalar arasında farklılık göstermektedir. 3. haftadaki değerler daha yüksektir ($p < 0.001$).

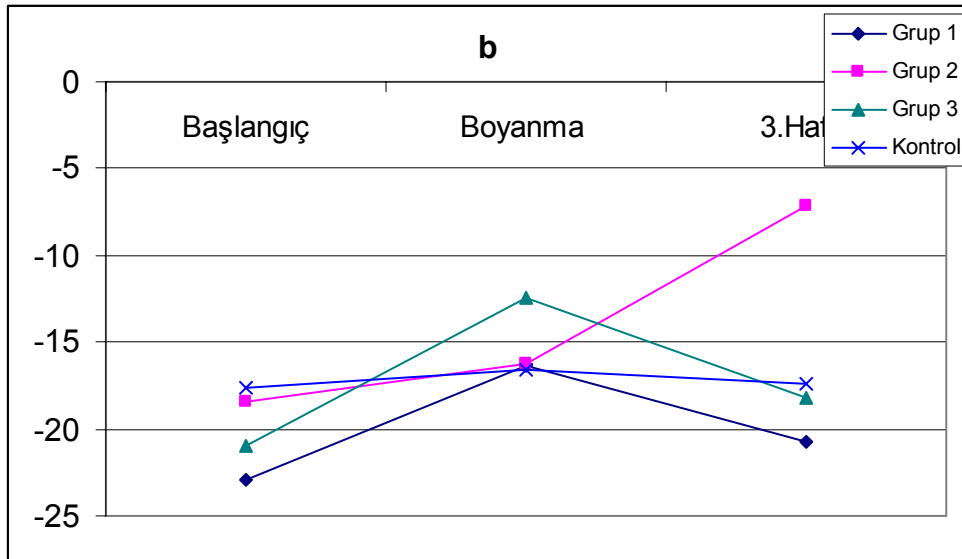
Grup 2 a* değerleri bakımından başlangıç ve 3. haftalar arasında farklılık göstermektedir. 3. haftadaki değerler daha yüksektir ($p < 0.01$).

Grup 1, grup 2 ve grup 3'ün boyanma zamanında kaydedilen a* verileri 3. haftaille kıyaslandığında anlamlı derecede farklıdır. 3. haftadaki değerler boyanma zamanındakilerle kıyaslandığında daha düşüktür ($p < 0.001$).

Tablo 9. Grup 1 , Grup 2 ve Grup 3'deki dişlerin başlangıç, boyanma ve 3.hafta zamanlarındaki b* değerlerinin aritmetik ortalamaları görülmektedir.

	Grup 1	Grup 2	Grup 3	Kontrol	F	p
Başlangıç	-22,945±4,174	-18,427±2,685	-21,063±2,421	-17,658±1,236	8,70	0,0001
Boyanma	-16,467±1,954	-16,267±2,764	-12,459±3,198	-16,656±1,673	8,04	0,0001
b* 3.Hafta	-20,737±2,398	-7,156±1,824	-18,246±2,789	-17,497±1,12	109,47	0,0001
F	17,82	87,74	70,80	5,25		
p	0,0001	0,0001	0,0001	0,016		

Şekil 7. Tablo 9'daki değerlerin grafikte gösterilmesi.



Tablo 10. Tablo 9’da gösterilen b* değerleri bakımından ölçüm yapılan zamanda gruplar arasında istatistiksel olarak fark olup olmadığı görülmektedir.

Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi	b *		
	Başlangıç	Boyanma	3.Hafta
Grup 1 / Grup 2	p<0,001	p>0,05	p<0,0001
Grup 1 / Grup 3	p>0,05	p<0,001	p<0,026
Grup 1 / Kontrol Grubu	p<0,0001	p>0,05	p<0,005
Grup 2 / Grup 3	p>0,05	p<0,001	p<0,0001
Grup 2 / Kontrol Grubu	p>0,05	p>0,05	p<0,0001
Grup 3 / Kontrol Grubu	0,036	p<0,001	p>0,05

Tablo 9 ve 10 incelendiğinde:

Başlangıç zamanında grup 1 ve grup 2 arasında anlamlı derecede fark vardır. Grup 1’in b* değerleri daha düşüktür (p<0,001).

Başlangıç zamanında grup 1 ile kontrol grubu kıyaslandığında aralarında anlamlı derecede fark vardır. Grup 1’e ait b* değerleri daha düşüktür (p<0,0001).

Grup 3 ve kontrol grubunun başlangıç değerleri arasında anlamlı derecede fark vardır. Grup 3’e ait b* değerleri daha düşüktür (p<0,036).

Boyanma zamanında grup 1 ve grup 3 arasında anlamlı derecede farklılık vardır. Grup 1’e ait b* değerleri daha düşüktür (p<0,001).

Grup 2 ve grup 3’teki dişlerin b* değerleri kıyaslandığında boyanma zamanında grup 3’e ait b* değerleri daha yüksektir (p<0,001)

Grup 3 ve kontrol grubunun boyanma değerleri arasında anlamlı derecede fark vardır. Grup 3’e ait b* değerleri daha düşüktür (p<0,001).

Grup 1 ve grup 2'ye ait 3. haftadaki b* değerleri karşılaştırıldığında grup 1'e ait değerler daha düşük bulunmuştur ($p < 0,0001$).

Grup 1 ve grup 3'e ait 3. haftadaki b* değerleri karşılaştırıldığında grup 1'e ait değerler daha düşük bulunmuştur ($p < 0,026$).

Grup 1 ve kontrol grubu karşılaştırıldığında 3. haftada kontrol grubuna ait b* değerlerinin daha yüksek olduğu görülmüştür ($p < 0,005$).

Üçüncü haftada kaydedilen grup 2 ve grup 3'e ait b*değerleri arasında anlamlı farklılık mevcuttur. Grup 3'e ait veriler daha yüksektir ($p < 0,0001$).

Üçüncü haftadaki kontrol grubu ve grup 2'ye ait b* değerleri karşılaştırıldığında kontrol grubuna ait değerler daha düşüktür ($p < 0,0001$).

Tablo 11. Newman Keuls Çoklu Karşılaştırma Testi'nin sonuçlarına göre aynı gruptaki dişlerin değişik zamanlarda kaydedilen b* değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olup olmadığı görülmektedir.

Newman Keuls Çoklu Karşılaştırma Testi	b *			
	Grup 1	Grup 2	Grup 3	Kontrol
Başlangıç / Boyanma	$p < 0.001$	$p > 0.05$	$p < 0.001$	$p < 0.05$
Başlangıç / 3.Hafta	$p > 0.05$	$p < 0.001$	$p < 0.01$	$p > 0.05$
Boyanma / 3.Hafta	$p < 0.01$	$p < 0.001$	$p < 0.001$	$p > 0.05$

Tablo 9 ve 11 incelendiğinde:

Grup 1'in başlangıç ve boyanma değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlıdır. Boyanma değerleri başlangıç değerlerinden daha yüksektir ($p < 0,001$).

Grup 1'in boyanma zamanındaki b* değerleri 3. hafta zamanındaki b* değerlerinden daha yüksektir. Aralarındaki fark istatistiksel olarak anlamlıdır ($p < 0,01$).

Grup 2'nin başlangıç ve 3. hafta değerleri arasında anlamlı farklılık vardır. 3. hafta değerleri daha yüksektir ($p<0,001$).

Grup 2'nin boyanma ve 3. hafta değerleri birbirinden istatistiksel olarak anlamlı derecede farklıdır. Boyanma değerleri 3. haftaya göre daha düşüktür ($p<0,001$).

Grup 3'ün başlangıç ve boyanma değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlıdır. Boyanma değerleri daha yüksektir ($p<0,001$).

Grup 3'ün başlangıç ve 3. hafta değerleri arasındaki fark anlamlıdır. 3. haftadaki b^* değerleri daha yüksektir ($p<0,01$).

Grup 3'ün boyanma ve 3. hafta değerleri birbirinden istatistiksel olarak anlamlı derecede farklıdır. Boyanma değerleri 3. haftaya göre daha yüksektir ($p<0,001$).

Tablo 12,13,14,15,16,17,18,19, 20 ve şekil 7,8, 9'da sözü edilen renk değişikliği bileşenleri tablo 26'da bildirilen $L^*a^*b^*$ değerleri kullanılarak aşağıdaki formüllerle hesaplanmıştır:

$$\Delta L^* = L^*_{\text{belirtilen hafta}} - L^*_{\text{boyanma}}$$

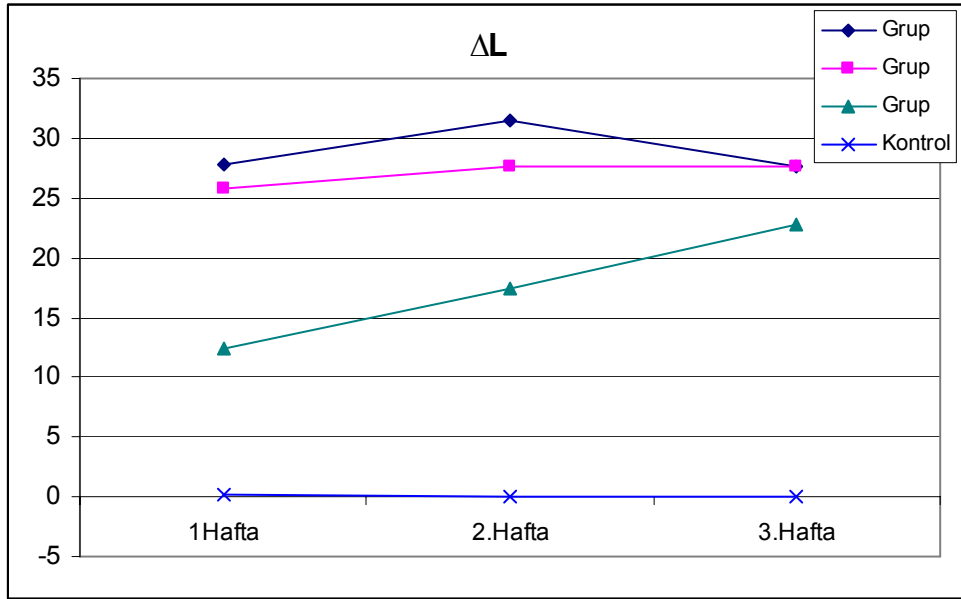
$$\Delta a^* = a^*_{\text{belirtilen hafta}} - a^*_{\text{boyanma}}$$

$$\Delta b^* = b^*_{\text{belirtilen hafta}} - b^*_{\text{boyanma}}$$

Tablo 12. Grup 1 , grup 2 ve grup 3'deki dişlerin başlangıç, boyanma ve 3.hafta zamanlarındaki ΔL^* değerlerinin aritmetik ortalamaları görülmektedir.

	Grup 1	Grup 2	Grup 3	Kontrol	F	p
1Hafta	27,8±6,798	25,82±2,744	12,48±10,397	0,147±0,341	45,99	0,0001
2.Hafta	31,528±6,176	27,568±2,506	17,426±11,556	0,034±0,3	48,41	0,0001
ΔL^* 3.Hafta	27,711±4,233	27,681±2,555	22,838±3,456	-0,065±0,373	199,24	0,0001
F	4,53	6,45	8,59	2,24		
P	0,021	0,004	0,0015	0,135		

Şekil 8. Tablo 12'deki değerlerin grafikte gösterilmesi.



Tablo 13. Tablo 12’deki veriler “Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi” kullanılarak incelendiğinde ölçüm yapılan zamanda ΔL^* değerleri bakımından gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olup olmadığını göstermektedir.

Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi	ΔL^*		
	1.Hafta	2.Hafta	3.Hafta
Grup 1 / Grup 2	p>0,05	p>0,05	p>0,05
Grup 1 / Grup 3	p<0,0001	p<0,0001	p<0,001
Grup 1 / Kontrol Grubu	p<0,0001	p<0,0001	p<0,0001
Grup 2 / Grup 3	p<0,0001	p<0,001	p<0,001
Grup 2 / Kontrol Grubu	p<0,0001	p<0,0001	p<0,0001
Grup 3 / Kontrol Grubu	p<0,0001	p<0,0001	p<0,0001

Tablo 12 ve 13 incelendiğinde:

Grup 1 ve grup 3’ün 1. haftada kaydedilen ΔL^* değerleri arasında anlamlı derecede fark vardır. Grup 1’in ΔL^* değerleri daha yüksektir ($p<0.001$).

Grup 1 ile kontrol grubunun 1. haftada kaydedilen ΔL^* değerleri arasında anlamlı derecede fark vardır. Grup 1’in ΔL^* değerleri daha yüksektir ($p<0.0001$).

1. haftada grup 2 ve grup 3 arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlıdır. Grup 2’nin ΔL^* değerleri daha yüksektir ($p<0.0001$).

1. haftada grup 2 ve kontrol grubu arasındaki fark anlamlıdır. Grup 2’nin ΔL^* değerleri daha yüksektir ($p<0.0001$).

Grup 3’ün 1. haftada kaydedilen ΔL^* değerleri kontrol grubunun aynı zamanda kaydedilen ΔL^* değerlerinden daha yüksektir ($p<0.0001$).

Grup 1 ve grup 3'ün 2. haftada kaydedilen ΔL^* değerleri arasında anlamlı derecede fark vardır. Grup 1'in ΔL^* değerleri daha yüksektir ($p<0.0001$).

Grup 1 ile kontrol grubunun 2. haftada kaydedilen ΔL^* değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlıdır. Grup 1'in ΔL^* değerleri daha yüksektir ($p<0.0001$).

2. haftada grup 2 ve grup 3 arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlıdır. Grup 2'nin ΔL^* değerleri daha yüksektir ($p<0.001$).

2. haftada grup 2 ve kontrol grubu arasında anlamlı fark mevcuttur. Grup 2'nin ΔL^* değerleri daha yüksektir ($p<0.0001$).

Grup 3'ün 2. haftada kaydedilen ΔL^* değerleri kontrol grubunun aynı zamanda kaydedilen ΔL^* değerlerinden daha yüksektir ($p<0.0001$).

Grup 1 ve grup 3'ün 3. haftada kaydedilen ΔL^* değerleri arasında anlamlı derecede fark vardır. Grup 1'in ΔL^* değerleri daha yüksektir ($p<0.001$).

Grup 1 ile kontrol grubunun 3. haftada kaydedilen ΔL^* değerleri arasında anlamlı derecede fark vardır. Grup 1'in ΔL^* değerleri daha yüksektir ($p<0.0001$).

3. haftada grup 2 ve grup 3 arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlıdır. Grup 2'nin ΔL^* değerleri daha yüksektir ($p<0.001$).

Grup 2 ve kontrol grubu kıyaslandığında 3. haftada aralarındaki fark anlamlıdır. Grup 2'nin ΔL^* değerleri daha yüksektir ($p<0.0001$).

Grup 3'ün 3. haftada kaydedilen ΔL^* değerleri kontrol grubunun aynı zamanda kaydedilen ΔL^* değerlerinden daha yüksektir ($p<0.0001$).

Tablo 14. Aynı gruptaki dişlerin değişik zamanlardaki ΔL^* değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olup olmadığı görülmektedir.

Newman Keuls Çoklu Karşılaştırma Testi	ΔL^*			
	Grup 1	Grup 2	Grup 3	Kontrol
1.Hafta / 2.Hafta	p < 0.05	p < 0.05	p > 0.05	p > 0.05
1.Hafta / 3.Hafta	p > 0.05	p < 0.01	p < 0.01	p > 0.05
2.Hafta / 3.Hafta	p < 0.05	p > 0.05	p > 0.05	p > 0.05

Tablo 12 ve 14 incelendiğinde:

Grup 1'in 1. haftada kaydedilen ΔL^* değerleri 2. haftada kaydedilen ΔL^* değerlerinden daha düşüktür. Aralarındaki fark istatistiksel olarak anlamlıdır (p < 0.05).

Grup 1'in 2. hafta ve 3. hafta değerleri birbirinden farklıdır. 3. hafta değerleri daha düşüktür (p < 0.05).

Grup 2'nin 1. haftada ölçülen ΔL^* değerleri 2. haftada kaydedilenlerden farklıdır. 2. hafta değerleri daha yüksektir (p<0.05).

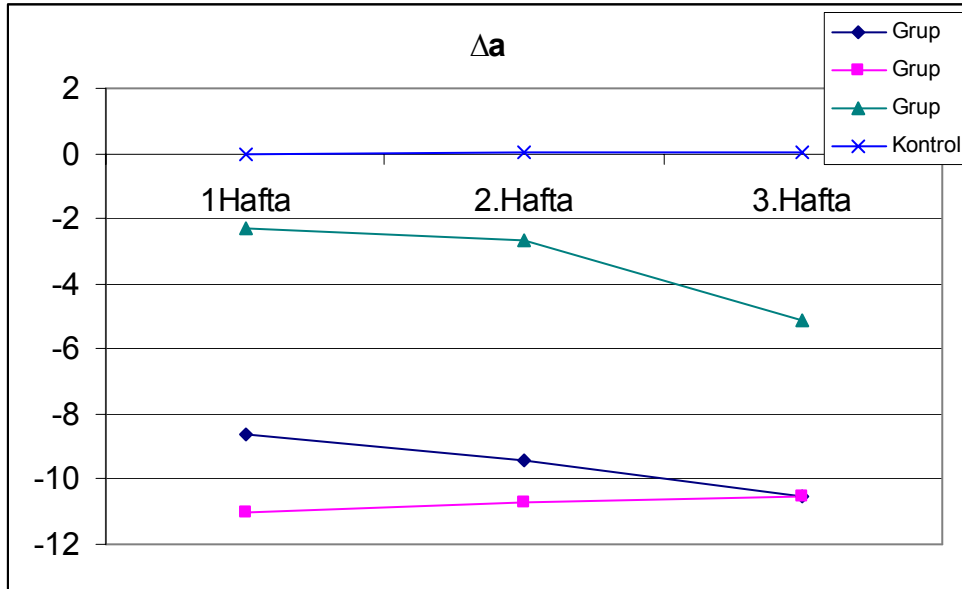
Grup 2'ye ait 1. hafta ve 3. hafta ΔL^* değerleri istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermektedir.3. haftadaki ΔL^* değerleri daha yüksektir (p<0.01).

Grup 3'ün 1. ve 3. haftadaki ΔL^* değerleri birbirinden farklıdır. 3. haftada kaydedilen ΔL^* değerleri daha yüksektir (p<0.01).

Tablo 15. Grup 1 , Grup 2 ve Grup 3'deki dişlerin başlangıç, boyanma ve 3.hafta zamanlarındaki Δa^* değerlerinin aritmetik ortalamaları görülmektedir.

	Grup 1	Grup 2	Grup 3	Kontrol	F	p
1.Hafta	-8,601±2,492	-11,089±2,311	-2,299±2,141	-0,008±0,04	77,72	0,0001
2.Hafta	-9,413±2,604	-10,744±2,212	-2,667±2,631	0,023±0,049	66,81	0,0001
Δa^* 3.Hafta	-10,58±2,63	-10,586±2,229	-5,133±2,264	0,01±0,027	65,55	0,0001
F	19,44	10,33	16,41	1,83		
P	0,0001	0,0004	0,0001	0,188		

Şekil 9. Tablo 15'deki değerlerin grafikte gösterilmesi.



Tablo 16. Tablo 14’de görülen veriler açısından aynı ölçüm zamanında gruplar arasında istatistiksel olarak fark olup olmadığı incelenmektedir

Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi	Δa^*		
	1.Hafta	2.Hafta	3.Hafta
Grup 1 / Grup 2	$p<0,015$	$p>0,05$	$p>0,05$
Grup 1 / Grup 3	$p<0,0001$	$p<0,0001$	$p<0,0001$
Grup 1 / Kontrol Grubu	$p<0,0001$	$p<0,0001$	$p<0,0001$
Grup 2 / Grup 3	$p<0,0001$	$p<0,0001$	$p<0,0001$
Grup 2 / Kontrol Grubu	$p<0,0001$	$p<0,0001$	$p<0,0001$
Grup 3 / Kontrol Grubu	$p>0,05$	$p<0,03$	$p<0,0001$

Tablo 15 ve 16 incelendiğinde:

1. haftada grup 1 ve grup 2 arasında Δa^* değerleri açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmaktadır. Grup 1’in Δa^* değerleri daha düşüktür ($p<0.015$).

Grup 1 ve grup 3’ün 1. haftadaki Δa^* değerleri istatistiksel olarak farklıdır. Grup 1’in Δa^* değerleri daha düşüktür ($p<0.0001$).

Grup 1 ve kontrol grubu arasındaki farklılık anlamlıdır. Grup 1’in 1. haftadaki Δa^* verileri daha düşüktür ($p<0.0001$).

Grup 2 ve grup 3’ün 1. haftadaki Δa^* değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlıdır. Grup 2’nin değerleri Grup 3’e oranla daha düşüktür ($p<0.0001$).

Grup 2 ve kontrol grubunun 1. haftaya ilişkin Δa^* değerleri kıyaslandığında Grup 2’nin Δa^* değerleri daha düşüktür ($p<0.0001$).

Grup 1 ve grup 3’ün 2. haftadaki Δa^* değerleri istatistiksel olarak farklıdır. Grup 1’in Δa^* değerleri daha düşüktür ($p<0.0001$).

Grup 1 ve kontrol grubu arasındaki farklılık anlamlıdır. Grup 1'in 2. haftadaki Δa^* verileri daha düşüktür ($p < 0.0001$).

Grup 2 ve grup 3'ün 2. haftadaki Δa^* değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlıdır. Grup 2'nin değerleri Grup 3'e oranla daha düşüktür ($p < 0.0001$).

Grup 2 ve kontrol grubunun 2. haftaya ilişkin Δa^* değerleri kıyaslandığında Grup 2'nin Δa^* değerleri daha düşüktür ($p < 0.0001$).

Grup 3 ve kontrol grubu arasında 2. haftada kaydedilen Δa^* değerleri bakımından farklılık vardır. Grup 3'ün verileri daha düşüktür ($p < 0.03$).

Grup 1 ve grup 3'ün 3. haftadaki Δa^* değerleri istatistiksel olarak farklıdır. Grup 1'in Δa^* değerleri daha düşüktür ($p < 0.0001$).

Grup 1 ve kontrol grubu arasındaki farklılık anlamlıdır. Grup 1'in 3. haftadaki Δa^* verileri daha düşüktür ($p < 0.0001$).

Grup 2 ve grup 3'ün 3. haftadaki Δa^* değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlıdır. Grup 2'nin değerleri Grup 3'e oranla daha düşüktür ($p < 0.0001$).

Grup 2 ve kontrol grubunun 3. haftaya ilişkin Δa^* değerleri kıyaslandığında Grup 2'nin Δa^* değerleri daha düşüktür ($p < 0.0001$).

Grup 3 ve kontrol grubu arasında 3. haftada kaydedilen Δa^* değerleri bakımından farklılık vardır. Grup 3'ün verileri daha düşüktür ($p < 0.0001$).

Tablo 17 Tablo 14’de görülen aynı grubun değişik zamanlarda kaydedilen Δa^* değerlerinin arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunup bulunmadığı görülmektedir.

Newman Keuls Çoklu	Δa^*			
	Grup 1	Grup 2	Grup 3	Kontrol
Karşılaştırma Testi				
1.Hafta / 2.Hafta	p < 0.05	p > 0.05	p > 0.05	p > 0.05
1.Hafta / 3.Hafta	p < 0.001	p < 0.001	p < 0.001	p > 0.05
2.Hafta / 3.Hafta	p < 0.01	p > 0.05	p < 0.01	p > 0.05

Tablo 15 ve 17 incelendiğinde:

Grup 1’in 1. ve 2. haftalardaki Δa^* değerlerinin farkı istatistiksel olarak anlamlıdır. 2. haftadaki değerler daha düşüktür (p < 0.05).

Grup 1’in 1. ve 3. haftalarda ölçülen Δa^* değerleri birbirinden anlamlı derecede farklıdır. 3. haftada ölçülen veriler daha düşüktür (p < 0.001).

Grup 1’in 2. ve 3. haftalardaki Δa^* değerleri karşılaştırıldığında anlamlı farklılık mevcuttur. 3. haftada kaydedilen değerler daha düşüktür (p < 0.01).

Grup 2’nin 1. ve 3. haftada kaydedilen Δa^* verileri arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlıdır. 3. haftaya ait veriler daha yüksektir (p < 0.001).

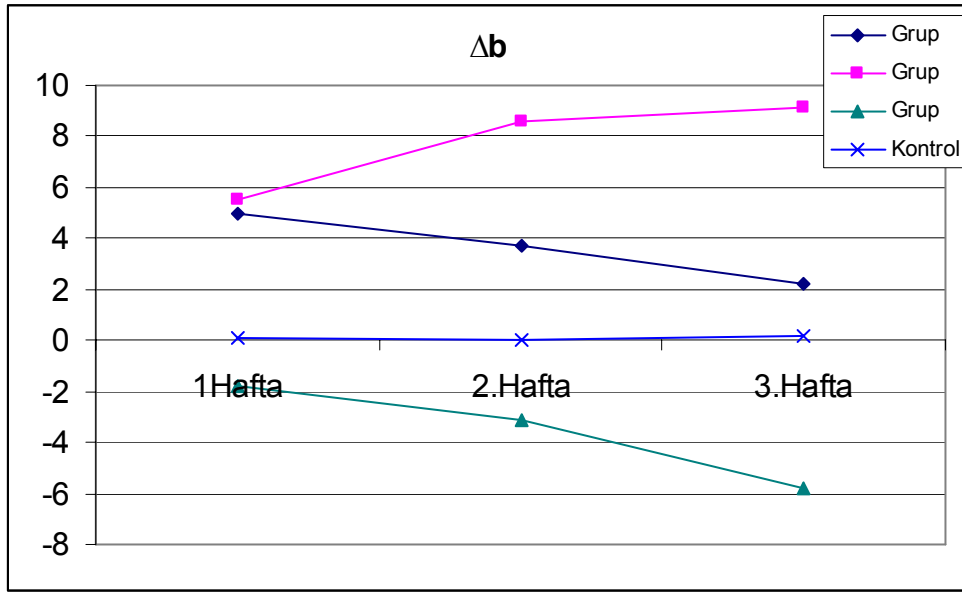
Grup 3’e ait 1. ve 3. hafta değerleri karşılaştırıldığında Δa^* verileri arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlıdır. 3. haftaya ait veriler daha düşüktür (p < 0.001).

Grup 3’ün 2. ve 3. haftada kaydedilen Δa^* verileri arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlıdır. 3. haftada kaydedilen Δa^* değerleri daha düşüktür (p < 0.01).

Tablo 18. Grup 1 , Grup 2 ve Grup 3'deki dişlerin başlangıç, boyanma ve 3.hafta zamanlarındaki Δb^* değerlerinin aritmetik ortalamaları görülmektedir.

	Grup 1	Grup 2	Grup 3	Kontrol	F	p
1Hafta	4,936±5,582	5,498±4,418	-1,806±1,517	0,086±0,249	11,85	0,0001
2.Hafta	3,736±4,296	8,558±4,273	-3,111±1,444	-0,017±0,265	32,45	0,0001
Δb^* 3.Hafta	2,209±3,766	9,111±3,345	-5,787±1,82	0,161±0,308	67,33	0,0001
F	6,37	33,83	23,09	2,04		
P	0,006	0,0001	0,0001	0,158		

Şekil 10. Tablo 18'deki değerlerin grafikte gösterilmesi.



Tablo 19. Tablo 18’de görülen aynı ölçüm zamanında kaydedilen Δb^* değerleri bakımından gruplararası istatistiksel olarak anlamlı fark olup olmadığı incelenmektedir.

Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi	Δb^*		
	1.Hafta	2.Hafta	3.Hafta
Grup 1 / Grup 2	$p > 0,05$	$p < 0,002$	$p < 0,0001$
Grup 1 / Grup 3	$p < 0,0001$	$p < 0,0001$	$p < 0,0001$
Grup 1 / Kontrol Grubu	$p < 0,019$	$p < 0,043$	$p > 0,05$
Grup 2 / Grup 3	$p < 0,0001$	$p < 0,0001$	$p < 0,0001$
Grup 2 / Kontrol Grubu	$p < 0,006$	$p < 0,0001$	$p < 0,0001$
Grup 3 / Kontrol Grubu	$p > 0,05$	$p > 0,05$	$p < 0,0001$

Tablo 18 ve 19 incelendiğinde:

Grup 1 ve grup 3’ün 1. haftada kaydedilen Δb^* değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlıdır. Grup 1’e ait veriler daha yüksektir ($p < 0,0001$).

Grup 1 ve kontrol grubu arasında 1. haftadaki Δb^* değerleri açısından anlamlı derecede farklılık vardır. Grup 1 daha yüksektir ($p < 0,019$).

Grup 2 ve grup 3, 1. haftada ölçülen Δb^* değerleri bakımından farklılık göstermektedir. Grup 2’nin Δb^* değerleri daha yüksektir ($p < 0,0001$).

Grup 2’nin 1. haftadaki Δb^* değerleri kontrol grubunun aynı haftadaki değerlerine göre daha yüksektir ($p < 0,006$).

Grup 1 ve grup 2, 2. haftadaki Δb^* değerleri yönünden kıyaslandığında aralarındaki fark istatistiksel olarak anlamlıdır. Grup 1’e ait Δb^* verileri daha düşüktür ($0,002$).

Grup 1 ve grup 3’ün 2. haftada kaydedilen Δb^* değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlıdır. Grup 1’e ait veriler daha yüksektir ($p < 0,0001$).

Grup 1 ve kontrol grubu arasında 2. haftadaki Δb^* değerleri açısından anlamlı derecede farklılık vardır. Grup 1 daha yüksektir ($p < 0,043$).

Grup 2 ve Grup 3, 2. haftada ölçülen Δb^* değerleri bakımından farklılık göstermektedir. Grup 2'nin Δb^* değerleri daha yüksektir ($p < 0,0001$).

Grup 2'nin 2. haftadaki Δb^* değerleri kontrol grubunun aynı haftadaki değerlerine göre daha yüksektir ($p < 0,0001$).

Grup 1 ve grup 2, 3. haftadaki Δb^* değerleri yönünden kıyaslandığında aralarındaki fark istatistiksel olarak anlamlıdır. Grup 1'e ait Δb^* verileri daha düşüktür ($p < 0,0001$).

Grup 1 ve grup 3'ün 3. haftada kaydedilen Δb^* değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlıdır. Grup 1'e ait veriler daha yüksektir ($p < 0,0001$).

Grup 2 ve Grup 3, 3. haftada ölçülen Δb^* değerleri bakımından farklılık göstermektedir. Grup 2'nin Δb^* değerleri daha yüksektir ($p < 0,0001$).

Grup 2'nin 3. haftadaki Δb^* değerleri kontrol grubunun aynı haftadaki değerlerine göre daha yüksektir ($p < 0,0001$).

Grup 3 ve kontrol grubu arasında 3. haftadaki Δb^* değerleri açısından anlamlı derecede farklılık vardır. Grup 1 daha yüksektir ($p < 0,0001$).

Tablo 20. Tablo 17’de görülen Δb^* değerleri bakımından aynı gruptaki dişlerin değişik zamanlarda yapılan ölçümleri arasında istatistiksel olarak fark olup olmadığı incelenmektedir.

Newman Keuls Çoklu	Δb^*			
	Grup 1	Grup 2	Grup 3	Kontrol
Karşılaştırma Testi				
1.Hafta / 2.Hafta	$p > 0.05$	$p < 0.001$	$p > 0.05$	$p > 0.05$
1.Hafta / 3.Hafta	$p < 0.01$	$p < 0.001$	$p < 0.001$	$p > 0.05$
2.Hafta / 3.Hafta	$p > 0.05$	$p > 0.05$	$p < 0.001$	$p > 0.05$

Tablo 18 ve 20 incelendiğinde,

Grup 1’in 1. haftadaki Δb^* değerleri ile 3. haftadaki Δb^* değerleri kıyaslandığında 1. haftadaki veriler daha yüksektir ($p < 0.01$).

Grup 2’nin 1. haftadaki Δb^* değerleri ve 2. haftadaki Δb^* değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık vardır. 2. haftadaki Δb^* değerleri daha yüksektir ($p < 0.001$).

Grup 2’nin 1. haftadaki Δb^* değerleri 3. haftadaki verilerle karşılaştırıldığında aradaki fark istatistiksel olarak anlamlıdır. 3. haftadaki Δb^* değerleri daha yüksektir ($p < 0.001$).

Grup 3’ün 1. haftada kaydedilen Δb^* değerleri 3. haftada ölçülen değerlerinden daha yüksektir. Aradaki fark istatistiksel olarak anlamlıdır ($p < 0.001$).

Grup 3’ün 2. ve 3. haftalardaki Δb^* değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık vardır. 3. haftadaki değer daha düşüktür ($p < 0.001$).

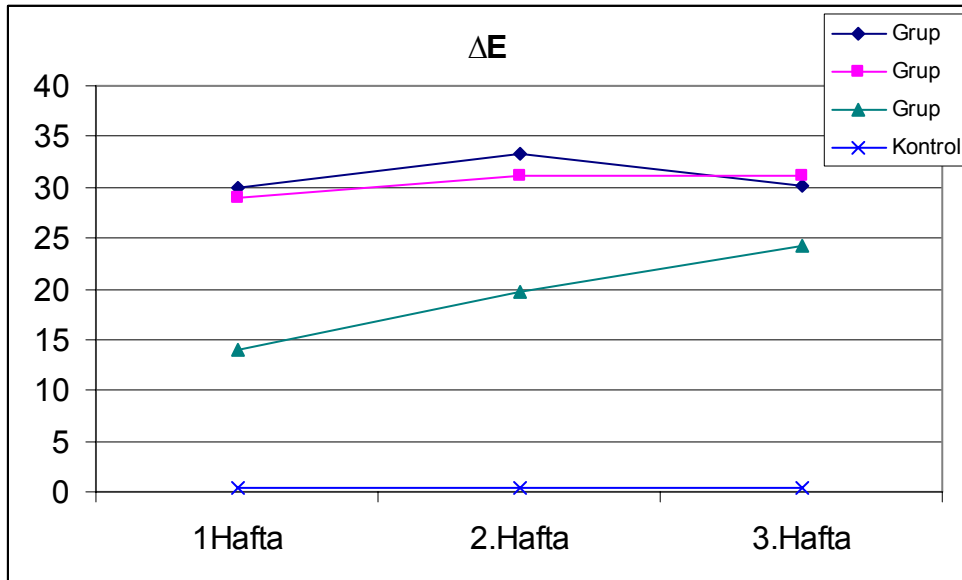
Tablo 21. Grup 1 , grup 2 ve grup 3’deki örneklerin başlangıç, boyanma ve 3.hafta zamanlarındaki ΔE^* değerlerinin aritmetik ortalamaları görülmektedir.

	Grup 1	Grup 2	Grup 3	Kontrol	F	p
1Hafta	29,987±7,296	29,03±2,809	14,038±8,915	0,323±0,31	63,00	0,0001
2.Hafta	33,396±6,566	31,172±2,191	19,671±8,4	0,323±0,221	84,15	0,0001
ΔE^* 3.Hafta	30,05±4,385	31,23±2,767	24,327±3,021	0,428±0,255	237,06	0,0001
F	4,20	11,51	14,97	1,88		
P	0,027	0,0002	0,0001	0,180		

Tablo 21’de incelenen toplam renk değişikliğini hesaplariken kullanılan formül aşağıdaki gibidir:

$$\Delta E^* = \left[(L_{\text{belirtilen hafta}} - L_{\text{boyanma}})^2 + (a_{\text{belirtilen hafta}} - a_{\text{boyanma}})^2 + (b_{\text{belirtilen hafta}} - b_{\text{boyanma}})^2 \right]^{1/2}$$

Şekil 11. Tablo 21’deki değerlerin grafikte gösterilmesi.



Tablo 22. Tablo 21’de gösterilen aynı zamanda yapılan ölçümler incelendiğinde ΔE^* değerleri bakımından gruplar arasında istatistiksel olarak fark olup olmadığı görülmektedir.

Tukey Çoklu	ΔE		
	1.Hafta	2.Hafta	3.Hafta
Karşılaştırma Testi			
Grup 1 / Grup 2	p>0.05	p>0.05	p>0.05
Grup 1 / Grup 3	p<0,0001	p<0,0001	p<0,0001
Grup 1 / Kontrol Grubu	p<0,0001	p<0,0001	p<0,0001
Grup 2 / Grup 3	p<0,0001	p<0,0001	p<0,0001
Grup 2 / Kontrol Grubu	p<0,0001	p<0,0001	p<0,0001
Grup 3 / Kontrol Grubu	p<0,0001	p<0,0001	p<0,0001

Tablo 21 ve 22 incelendiğinde:

Grup 1 ve grup 3’ün 1. haftadaki ΔE değerleri birbirinden farklıdır. Grup 1’in verileri daha yüksektir ($p < 0.0001$).

Grup 1’in 1. haftadaki ΔE değerleri kontrol grubuna göre daha yüksektir ($p < 0.0001$).

Grup 2 ile grup 3’ün 1. haftadaki ΔE değerleri farklıdır. Grup 2’ye ait değerler daha yüksektir ($p < 0.0001$).

Grup 2’nin 1. haftadaki ΔE değerleri kontrol grubundan daha yüksektir ($p < 0.0001$).

Grup 3’ün 1. haftadaki ΔE verileri ile kıyaslandığında grup 3’ün verileri daha yüksektir ($p < 0.0001$).

Grup 1 ve grup 3’ün 2. haftadaki ΔE değerleri birbirinden farklıdır. Grup 1’e ait değerler daha yüksektir ($p < 0.0001$).

Grup 1’in 2. haftadaki ΔE değerleri kontrol grubuyla kıyaslandığında daha yüksektir ($p < 0.0001$).

Grup 2 ile grup 3'ün 2. haftadaki ΔE değerleri farklıdır. Grup 2'nin 3. haftadaki değerleri grup 2'ye göre daha yüksektir ($p < 0.0001$).

Grup 2'nin 2. haftadaki ΔE değerleri kontrol grubundan daha yüksektir. Aralarındaki fark istatistiksel olarak anlamlıdır ($p < 0.0001$).

Grup 3'n 2. haftadaki ΔE değerleri kontrol grubundan daha yüksektir ($p < 0.0001$).

Grup 1 ve grup 3'n 1 haftadaki ΔE değerleri birbirinde farklıdır. Grup 1'in verileri daha yüksektir ($p < 0.0001$).

Grup 1'in 3. haftadaki ΔE değerleri kontrol grubuyla kıyaslandığıında daha yüksektir ($p < 0.001$).

Grup 2 ile grup 3'n 3. haftadaki ΔE değerleri istatistiksel olarak birbirinden farklıdır. Grup 2'nin 3. haftadaki değerleri daha yüksektir ($p < 0.0001$).

Grup 2'nin 3. haftadaki ΔE değerleri kontrol grubu ile kıyaslandığıında daha yüksektir ($p < 0.0001$).

Grup 3'n 3. haftadaki ΔE değerleri kontrol grubundan daha yüksektir ($p < 0.0001$).

Tablo 23. Tablo 20’de gösterilen aynı gruptaki dişlerin değişik zamanlarda yapılan ölçümleri arasında ΔE^* değerleri bakımından istatistiksel olarak fark olup olmadığı incelenmektedir

Newman Keuls Çoklu Karşılaştırma Testi	ΔE			
	Grup 1	Grup 2	Grup 3	Kontrol
1.Hafta / 2.Hafta	p < 0.05	p < 0.001	p < 0.05	p > 0.05
1.Hafta / 3.Hafta	p > 0.05	p < 0.001	p < 0.001	p > 0.05
2.Hafta / 3.Hafta	p > 0.05	p > 0.05	p > 0.05	p > 0.05

Tablo 21 ve 23 incelendiğinde:

Grup 1’in 1. ve 2. haftaları arasındaki farklılık istatistiksel olarak anlamlıdır. 2. haftadaki ΔE değerleri daha yüksektir ($p < 0.05$).

Grup 2’nin 1. haftadaki ΔE değerleri 2. haftadaki ΔE değerlerinden daha düşüktür ($p < 0.001$).

Grup 2’nin 1. haftada kaydedilen ΔE değerleri ile 3. hafta verileri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık vardır. 3. hafta değerleri daha yüksektir ($p < 0.001$).

Grup 3’ün 1. ve 2. haftadaki ΔE değerleri arasında anlamlı derecede fark vardır. 2. hafta değerleri daha yüksektir ($p < 0.05$).

Grup 3’ün 1. ve 3. hafta ΔE değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık vardır. 3. haftadaki ölçümler daha yüksektir ($p < 0.001$).

Tablo 24. Başlangıç ve 3. haftada kaydedilen L*, a*, b* değerlerinin aritmetik ortalamaları görülmektedir.

BAŞ-3. hafta	Grup 1	Grup 2	Grup 3	Kontrol	F	p
BAŞ-3HΔL*	-7,369±2,859	-6,953±1,752	-11,181±2,021	-0,492±1,128	50,67	0,0001
BAŞ-3HΔa*	-3,477±0,825	-2,099±1,008	-0,959±1,655	0,178±0,746	22,31	0,0001
BAŞ-3HΔb*	-4,27±2,851	11,271±2,848	-5,787±1,82	-0,841±1,29	151,33	0,0001
BAŞ-3HΔE*	9,907±1,525	13,687±2,023	12,852±1,973	1,763±1,062	108,82	0,0001

Tablo 24’de sözü edilen renk değişikliği bileşenleri aşağıdaki formüllerle hesaplanmıştır:

$$\Delta L^* = L^*_{3. \text{ hafta}} - L^*_{\text{ başlangıç}}$$

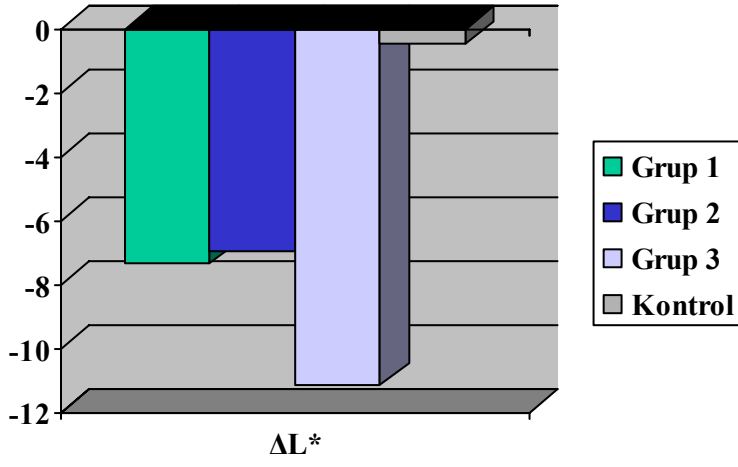
$$\Delta a^* = a^*_{3. \text{ hafta}} - a^*_{\text{ başlangıç}}$$

$$\Delta b^* = b^*_{3. \text{ hafta}} - b^*_{\text{ başlangıç}}$$

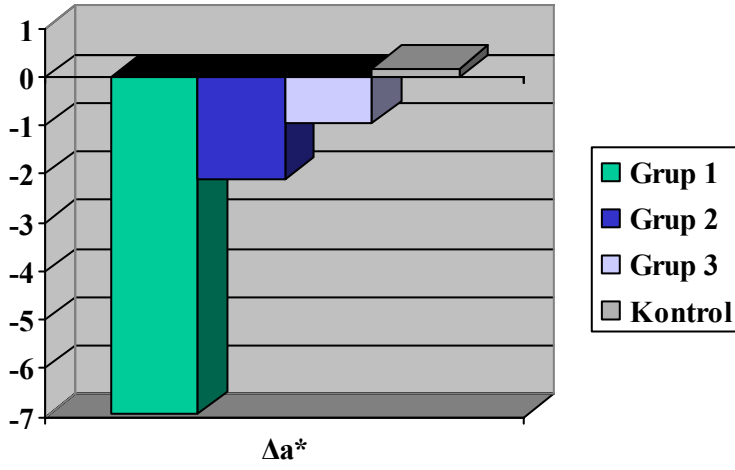
Tablo 24’teki toplam renk değişikliği hesaplanırken kullanılan formül şöyledir:

$$\Delta E^* = \left[(L^*_{3. \text{ hafta}} - L^*_{\text{ başlangıç}})^2 + (a^*_{3. \text{ hafta}} - a^*_{\text{ başlangıç}})^2 + (b^*_{3. \text{ hafta}} - b^*_{\text{ başlangıç}})^2 \right]^{1/2}$$

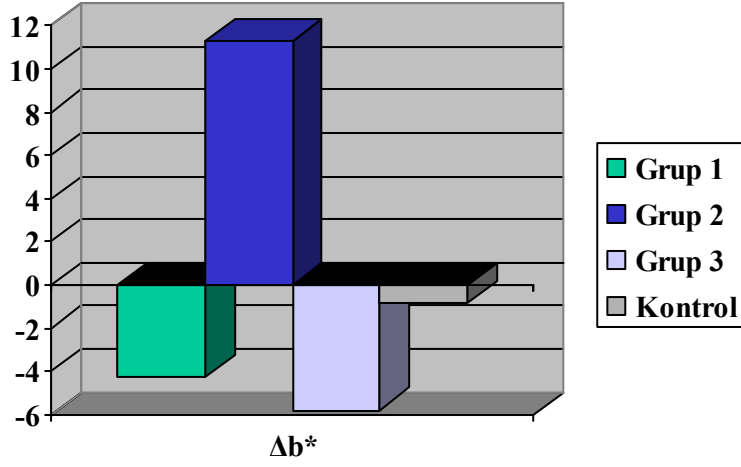
Şekil 12. Tablo 24'deki ΔL^* değerlerinin grafikte gösterilmesi.



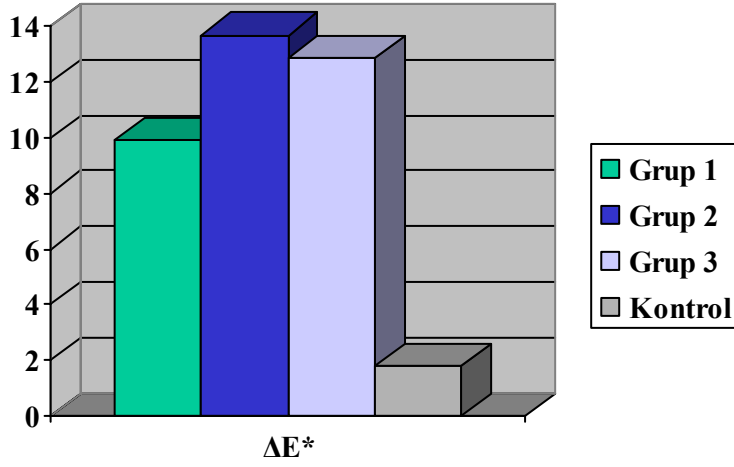
Şekil 13. Tablo 24'deki Δa^* değerlerinin grafikte gösterilmesi.



Şekil 14. Tablo 24'deki Δb^* değerlerinin grafikte gösterilmesi.



Şekil 15. Tablo 24'deki ΔE^* değerlerinin grafikte gösterilmesi.



Tablo 25. Tablo 24'deki değerler karşılaştırıldığında gruplar arasında istatistiksel olarak fark olup olmadığı incelenmektedir.

Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi	ΔL	Δa	Δb	ΔE
Grup 1 / Grup 2	$p > 0,05$	$p < 0,012$	$p < 0,0001$	$p < 0,0001$
Grup 1 / Grup 3	$p < 0,0001$	$p < 0,0001$	$p > 0,05$	$p < 0,0001$
Grup 1 / Kontrol Grubu	$p < 0,0001$	$p < 0,0001$	$p < 0,007$	$p < 0,0001$
Grup 2 / Grup 3	$p < 0,0001$	$p > 0,05$	$p < 0,0001$	$p > 0,05$
Grup 2 / Kontrol Grubu	$p < 0,0001$	$p < 0,0001$	$p < 0,0001$	$p < 0,0001$
Grup 3 / Kontrol Grubu	$p < 0,0001$	$p > 0,05$	$p < 0,0001$	$p < 0,0001$

Tablo 24 ve 25 incelendiğinde,

Başlangıç ve 3. hafta değerleri karşılaştırıldığında Grup 1 ve grup 3 arasında ΔL değerleri bakımından farklılık vardır. Grup 3'e ait değerler daha dūřüktür ($p < 0,0001$).

Grup 1'in bařlangıç ve 3. hafta arasındaki ΔL deęerleri kontrol grubundan daha dūřüktür ($p < 0,0001$).

Başlangıç ve 3. hafta arasındaki ΔL verileri karşılaştırıldığında grup 2 ve grup 3'ün ΔL değerleri arasındaki fark anlamlıdır. Grup 3'e ait değerler daha dūřüktür ($p < 0,0001$).

Grup 2 ile kontrol grubunun bařlangıç ve 3. hafta arasındaki ΔL deęerleri birbirinden farklıdır. Grup 2'ye ait deęerler daha dūřüktür ($p < 0,0001$).

Grup 3 ve kontrol grubu arasındaki farklılık istatistiksel olarak anlamlıdır. Grup 3'e ait değerler daha dūřüktür ($p < 0,0001$).

Başlangıç ve 3. hafta değerleri karşılaştırıldığında Grup 1 ve grup 2 arasında Δa değerleri bakımından farklılık vardır. Grup 1'e ait değerler daha dūřüktür ($p < 0,012$).

Grup 1 ve grup 3'ün başlangıç ve 3. hafta değerleri arasındaki farklılık istatistiksel olarak anlamlıdır. Grup 1'in verileri daha düşüktür ($p < 0,0001$).

Grup 1'in başlangıç ve 3. hafta arasındaki Δa değerleri kontrol grubundan daha düşüktür ($p < 0,0001$).

Grup 2 ile kontrol grubunun başlangıç ve 3. hafta arasındaki Δa değerleri birbirinden farklıdır. Grup 2'ye ait değerler daha düşüktür ($p < 0,0001$).

Başlangıç ve 3. hafta değerleri karşılaştırıldığında Grup 1 ve grup 2 arasında Δb değerleri bakımından farklılık vardır. Grup 1'e ait değerler daha düşüktür ($p < 0,0001$).

Grup 1 ve kontrol grubunun başlangıç ve 3. haftadaki Δb değerleri arasında anlamlı derecede farklılık vardır. Grup 1'in Δb ölçümleri daha düşüktür ($p < 0,007$).

Başlangıç ve 3. hafta arasındaki Δb verileri karşılaştırıldığında Grup 2 ve grup 3'ün Δb değerleri arasındaki fark anlamlıdır. Grup 3 daha düşüktür ($p < 0,0001$).

Grup 2 ile kontrol grubunun başlangıç ve 3. hafta arasındaki Δb değerleri birbirinden farklıdır. Grup 2'ye ait değerler daha düşüktür ($p < 0,0001$).

Grup 3 ve kontrol grubu arasındaki farklılık istatistiksel olarak anlamlıdır. Grup 3'e ait değerler daha düşüktür ($p < 0,0001$).

Başlangıç ve 3. hafta değerleri karşılaştırıldığında Grup 1 ve grup 2 arasında ΔE değerleri bakımından farklılık vardır. Grup 1'e ait değerler daha düşüktür ($p < 0,0001$).

Başlangıç ve 3. hafta arasındaki ΔE verileri karşılaştırıldığında Grup 1 ve grup 3'ün ΔE değerleri arasındaki fark anlamlıdır. Grup 1 daha yüksektir ($p < 0,0001$).

Grup 1 ve kontrol grubunun başlangıç ve 3. haftadaki ΔE değerleri arasında anlamlı derecede farklılık vardır. Grup 1'in Δb ölçümleri daha yüksektir ($p < 0,0001$).

Grup 2 ile kontrol grubunun başlangıç ve 3. hafta arasındaki ΔE değerleri birbirinden farklıdır. Grup 2'ye ait değerler daha yüksektir ($p < 0,0001$).

Grup 3 ve kontrol grubu arasındaki farklılık istatistiksel olarak anlamlıdır. Grup 3'e ait değerler daha yüksektir ($p < 0,0001$).

Tablo 26. Çalışmamızda elde edilen tüm veriler tablo 26’da gösterilmektedir

		Grup 1	Grup 2	Grup 3	Kontrol
L*	Başlangıç	85,129±3,366	85,28±1,964	85,092±3,186	84,215±2,995
	Boyanma	50,049±2,683	50,646±1,016	51,073±2,088	83,788±2,637
	3.Hafta	77,76±2,526	78,327±2,147	73,911±3,319	83,723±2,753
a *	Başlangıç	-0,795±0,796	-1,222±0,916	-0,815±0,831	-0,949±0,728
	Boyanma	6,308±2,364	7,264±2,244	3,36±2,138	-0,782±0,372
	3.Hafta	-4,272±0,718	-3,322±0,431	-1,774±1,034	-0,771±0,368
b *	Başlangıç	-22,945±4,174	-18,427±2,685	-21,063±2,421	-17,658±1,236
	Boyanma	-16,467±1,954	-16,267±2,764	-12,459±3,198	-16,656±1,673
	3.Hafta	-20,737±2,398	-7,156±1,824	-18,246±2,789	-17,497±1,12
ΔL *	1Hafta-boyanma	27,8±6,798	25,82±2,744	12,48±10,397	0,147±0,341
	2.Hafta-boyanma	31,528±6,176	27,568±2,506	17,426±11,556	0,034±0,3
	3.Hafta-boyanma	27,711±4,233	27,681±2,555	22,838±3,456	-0,065±0,373
Δa *	1Hafta-boyanma	-8,601±2,492	-11,089±2,311	-2,299±2,141	-0,008±0,04
	2.Hafta-boyanma	-9,413±2,604	-10,744±2,212	-2,667±2,631	0,023±0,049
	3.Hafta-boyanma	-10,58±2,63	-10,586±2,229	-5,133±2,264	0,01±0,027
Δb *	1Hafta-boyanma	4,936±5,582	5,498±4,418	-1,806±1,517	0,086±0,249
	2.Hafta-boyanma	3,736±4,296	8,558±4,273	-3,111±1,444	-0,017±0,265
	3.Hafta-boyanma	2,209±3,766	9,111±3,345	-5,787±1,82	0,161±0,308
ΔE *	1Hafta-boyanma	29,987±7,296	29,03±2,809	14,038±8,915	0,323±0,31
	2.Hafta-boyanma	33,396±6,566	31,172±2,191	19,671±8,4	0,323±0,221
	3.Hafta-boyanma	30,05±4,385	31,23±2,767	24,327±3,021	0,428±0,255
ΔL *	3.Hafta-başlangıç	-7,369±2,859	-6,953±1,752	-11,181±2,021	-0,492±1,128
Δa *	3.Hafta-başlangıç	-3,477±0,825	-2,099±1,008	-0,959±1,655	0,178±0,746
Δb *	3.Hafta-başlangıç	-4,27±2,851	11,271±2,848	-5,787±1,82	-0,841±1,29
ΔE *	3.Hafta-başlangıç	9,907±1,525	13,687±2,023	12,852±1,973	1,763±1,062

5. TARTIŞMA

Kimyasal kompozisyonu ve yapısı insan dişlerine benzer olduğundan sığır dişleri araştırmalarda sıklıkla kullanılmaktadır (126, 151). Beyazlatmanın etkinliğinin incelendiği in-vitro araştırmalar çekilmiş insan dişleri üzerinde de yapılmıştır (25, 27, 32, 51, 52, 57, 71, 152). Ancak son zamanlarda özellikle spektrofotometre kullanılan araştırmalarda sığır dişleri de bu tip deneylerde kullanılmaya başlanmıştır (29, 53, 153). Kwon ve ark, sığır dişleri ve spektrofotometre kullandıkları araştırmalarında elde ettikleri L* değerlerinin insan dişi kullanılan çalışmalarla kıyaslandığında daha yüksek olduğunu belirtmişlerdir. Araştırmacılar, sığırların insanlara göre daha basit bir diyetle beslenmelerinin, insanlarla kıyaslandığında çok daha genç hayvanlardan elde edilmiş olmalarının, daha temiz ve renklerinin beyaza daha yakın olmasının bu dişlerin ışığı yansıtma özelliklerini değiştirebileceği yorumunda bulunmuşlardır (29). Bizim çalışmamızda da başlangıç L* değerleri insan dişleri kullanılan araştırmalara göre daha yüksek bulunmuştur.

Dentinin mine yüzeyinden boyanmasını engellemek amacıyla örneklerin mine yüzeyine iki kat tırnak cilası sürülmüştür. Tırnak cilasının %10'luk karbamit peroksitin beyazlatma etkisini engellemediği gösterilmiştir (122).

Dişlerin daha iyi boyanmasını sağlamak için dentin kanallarının açılması amacıyla dişler 1 saat süreyle sodyum hipokloritte bekletilmiş ardından pulpa odasının dentin duvarına 15 sn süreyle fosforik asit uygulanmıştır (49, 54).

Intrakoronal beyazlatmanın başarısını inceleyen çalışmalarda dişlerin içerden renkleşmesini taklit etmek amacıyla örnekler kan kullanılarak boyama işlemlerine tabi tutulmaktadır (49, 50, 51, 52, 54-57, 154). Bizim çalışmamızda da Freccia ve Peters'in 1982 yılında önerdiği yöntem kullanılarak örnekler kanla renklendirilmiştir (49).

Değişik sodyum perborat tipleri arasında beyazlatma etkinliği açısından bir farklılık olmadığı daha önceki araştırmalarda gösterilmiştir (54, 155, 156). Bizim araştırmamızda da sodyum tetrahidrata yer verilmiştir.

Grup 1’de kullanılan sodyum perboratın uygulama süresi 3 haftadan daha kısa olduğunda hidrojen peroksitle karıştırılmasının su ile karıştırılmasından daha iyi sonuç verdiğini bildiren çalışmalar bulunmaktadır (60, 61). Sodyum perboratın suyla, %3-%35’lik hidrojen peroksitle, karbomit peroksitle veya klorheksidinle karıştırılmasının beyazlatmanın sonucunu etkilemediğini gösteren araştırmalar da mevcuttur (53, 65). Sodyum perboratın su veya hidrojen peroksit ile karıştırılmasının beyazlatma etkinliği açısından benzer sonuçları olmakla beraber su kullanılarak hazırlanan patların dişlerin mikrosertlik değerlerini daha az oranda düşürdüğü bilinmektedir (71). Hidrojen peroksit, sodyum perboratla birlikte kullanıldığında mikrosertlikte azalmaya neden olmamıştır (69). Ancak bu kombinasyonda da hidrojen peroksit konsantrasyonu arttığından periodontal membrana sızma ve dolayısıyla servikal rezorpsiyon riskinin ortaya çıktığına değinilmiştir (69). Araştırmacılar hidrojen peroksitin yüksek konsantrasyonlarının kullanımından kaçınılmasını ve gerekli olduğu takdirde sodyum perborat kullanılarak intrakoronel beyazlatma yapılmasını önermişlerdir (69).

Beyazlatma materyallerinin asidik pH’larının non-vital beyazlatmanın dış kök rezorpsiyonu nedenleri arasında olabileceği düşünülmektedir (62, 63, 156). Sodyum perboratın alkali, hidrojen peroksitin ise asidik olduğu bulunmuştur (157). İki madde karıştırıldığında ise pH, önce asidik daha sonra iyonize olan sodyum perborat miktarı arttıkça alkali olmaktadır (62, 157). Hidrojen peroksitin kök dışına sızma kapasitesi araştırıldığında ise sodyum perborat+su kullanılarak hazırlanmış patlar, sadece hidrojen peroksit uygulanması veya sodyum perborat+hidrojen peroksit kullanılmasına oranla dış kök rezorpsiyonuna neden olma açısından daha güvenli bulunmuştur (157, 158). Rotstein ve ark. sodyum perboratla hidrojen peroksit (%30) ve karbomit peroksiti (%10) karıştırarak karşılaştırmışlar ve %30’luk hidrojen peroksitin minede, dentinde ve sementte Ca seviyesini azalttığını bildirmişlerdir. Sement ve dentindeki kalsiyum-fosfat oranındaki düşüş minedekinden daha belirgin olmuştur (70). Chng ve ark, 2002, hidrojen peroksit, sodyum perborat+su, sodyumperborat+hidrojen peroksit karışımlarını intrakoronel beyazlatmada karşılaştırmışlar ve insan dentin dokusu üzerinde gerilme kuvvetlerine dayanıklılığını, makaslama kuvvetlerine dayanıklılık ve mikrosertlik değerlerinde neden oldukları değişiklikleri incelemişlerdir. Araştırmacılar, en düşük gerilme kuvvetlerine dayanıklılık hidrojen peroksit grubunda bulunduğunu, tüm grupların gerilme kuvvetlerine

dayanıklılığının kontrol grubuna göre daha düşük olduğunu belirlemişlerdir. Hidrojen peroksit ve sodyum perborat+hidrojen peroksit gruplarının makaslama kuvvetlerine dayanıklılığının kontrol grubundan daha düşük olduğunu bulmuşlardır (118). Sodyum perboratın suyla hazırlanmış patı aynı teknikle aynı sürelerde uygulandığında kök yüzeyinin *S. Faecalis*'e geçirgenliğini arttırmazken hidrojen peroksitin tek başına veya sodyum perboratla karıştırılması arttırmıştır (98). Bu nedenlerle bizim araştırmamızda sodyum perborat patı hazırlamak amacıyla sadece distile su kullanılmıştır.

Grup 2'de kullanılan "Opalescence Endo" intrakoronal beyazlatma işlemlerinde kullanılmak üzere üretilmiş %35'lik hidrojen peroksit jelidir. İçerdiği hidrojen peroksit miktarı ofiste beyazlatma için tasarlanmış olan ve grup 3'te kullanılan "Opalescence Xtra" ile aynıdır. Grup 3'ün değerlendirilmesinde beyazlatma maddesinin ve konsantrasyonunun değil de yöntemin öne çıkmasını sağlamak amacıyla "Opalescence Endo" araştırmamıza dahil edilmiştir.

Grup 3'te kullanılan "Opalescence Xtra" hem vital hem de non-vital dişlerde beyazlatma yapmak amacıyla üretilmiş %35'lik hidrojen peroksit jelidir. İçerdiği "karoten" sayesinde ışığın yaydığı ısı enerjisini tutar ve diş yüzeyinde sıcaklık artışına neden olur (32, 159). Işıkla aktive olan jellerin değerlendirildiği çalışmaların çoğunda bu jelle yer verilmesi ve kullanma kılavuzunda özellikle non-vital beyazlatmada kullanılmasının önerilmesi nedeniyle bizim çalışmamızda "thermophotobleach" yönteminde bu jel kullanılmıştır (32, 114, 153).

Beyazlatma jellerinin etkinliğinin artırılmasında ışıkla aktive edilmelerinin ne derece etkili olduğu çok iyi aydınlatılamamıştır (85). "Opalescence Xtra"nın en fazla renk değişikliğini halojen ışık ile kombine edildiğinde ortaya çıkardığı gösterilmiştir (32). Bu nedenle bizim çalışmamızda ofis tipi beyazlatmada "Opalescence Xtra" ile kullanılmak üzere "halojen ışık" tercih edilmiştir. Halojen ışık cihazı "Optilux 501"nin "ışık gücü" daha fazla olan "bleach" ayarı kullanılmıştır .

Halojen ışık kaynağı "Optilux 501"nin "bleach" seçeneğinde çalıştırıldığında gücü 1000 mW/cm²'nin üzerindedir. "Opalescence Xtra"nın yüksek ışık gücündeki ışık kaynaklarıyla birlikte kullanıldığında jel üzerine 1 dakika ışık verildikten sonra jelin

uzaklaştırılarak yenilenmesi üretici firma tarafından tavsiye edilmektedir. Bu nedenle bizim çalışmamızda grup 3'de ofis tipi beyazlatma yapılırken beyazlatma jeli 1 dakika ışık uygulandıktan sonra taze jel ile değiştirilmiştir.

Tam olarak ispatlanmamış olmakla beraber dış kök rezorpsiyonunun nedenlerinden birisinin pulpasız dişlerde açık dentin kanallarından periodontal membrana geçen hidrojen peroksitin iltihabi bir reaksiyon başlatması olabileceği düşünülmektedir (48). Ayrıca güçlü oksidatif olması nedeniyle %35'lik hidrojen peroksitin yumuşak dokularla teması istenmeyen bir durumdur (100, 101, 104, 106-109). Non-vital dişlerde termokatalitik beyazlatma yapılırken % 30'luk hidrojen peroksitin kök yüzeyine penetrasyonu 24, 37 ve 47 °C'lerde ısı uygulandığında 5, 20, 40, 60 dakikalık periyotlarda incelenmiştir. Sıcaklık arttıkça penetrasyon miktarı artmış, 5 dakikalık ısı uygulanmasının kök yüzeyine penetrasyon açısından tüm sıcaklıklarda güvenli olduğu bildirilmiştir. Araştırmacılar, dişin 5 dakika ısı uygulandıktan sonra 5 dakika soğutulmasını önermişlerdir (133). Lewinstein ve ark, 1994, uygulama süresinin ve ısının intrakoronel beyazlatma materyallerinin mine ve dentinin mikrosertliği üzerine olan etkilerinde değişikliğe neden olup olmadığını incelemişlerdir. Hidrojen peroksitin %30'luk konsantrasyonunun tek başına kullanıldığında dentinin mikrosertliğini 5. dakikadan sonra, minenin mikrosertliğini ise 15. dakikadan sonra azalttığını bildirmişlerdir. Araştırmacılar dişlerin mikrosertliğindeki azalmanın beyazlatma ajanının dişe temas ettiği süre ile ilişkili olduğunu ve ısı uygulamasının bu etkiyi değiştirmediğini bildirmişlerdir. Bu nedenlerle bizim çalışmamızda her seansta dişlere 5 dakika süreyle ısı uygulanmıştır.

Literatürde non-vital dişlerde ısı uygulanan çalışmalarda seans başına 5 ve 6 dakikalık periyotlar kullanılmıştır (57, 71). Bizim çalışmamızda da her seansta toplam 5 dakika ışık kullanıldıktan sonra renk ölçümü yapılmıştır.

Beyazlatma çalışmalarının sonuçlarını değerlendirmek üzere renk skalalarına alternatif olarak kolorimetreler (25, 28, 31, 32), spektrofotometreler (50, 51, 71, 153), dijital fotoğraflar (32, 53) kullanıldığı görülmektedir. Bu üç yöntemin sonuçlarının birbiriyle uyumlu olduğunu gösteren çalışmalar mevcuttur (32, 160). Spektrofotometreler, yüzey renginin ölçülmesinde en yaygın olarak kullanılan aletlerdir, uzun süre doğru,

objektif ve standartlara uygun sonuçlar verirler (146). Ayrıca insan gözü 3 çeşit sensör içerirken bu cihazlar daha çok sayıda sensör içerirler ve insan gözünün ayırdedemeyeceği farklılıkları da tespit edebilirler (151). Bu gibi avantajları nedeniyle bizim çalışmamızda renk ölçümleri spektrofotometre kullanılarak yapılmıştır.

Ölçümlerin her zaman aynı yerden yapılmasının zorunlu olması spektrofotometre kullanmanın zorluklarından (146). Bu koşulu yerine getirebilmek amacıyla araştırmacılar çeşitli yöntemler kullanmışlardır. Bunlar arasında her diş için lastik veya silikon kalıplar yapılması, özel silikon başlıklar veya teflon diskler hazırlanması gibi yöntemler sayılabilir (25, 28, 31, 32, 29, 50, 51, 71). Bizim çalışmamızda bu amaçla spektrofotometrenin başlığındaki deliklere oturacak şekilde bir döküm başlık hazırlanmış ve her diş için özel silikon kalıplar yapılmıştır. Bu sayede tekrarlanan ölçümlerin hep aynı yerden yapılması sağlanmıştır. Aynı bölgeden değişik zamanlarda kaydedilen değerler arasında fark olmadığı yapılan pilot çalışma neticesinde istatistiksel olarak ispatlanmıştır ($p < 0.001$).

Jones ve ark, 1999'da yayınladıkları araştırmalarında 40 adet çekilmiş üst orta keser diş kullanmışlardır. Her grupta 10 diş olacak şekilde gruplara ayırdıkları örnekler üzerinde vital dişlerde evde ve ofiste beyazlatma yöntemlerini in-vitro olarak karşılaştırmışlardır. Ofis tipi beyazlatma yapılan grupta hidrojen peroksit, argon lazer kullanılarak aktive edilmiştir. Lazerlerle tek seferde hidrojen peroksitin aktive edilmesi renkte klinik olarak anlamlı değişikliğe yol açmamıştır ($\Delta E < 3.3$). Araştırmacılara göre evde beyazlatmada kullanılan %10 ve %20'lik karbomit peroksit gruplarının ikisi de hem istatistiksel hem de klinik olarak anlamlı renk değişikliğine neden olmuştur. En fazla renk değişikliğinin L* ekseninde görüldüğünü bildirmişlerdir (27). Bizim çalışmamızda da ofis tipi beyazlatmanın etkinliği daha az bulunmuştur. En fazla renk değişikliği ise L* değerlerinde görülmüştür. Bu sonuçlar bizim çalışmamızla uyumludur.

Kwon ve ark, 2002, renkleştirilmiş sığır dişlerini beyazlatmak için 3 gün süreyle %30'luk hidrojen peroksit batırmışlardır. Spektrofotometrenin 16 mm'lik başlığına adapte olabilmeleri amacıyla dişlerin dudak yüzeylerini bu çapa uyacak şekilde düzleştirmişlerdir. Araştırmacılar, ölçümün her zaman aynı yerden yapılabilmesi için dişleri teflon disklerin

içine yerleştirerek başlangıç, 1., 2., ve 3. günlerde renk ölçümü yapmışlardır. En çok renk değişikliği 1. günde gözlenmiş ve sonraki gün renkteki değişiklik azalarak artmaya devam etmiştir. Bizim çalışmamızda da en fazla renk değişikliği tüm gruplarda birinci uygulamalardan sonra görülmüştür. Kwon ve ark L* değerlerinin zamanla arttığını, b* değerlerinin ise azaldığını bildirmişlerdir. Dişlerin rengi açılmış ve sarılıkta azalma olmuştur. Bu araştırmanın sonuçları bizim sonuçlarımızı destekler yöndedir (29).

Horn ve ark, 1998, su ve hidrojen peroksit ile hazırlanmış sodyum perborat patlarının kanla boyanmış dişlerde kullanıldığı in-vitro bir çalışma yapmışlardır. 6 gün içinde iki defa beyazlatıcıyı değiştirmişler ve başlangıçta, boyanmadan sonra, beyazlatmadan 1, 30 ve 60 gün sonra spektrofotometre kullanarak renk tespiti yapmışlardır. Sadece L* değerlerinin bildirildiği çalışmalarının sonucuna göre L* değerleri boyanma ile belirgin bir düşüş göstermiş ancak beyazlatma neticesinde orjinal renklerine dönmüşlerdir (50). Renk skalası kullanarak benzer sonuçlar bildiren çalışmalar bulunmaktadır (55). Bizim çalışmamızda da L* değerleri boyanma ile belirgin düşme göstermiş ancak beyazlatma sonucunda başlangıçtaki değerlere dönüş olmamıştır. Başlangıç rengine dönüş açısından sonuçlar bizim çalışmamızla uyumlu değildir.

Vachon ve arkadaşları 38 adet çekilmiş insan dişini kanla boyamışlar ve %30'luk hidrojen peroksit+sodyum perborat kombinasyonu ile %10'luk karbomit peroksiti karşılaştırmışlardır. Beyazlatıcı maddeleri 14 gün içinde 3 kere değiştirmişler ve spektrofotometre ile ölçerek renk değerlendirmesi yapmışlardır. Ayrıca dişlere kompozit restorasyon yaptıktan sonra 3 ay bekletmişler sonuçta dişlerin boyanmadan önceki renklerine dönmediklerini bulmuşlardır (51). Bizim çalışmamızda da dişler beyazlatıldıktan sonra boyanmadan önceki orjinal renklerine dönmediğinden (tablo 24) sonuçlar paralellik göstermektedir.

Lim ve ark, 2004, çekilmiş dişler kanla boyandıktan sonra üzerinde non-vital beyazlatma yapılmasını planlamışlardır. Sodyumperborat+distile su ile %35'lik hidrojen peroksit ("Opalescence Endo") ve %35'lik karbomit peroksitin etkileri karşılaştırılmıştır. Araştırmacılar sodyum perborat ile beyazlatmanın karbomit peroksit ve hidrojen peroksitle beyazlatma ile aynı sonuçları verebilmesi için en az iki seans gerektiğini belirtmişlerdir.

Tüm gruplarda dişlerin %50'si 1. seanstan sonra daha fazla beyazlama göstermemiştir (52). Bizim çalışmamızda “walking bleach” tekniğinde sodyum perborat+su kombinasyonu ile hidrojen peroksit karşılaştırılmış ancak 1. 2. ve 3. haftalarda aralarında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunamamıştır. Sonuçlar bu açıdan bizim çalışmamızla farklılık göstermektedir. Dentinin organik kısmı daha fazla olduğundan beyazlatma materyallerinden daha çabuk etkilenmektedir (69). Bu farklılığın sebebinin bizim çalışmamızda örneklerin dentin dokusu kullanılarak hazırlanması olabileceği görüşündeyiz.

Lai ve ark, 2003, yılında yayınladıkları çalışmalarında “walking bleach” ve ofiste beyazlatma yöntemlerini karşılaştırmışlardır. Termokatalitik, “walking bleach” ve iki yöntemin kombinasyonunun karşılaştırıldığı araştırmada renk ölçümleri spektrofotometre kullanılarak yapılmıştır. Kontrol grubu stabil kalırken ΔL^* , Δa^* , Δb^* parametrelerinde kontrol grubuna göre anlamlı derecede değişiklikler görülmüştür. Renk ölçümlerinin 1. ,2. ,3. ve 4. haftalarda yapıldığı çalışmada ΔL^* değerleri siyah-beyaz ekseninde beyaz yönüne, Δa^* değerleri kırmızı-yeşil ekseninde yeşil yönüne, Δb^* değerleri ise sarı-mavi ekseninde mavi yönüne kayma olduğunu göstermiştir . Yöntemler arasında fark bulunamamıştır (71). Sonuçlar $L^*a^*b^*$ eksenlerindeki değişiklikler bakımından bizim çalışmamızı desteklemektedir.

Wetter ve ark, 2004, çekildikten sonra tütün, çay kahve, kola ve kırmızı şarap kullanarak boyadıkları dişlerde vital bleaching'de olduğu gibi mine yüzeyine beyazlatma ajanı uygulamışlardır. Boyanmayla birlikte L^* değerlerinde düşüş, b^* ve a^* değerlerinde ise artış görülmüştür. Beyazlatma işlemlerinin neticesinde L^* parametresi yükselmiş, b^* ve a^* parametreleri düşmüştür. Sonuç olarak $L^*a^*b^*$ değerlerinin boyanmadan önceki hallerine dönmediklerini bildirmişlerdir (153). Sonuçlar bizim çalışmamızla uyumludur.

Oliviera ve ark, 2006, %2'lik kloheksidin jeli, %37 karbomit peroksit, %30 hidrojen peroksiti sodyum perboratla karıştırarak intrakoronel beyazlatma yapmışlardır (53). Bu çalışmada %30'luk hidrojen peroksitle sodyum perboratın beyazlatma etkinlikleri aynı bulunmuştur. Sonuçlar bu açıdan bizim çalışmamızla uyumludur.

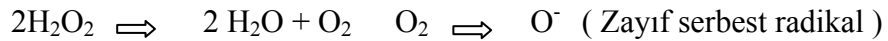
Ishikawa-Nagai ve ark., 2004, hasta üzerinde karbamit peroksit içeren iki vital bleaching sistemini karşılaştırmışlardır. İki sistem arasında renk değişikliği açısından anlamlı farklılık olmadığını bulmuşlardır. Renk değişikliği üzerindeki en etkili faktör sarı-mavi (b^*) eksenindeki değişiklikler olarak bulunmuş, bunu sırasıyla açıklık-koyuluk (L^*) ve kırmızı-yeşil (a^*) eksenlerindeki değişiklikler izlemiştir. Beyazlatmadan sonra L^* değerleri artmış, a^* ve b^* değerleri düşmüştür (33). Bizim çalışmamızda beyazlatma neticesinde L^* değerleri yükselmiş, a^* ve b^* değerleri düşmüştür. Dışardan beyazlatmanın da yapıldığı grupta en belirgin renk değişikliği b^* ekseninde görülmüştür.

Bizim çalışmamızda Grup 3'e ait Δb^* değerleri 1. haftadan başlayarak diğer gruplarla kıyaslandığında anlamlı derecede düşük bulunmuştur; ayrıca diğer gruplardan farklı olarak 2. ve 3. haftalarda düşmeye devam etmiştir (Tablo 18). Grup 3'ü diğer gruplardan ayıran önemli bir özellik beyazlatma ajanının dentine sadece pulpa odasından değil, aynı zamanda mine yüzeyinden de uygulanmış olmasıdır. Dişlerin beyazlatılmasında hidrojen peroksit, mine ve dentinin organik matriksine difüze olmaktadır (4). Minenin hacimsel olarak %96'sı inorganik tuzlardan, %4'ü ise su ve organik materyalden oluşmaktadır. Dentinin ise yine hacimsel olarak %70'i inorganik madde, %30'u su ve organik maddedir (4, 161). Dentinin rengi sarımsıdır. Işık yüksek oranda mineralize olan mireden geçerek dentine ulaşır ve dentinden yansır (161). Daha fazla organik madde içeren ve dişe asıl rengini veren doku dentindir. Bu iki nedenle beyazlatma esas olarak dentinde gerçekleşmektedir. Dentin, kollajen fibrillerden yapılmış organik matriksin içine gömülmüş apatit kristallerinden oluşmaktadır (162). Dentinin yapısı incelendiğinde dentin kanallarını çevreleyen dentin (peritübüler dentin) hipermineralizedir ve kollajen içermez (162). Kanallar arasındaki dentinin (intertübüler dentin) organik kısmı daha fazladır (163). Bu nedenle organik matriksin bulunduğu intertubular dentin, beyazlatmanın esas olarak gerçekleştiği sahadır. İntertübüler dentin, mine-sement sınırında dentin yüzeyinin %96'sını oluştururken bu oran pulpaya doğru gidildikçe azalmakta ve pulpanın çevresinde %12 ye düşmektedir (162). Pulpa etrafındaki iç dentinde dentinin %80'ini dentin kanallarının boşlukları oluşturmaktadır (162). Mine tarafından hidrojen peroksit uygulanması yapılan grup 3'te b^* değerlerindeki bu düşüşün beyazlatmanın esas olarak minenin yakınındaki dentinde meydana gelmesinden kaynaklanabileceğini düşünmekteyiz. Mine yüzeyine karbamit peroksit uygulandığında mine-dentin sınırından pulpa odasına

kadar tüm dentinde homojen bir beyazlama olduğu görülmüştür (26). Ancak beyazlatma ajanı sadece pulpa odasına yerleştirildiğinde beyazlama etkisinin aynı şekilde homojen olup olmayacağını araştıran bir çalışma bulunmamaktadır. Bununla birlikte iç, orta ve dış dentinin intrakoronal beyazlatmada hidrojen peroksit uygulandığında mikrosertliğinin sırasıyla %50, %42, %28 oranında azaldığı gösterilmiştir (118). Bu sonuca göre pulpa yüzeyinden uygulandığında dentinin katmanları hidrojen peroksitten eşit şekilde etkilenmemektedir. Aynı şekilde intrakoronal beyazlatmada kullanılan hidrojen peroksitin intertubular dentinin mikrosertliğini peritubular dentine göre daha fazla etkilediği bildirilmiştir (164). Literatür incelendiğinde intrakoronal beyazlatmanın başarısını spektrofotometre kullanarak inceleyen az sayıda araştırmada bulunmaktadır (50, 51, 71). Yapılmış olan araştırmalarda da genellikle L*, ΔL* veya ΔE* değerleri bildirilmiş, a*, b*, Δa*, Δb* verileri üzerinde durulmamıştır (50, 51). Lai ve ark termokatalitik yöntemle walking bleach yöntemini karşılaştırdıkları araştırmalarında Δb* değerleri açısından iki grup arasında fark olmadığını ifade etmişlerdir; ancak bu araştırmada termokatalitik beyazlatma sadece pulpa yüzeyinden uygulanmış, mine yüzeyine hidrojen peroksit uygulaması yapılmamıştır (71). Bu verilerden yola çıkarak içerden renkleşmiş dişlerin beyazlatılmasında mine yüzeyinden de hidrojen peroksit uygulanmasının beyazlatma etkinliğini arttıracaklarını düşünmekteyiz.

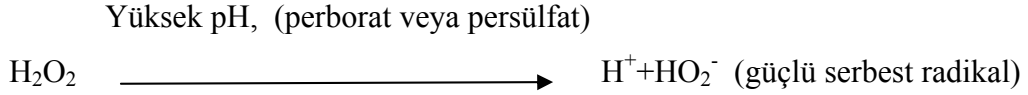
Hidrojen peroksit, ortamın pH'ına, ışık etkisine, ısı, kokatalizörler veya eşlik eden metalik reaksiyonların varlığına göre farklı şekillerde iyonize olur. Reaksiyon ısı ve ışıkla aktive edildiğinde (photo dissociation) aşağıdaki gibi gerçekleşmektedir (3, 7):

Isı veya ışık



Bizim çalışmamızda “thermophotobleach” yöntemiyle beyazlatmanın başarısı “walking bleach”e göre daha düşük bulunmuştur. Bunun nedenlerinden birisinin yukarıda açıklandığı şekilde bu işlem sırasında oluşan serbest radikallerin düşük kaliteli olması olabileceğini düşünmekteyiz.

Alkali bir ortamda perhidroksil radikallerinin miktarı fazla olur çünkü reaksiyonun başlaması için daha düşük bir enerji gerekmektedir. Bazik ortamda reaksiyon daha hızlı başlar ve asidik ortama göre daha iyi bir dönüşüm gerçekleşir (7, 73); böylece beyazlatmanın etkinliği artar (129). Alkali ortamlarda tepkime aşağıdaki gibi sonuçlanır (anionic dissociation) (3, 4, 7).



Beyazlatmada en etkili serbest radikal OH⁻ radikalidir (79).

Yüksek konsantrasyonda hidrojen peroksitin etkisinin ortaya çıkmasını hızlandırmak için ısı veya ışık kullanılarak aktive edilmesi ilk seansta belirgin beyazlatma sağlamaktadır (4, 11). Bununla birlikte en iyi sonucun elde edilebilmesi için seans sayısının artırılması gerekmektedir (31, 91). Seans sayısının artırılmasının sonucu etkilemediğini bildiren çalışmalar da mevcuttur (110). Bizim çalışmamızın sonuçları da seans sayısı arttıkça beyazlatma etkinliğinin arttığını destekler yöndedir. Tablo 21 incelendiğinde “thermophotobleach” grubunun 2. ve 3. haftalardaki ΔE^* değerleri anlamlı derecede farklıdır. “Thermophotobleach” uygulanan dişlerin rengi (Grup 3) “walking bleach” gruplarının (Grup 1 ve 2) aksine değişmeye devam etmektedir (Tablo 21). Bu veriden yola çıkarak “daha çok sayıda seans yapıldığı veya seans başına uygulama süresi arttırıldığında beyazlatma etkinliğinin diğer grupları yakalama ihtimali bulunmaktadır” sonucuna varılabilir. Bu sonuçlar literatürde termokatalitik yöntemle “walking bleach” yöntemlerini karşılaştırılan çalışmalarla uyumlu değildir (57, 71). Hein ve ark in-vitro bir ortamda hidrojen peroksitin ayrışması üzerine ışığın etkilerini inceledikleri çalışmalarında karoten içeren ve kırmızımsı rengi olan bir beyazlatma ajanının sıcaklığının önemli derecede arttığını ancak bu artışın hidrojen peroksitin ayrışma hızını arttıracak kadar olmadığını bildirmişlerdir (159). Daha önce yapılan çalışmalarda bizim çalışmamızdan farklı olarak kullanılan ısı kaynağı, metal uçlu termostatlı ısı aletleridir. Bu aletlerin sıcaklığı 50-60 °C’ye ayarlanmaktadır (11, 57, 71). “Opalescence Xtra”+halojen ışık kombinasyonunu uygulandığı dişlerde oda ısısının 6.9 °C üzerinde bir artış görülmüştür (32). Işık uygulandığında ısı artışının termostatlı metal uç kadar yüksek olmaması

sonuçlarımızın literatürdeki çalışmalarla uyumlu olmamasının nedenleri arasında olabileceğini düşünmekteyiz.

Beyazlatma maddesinin diş üzerine temas ettiği süre arttıkça beyazlatma etkinliği artmaktadır (4). Grup 2'deki %35'lik hidrojen peroksitin temas süresi grup 3'teki ışıkla ayrışması hızlandırılan ve temas süresi azaltılan %35'lik hidrojen peroksit göre daha fazladır. Aynı konsantrasyondaki bu iki maddenin arasındaki farkın temas süresinin termofotokatalitik grupta daha düşük olmasına bağlı olabileceği görüşündeyiz. Bizim deneyimizde grup 3'teki "Opalescence Xtra"nın kullanımında üretici firmanın non-vital dişler için önerdiği jelin 1 dakikalık ışık uygulamasının ardından değiştirilmesi yönündeki talimatına uyulmuştur. Temas süresi arttırıldığında kök yüzeyine penetrasyon dolayısıyla diş kök rezorpsiyonu riski artmaktadır bu nedenle seans süresi 5 dakika ile sınırlı tutulmuştur (11).

Kök yüzeyine 3 katman halinde metilselüloz veya metakrilikasit kopolimer kaplanmasının hidrojen peroksitin kök dentinine sızmasını önemli oranda azalttığı gösterilmiştir (66). Kök yüzeyine sızmayı engelleyen maddeler ve ışıkla aktive edilen sistemlerin incelendiği araştırmalar yapılmasına ihtiyaç bulunmaktadır. Bu tip materyaller bulunduğu takdirde pulpasız dişlere ofis bleaching sürelerinin uzatılabileceği ve daha tatminkar sonuçlar elde edilebileceği düşüncesindeyiz.

6. SONUÇLAR

L* değerleri üç grupta da boyanma ile siyaha, beyazlatma ile beyaza yaklaşmıştır. Tüm grupların a* değerleri boyanma ile kırmızı beyazlatma ile yeşil yönünde değişiklik göstermiştir.

Açıklık koyuluk eksenine bakıldığında başlangıçta ve boyanmada gruplar arasında farklılık yoktur. İntrakoronal beyazlatma sonucunda “walking bleach” grupları birbiriyle aynıdır.

Ofiste beyazlatma grubundaki dişlerin beyazlatma sonrasında “walking bleach” grubuna göre daha koyu renkli olduğu bulunmuştur.

Beyazlatma neticesinde oluşan toplam renk değişikliğine bakıldığında (ΔE) “walking bleach” gruplarının tüm haftalarda birbirleriyle aynı olduğu görülmüştür. Yine 1.2. ve 3. haftalarda “ofis bleaching” grubunda daha az renk değişikliği meydana gelmiştir.

“Walking bleach” yönteminin 2 hafta uygulanması gerekli ve yeterlidir.

Tüm gruplar incelendiğinde beyazlatma neticesinde dişler başlangıçtaki renklerine dönmemişlerdir.

Birinci haftadan sonra ΔE^* değerlerinde 3. grupta anlamlı değişiklik görülmüştür. Birinci ve 2. gruplarda değişiklik olmamıştır. Bu durum seans sayısı arttırıldığı takdirde 3. grubun diğer grupları yakalama ihtimali olduğunu göstermektedir.

Non-vital dişlerde hem pulpa odasından hem de mine yüzeyinden beyazlatma yapılması sadece pulpa odasından beyazlatma uygulanan dişlere göre daha fazla beyazlatmaya neden olmaktadır.

Bu çalışmada üretilen renkleşme, pulpası canlı dişlerde görülenden farklıdır. Travma görmüş dişlerde meydana gelen renkleşmenin oluşmasında yalnız kanın değil aynı zamanda nekrotik doku artıkları ve bakteri ürünlerinin etkili olduğu düşünülmektedir (1, 56).

7. KAYNAKLAR

- 1) Bayırlı G. Diş Renkleşmeleri ve Beyazlatma. In: Endodontik Tedavi 1. İstanbul Üniversitesi Basımevi ve film merkezi. İstanbul-1998, 585-621.
- 2) Watts A, Addy M. Tooth discoloration and staining. A review of the literature. Br Dent J; 190: 309-316, 2001.
- 3) Sulieman M. An overview of bleaching techniques: 1.History, Chemistry, safety and Legal Aspects. Dent Update, 31: 608-616, 2004.
- 4) Goldstein RE, Garber DA. Complete Dental Bleaching. Chicago, Quintessence Int Publishing, 1995.
- 5) Attin T, Paque F, Ajam F, Lennon AM. Review of the current status of tooth whitening with the walking bleach technique. Int Endod J, 3:13-29, 2003.
- 6) Abbot C. Bleaching discolored teeth by means of 30% perhydrol and electric light rays. J Allied Dent Soc, 13: 259, 1918. In: Attin T, Paque F, Ajam F, Lennon AM. Review of the current status of tooth whitening with the walking bleach technique. Int Endod J, 3:13-29, 2003.
- 7) Dunitz M. Bleaching discoloured teeth. In: Esthetic dentistry and ceramic restorations. Dunitz, London, 1999, pp: 81-116.
- 8) Sulieman M. An overview of bleaching techniques : 2. nightguard vital bleaching and Non-Vital Bleaching. Dent Update, 32: 39-46, 2005.

- 9) Joiner A. The bleaching of teeth: A review of the literature. *J Dent* 34: 412-419, 2006.
- 10) Friedman S, Rotstein I, Libfeld H, Stabholz A, Helmig I. Incidence of external root resorption and esthetic results in 58 bleached pulpless teeth. *Endod Dent Traumatol*, 4: 23-26, 1988.
- 11) Greenwall L. *Bleaching Techniques in Restorative Dentistry*. London : Martin Dunitz, pp. 132-163, 2005.
- 12) Bizhang M, Heiden A, Blunck U, Zimmer S, Seeman R, Roulet JF. Intracoronal bleaching of discolored non-vital teeth. *Oper Dent*, 28: 334-340, 2003.
- 13) Chapple JA. Restoring discolored teeth to normal. *Dent Cosmos*, 19: 499, 1877. In: Goldstein RE, Garber DA. *Complete Dental Bleaching*. Chicago, Quintessence Int . Publishing , 1995.
- 14) Taft J. Bleaching teeth. *Am Dent Sci*, 12: 364, 1878/1879. In: Attin T, Paque F, Ajam F, Lennon AM. Review of the current status of tooth whitening with the walking bleach technique. *Int Endod J*, 3:13-29, 2003.
- 15) Westlake A. Bleaching teeth by electricity. *Am J Dent Sci*, 29:101, 1895-1896. In: Attin T, Paque F, Ajam F, Lennon AM. Review of the current status of tooth whitening with the walking bleach technique. *Int Endod J*, 3:13-29, 2003.
- 16) Ames JW. Removing stains from mottled enamel. *J Am Dent Assoc*, 24: 1674-1677, 1937. In: Attin T, Paque F, Ajam F, Lennon AM. Review of the current status of tooth whitening with the walking bleach technique. *Int Endod J*, 3:13-29, 2003.
- 17) Younger HB. Bleaching mottled enamel. *Text Dent J*, 60: 467-470, 1942.

- 18) Cohen S, Parkins FM. Bleaching tetracycline-stained vital teeth. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*, 29: 465-471, 1970.
- 19) Corcoran JF, Zillich RM. Bleaching of vital tetracycline stained teeth. *J Mich State Dent Assoc*, 56: 340-343, 1974.
- 20) Seale NS, McIntosh JE, Taylor AN. Pulpal reaction to bleaching of teeth in dogs. *J Dent Res*, 60: 948-956, 1981.
- 21) Haywood VB, Heyman HO. Nightguard vital bleaching. *Quintessence Int*, 20: 173-176, 1989.
- 22) Fasanara RS. Bleaching teeth: History, chemicals, and methods used for common tooth discolorations. *J Esthet Dent*, 4: 71-78, 1991.
- 23) Reinhardt JW, Eivins SE, Swift EJ, Deneby GE. A Clinical study of night guard vital bleaching. *Quintessence Int*, 24: 379-384, 1993.
- 24) Haywood VB, Leonard RH, Nelson CF. Effectiveness, side effects, and long term status of nightguard vital bleaching. *J Am Dent Assoc*, 125: 1219-1226, 1994.
- 25) Lenhard M. Assessing tooth color change after repeated bleaching in vitro with a ten percent carbamide peroxide gel. *J Am Dent Assoc*, 127: 1618-1634, 1996.
- 26) McCaslin AJ, Haywood VB, Potter BJ, Dickinson GL, Russell CM. Assessing dentin color changes from nightguard vital bleaching. *J Am Dent Assoc*, 130: 1485-1490, 1999.
- 27) Jones AH, Diaz-Arnold AM, Vargas AM, Cobb DS. Colorimetric Assessment of laser and home bleaching techniques. *J Esthet Dent*, 11: 87-94, 1999.

- 28) Mokhlis GR, Matis BA, Cochran MA, Eckert GJ. A clinical evaluation of carbamide peroxide and hydrogen peroxide whitening agents during daytime use. *J Am Dent Assoc*, 131:1269-77, 2000.
- 29) Kwon YH, Huo MS, Kim KH, Kim SK, Kim YJ. Effects of hydrogen peroxide on the light reflectance and morphology of bovine enamel *J Oral Rehabil*, 29:473-437, 2002.
- 30) Karpinia K, Magnusson I, Barker ML, Gerlach RW. Clinical comparison of two self-directed bleaching systems. *J Prosthodont.*, 12: 242-248, 2003.
- 31) Shetri SA, Matis BA, Cochran MA, Zekonis R, Stropes MA. A clinical evaluation of two office tooth bleaching products. *Oper Dent*, 28: 488-495, 2003.
- 32) Luk K., Tam L, Hubert M. Effect of light energy on peroxide tooth bleaching. *J Am Dent Assoc*, 135: 194-201, 2004.
- 33) Ishikawa-Nagai S, Terui T, Ishibashi K, Weber HP, Ferguson M Comparasion of effectiveness of two 10% carbamide peroxidetoothableaching systems using spectrophotometric measurements. *J Esthet Restor Dent*, 16: 368-375, 2004.
- 34) Dwinelle W. Ninth annual meeting of American society of Dental surgeons. Article X. *American journal of Dental Science* 1, 57-61, 1850 In: Attin T, Paque F, Ajam F, Lennon AM. Review of the current status of tooth whitening with the walking bleach technique. *Int Endod J* 36: 13-29, 2003.
- 35) Atkinson CB. Bleaching teeth when discolored from loss of vitality : means preventing their discoloration and ulceration. *Dental cosmos* 3. 74-77, 1862. In Attin T, Paque F, Ajam F, Lennon AM. *Int Endod J*, 36: 313-329, 2003.
- 36) Dietz. The Bleaching of Discolored Teeth. *Dent Clin North Am*, 897-902, 1957. In Attin T, Paque F, Ajam F, Lennon AM. Review of the current status of tooth whitening with the walking bleach technique. *Int Endod J*, 3: 13-29, 2003.

- 37) Brown G. Factors influencing successful bleaching of the discolored root filled tooth. *Oral Surg*, 20: 238-244, 1965.
- 38) Messing JJ. Bleaching. *J Br Endod Soc*. 5: 84-85, 1971. In: Attin T, Paque F, Ajam F, Lennon AM. Review of the current status of tooth whitening with the walking bleach technique. *Int Endod J*, 3: 13-29, 2003.
- 39) Harlan AW the removal of stains from teeth caused by administration of medical agents and bleaching of a pulpless tooth. *Am J Dent Sci*, 18: 521 (1884/1885). In: Attin T, Paque F, Ajam F, Lennon AM. Review of the current status of tooth whitening with the walking bleach technique. *Int Endod J*, 3: 13-29, 2003.
- 40) Atkinson fancies and some facts. *Dental cosmos* 34: 968-972, 1892. In: Attin T, Paque F, Ajam F, Lennon AM. Review of the current status of tooth whitening with the walking bleach technique. *Int Endod J*, 3: 13-29, 2003.
- 41) Kirk EC. Hints and queries and comments : sodium peroxide. *Dental cosmos* 35: 1265-7, 1893. In Suleiman M. An overview of bleaching techniques: 1. History, Chemistry, safety and Legal Aspects *Rest Dent*, 31: 608-616, 2004.
- 42) Carillo A, Arrendondo Trevino MV, Haywood VB. Simultaneous bleaching of vital tooth and an open chamber non-vital teeth with % 10 carbamide peroxide. *J Endod*, 29: 643-648, 1998.
- 43) Putter H, Jordan RE. The walking bleach technique . *J Esthet Dent*, 1: 191-193, 1989.
- 44) Prinz H. Recent improvements in tooth bleaching. *Dent Cosmos*, 66: 558-560, 1924. In Attin T, Paque F, Ajam F, Lennon AM. Review of the current status of tooth whitening with the walking bleach technique. *Int Endod J*, 3: 13-29, 2003.
- 45) Pearson HH. Bleaching of discolored teeth, *J Am Dent Assoc*; 56: 64-65, 1958.

- 46) Spasser HF. A simple bleaching technique using sodium perborate. NY St Dent J 27: 332-334, 1961. In: Attin T, Paque F, Ajam F, Lennon AM. Review of the current status of tooth whitening with the walking bleach technique. Int Endod J, 3: 13-29, 2003.
- 47) Nutting EC, Poe GS. A new combination of bleaching teeth. J So Calif Dent Assoc 31: 289-291, 1963. In Attin T, Paque F, Ajam F, Lennon AM. Review of the current status of tooth whitening with the walking bleach technique. Int Endod J, 3: 13-29, 2003.
- 48) Harrington GW, Natkin E. External resorption associated with bleaching of pulpless teeth. J Endod, 5: 344-348, 1979.
- 49) Freccia WF, Peters DD. A Technique for staining extracted teeth: A research and teaching aid for bleaching. J Endod, 8: 67-69, 1982.
- 50) Horn DJ, Hicks L, Bulan-Brady J. Effect of smear layer removal on bleaching of human teeth in-vitro. J Endod, 24: 791-795, 1998.
- 51) Vachon C, Vanek P, Friedman S. Internal bleaching with 10% carbamide peroxide in vitro. Pract Periodontics Aesthet Dent, 10:1145-1148, 1998.
- 52) Lim MY, Lum SOY, Poh RSC, Lee GP, LimKC. An in vitro comparasion of the bleaching efficiency of %35 carbamide peroxide with established intracoronal agents. Int Endod J, 37: 483-487, 2004.
- 53) de Oliveira DP, de Almeida Gomes BP, Augusto Zaia A, de Souza-Filho FJ, Cezar Randi Ferraz C. In vitro assessment of a gel base containing 2% chlorhexidine as a sodium perborate's vehicle for intracoronal bleaching of discoloured teeth J Endod. 32: 672-4, 2006.
- 54) Ari H, Ungör M. in vitro comparasion of different types of sodium perborate used for intracoronal bleaching of discolored teeth. Int Endod J, 35: 433-436, 2002.

- 55) Casey LJ, Schindler WG, Murata SM, Burgess JO. The use of dentinal etching with endodontic bleaching procedures. *J Endod*, 15: 535-538, 1989.
- 56) Costas F, Wong M. Intracoronar isolating barriers: effect of location on root leakage and effectiveness of bleaching agents. *J Endod*, 17: 365-367, 1991.
- 57) Freccia W, Peters D, Bernier W, Lorton L. An in vitro comparasion of non vital bleaching techniques in the discolored tooth. *J Endod*, 8: 70-77, 1982.
- 58) Lado EA, Stanley HR, Weisman MI. Cervical resorption in bleached teeth. *Oral Surg Oral Pathol*, 55: 78-90, 1983.
- 59) Latcham NL. Postbleaching cervical resorption. *J Endod*, 12: 262-264, 1986.
- 60) Ho S, Goering AC. An in vitro comparasion of different bleaching agents in the discolored tooth. *J Endod*, 15: 106-111, 1989.
- 61) Warren MA, Wong M, Ingram T. An in vitro comparasion of bleaching agents on crowns and roots of discolored teeth. *J Endod*, 16: 463-467, 1990.
- 62) Rotstein I, Friedman S. pH variaton among materials used for intracoronar bleaching. *J Endod*, 19: 567-579, 1991.
- 63) Rotstein I, Torek Y, Misgrav R. Effects of cementum defects on radicular penetration of H₂O₂ during intracoronar bleaching. *J Endod*, 17: 230-3, 1991.
- 64) Rotstein I, Friedman S, Mor C, Katznelson J, Sommer M, Bab I. Histological characterization of bleaching-induced external root resorption in dogs. *J Endod*, 17: 436-441, 1991.

- 65) Rotstein I, Alkind M, Mor C, Tarabeah A, Friedman S. In vitro efficiency of sodium perborate preparations used for intracoronar bleaching of discolored non vital teeth. *Endod Dent Traumatol*, 7: 177-180, 1991.
- 66) Rotstein I, Lewinstein I, Zuwabi O, Stabholz A, Friedman M. Effect of cervical coating of ethyl cellulose polymer and metacrylic acid copolymer on the radicular penetration of hydrogen peroxide during bleaching. *Endod Dent Traumatol*, 8: 202-205, 1992.
- 67) Aldecoa EA, Mayordomo FG. Modified internal bleaching of severe tetracycline discolorations: a six year clinical evaluation. *Quintessence Int*, 23: 83-89, 1992.
- 68) Rotstein I, Mor C, Friedman S. Prognosis of intracoronar bleaching with sodium perborate preparations in vitro: 1 year study. *J Endod*, 19:10-12, 1993.
- 69) 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* 20: 61-3, 1994.
- 70) Rotstein I, Danker E, Goldman A, Heling I, Stabholz A, Zalkind M. Histochemical analysis of dental hard tissues following bleaching. *J Endod*, 22: 23-26, 1996.
- 71) Lai YL , Yang ML, Lee SY. Microhardness and color changes of human dentin with repeated intracoronar bleaching. *Oper Dent*, 28-6: 786-792, 2003.
- 72) Amato M, Scaravilli MS, Farella M, Riccitiello F. Bleaching teeth treated endodontically: long-term evaluation of a case series. *J Endod.*, 32: 376-8, 2006.
- 73) Dahl JE, Pallesen U. Tooth bleaching--a critical review of the biological aspects. *Crit Rev Oral Biol Med*, 14: 292-304, 2003.
- 74) Frank A. Bleaching of vital and non vital teeth. In: Cohen S, Burns RC (eds) *Pathways of the Pulp*. (2nd ed). Mosby Co, St. Louis, pp: 568-569, 1980.

- 75) Scientific Committee on toxicity, ecotoxicity and the environment (CSTEE). Opinion on results of Risk Assessment of : Hydrogen peroxide human health effects Cas No.: 7722-84-1. Eines No: 231-765-0. Report version: Draft of 24 April 2001.
- 76) Nathan CF. Neutrophil activation on biological surfaces. Massive secretion of hydrogen peroxide in response to products of macrophages and lymphocytes. *J Clin Invest*, 80: 1550-60, 1987.
- 77) Ryan CS. Bacteria in human mouths involved in the production and utilization of hydrogen peroxide. *Arch Oral Biol* 40: 753-763, 1995.
- 78) Carlsson J. Salivary peroxidase: An important part of our defense against oxygen toxicity. *J Oral Pathol*, 16: 412-416, 1987.
- 79) Kawamoto K, Tsujimoto Y. Effects of the hydroxyl radical and hydrogen peroxide on tooth bleaching. *J Endod*, 30: 45-50, 2004.
- 80) Bowles WH, Ugwuneri Z. Pulp chamber penetration by hydrogen peroxide following vital bleaching procedures. *J Endod*, 13: 375-377, 1987.
- 81) Chen JH, Xu JW, Shing CX. Decomposition rate of hydrogen peroxide bleaching agents under various conditions. *J Prosthet Dent*. 69: 46-8, 1993.
- 82) Cohen SC. Human pulpal response to bleaching procedures on vital teeth. *J Endod*, 6; 645-649, 1980.
- 83) Robertson WD, Melfi RC. Pulpal response to vital bleaching procedures. *J Endod*, 6: 645-649, 1980.

- 84) Frysh H, Bowles W, Baker F, Rivera Hidalgo G, Guillen G. Effect of pH on bleaching efficiency. *J Dent Res*, 72 :384 (Abst 2248), 1993.
- 85) Buchalla W, Attin T. External bleaching therapy with activation by heat, light or laser- A systematic review.doi: 10.1016/j. dental. 2006.03.018.
- 86) Zach L, Cohen G. Pulp response to externally applied heat. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*, 19: 515-530, 1965.
- 87) Eldeniz AU, Usumez A, Ususmez S, Ozturk N. Pulpal temperature rise during light-activated bleaching. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater*, 15: 254-9, 2005.
- 88) Albers HF. Lightening naturel teeth. *ADEPT Report*, 2: 1-24, 1991.
- 89) Evans JG. A protocol for in-office whitening. *Advances in Dentistry*, 3: 22-27, 2000.
- 90) Baik JW, Rueggeberg FA, Liewehr FR. Effect of light- enhanced bleaching on in vitro surface and intrapupal temperature rise. *J Esthet Restor Dent*, 13: 370-378, 2001.
- 91) Sulieman M. An overview of bleaching techniques. 3. In-surgery or power bleaching, *Dent Update*, 32:, 101–108, 2005.
- 92) Lewinstein I, Hirschfeld Z, Stabholz A, Rotstein I. Effect of hydrogen peroxide penetration through dentine and cementum during bleaching. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 72: 602-606, 1991.
- 93) Settembrini L, Gultz J, Kaim J, Scherer WA. Technique for bleaching non-vital teeth: inside/outside bleaching. *J Am Dent Assoc*, 128: 1283-1284, 1991.
- 94) Cvek M, Lindvall AM. External root resorption following bleaching of pulpless teeth with oxygen peroxide. *Endod Dent Traumatol*, 1: 56-60, 1985.

- 95) Goon WW, Cohen S, Borer RF. External cervical resorption following bleaching. *J Endod*, 12: 414-418, 1986.
- 96) Montgomery S. External cervical resorption after bleaching a pulpless tooth. *Oral Surg*, 57: 203-206, 1984.
- 97) Schour I. Noyes' Oral histology and embryology. (7th ed). Lea&Febiger, Philadelphia., 1953.
- 98) Heling I, Parson A, Rotstein I. Effect of bleaching agents on dentine permeability to *Streptococcus faecalis*. *J Endod*, 21: 540-542, 1995.
- 99) Rotstein I, Zyskind D, Lewinstein I, Bamberger N. Effect of different protective base materials on hydrogen peroxide leakage during intracoronal bleaching in vitro. *J Endod*, 18: 114-117, 1992.
- 100) Feinman RA: Bleaching vital teeth. *Curr Opin Cosmet Dent* 2: 23-29, 1994.
- 101) Titley KC, Torneck CD, Smith DC, Chernecky R, Adibfar A. Scanning electron microscopy observations on the preparation and structure of resin tags in bleached and unbleached bovine enamel. *J Endod* 17: 72-75, 1991.
- 102) RampWK, Arnold RR, Russel JE, Yancey JM. Hydrogen peroxide inhibits glucose metabolism and collagen synthesis in bone. *J Periodontol*, 58: 340-344, 1987.
- 103) Rotstein I. Role of catalase in the elimination of residual hydrogen peroxide following tooth bleaching. *J Endod* 19: 567-569, 1993.
- 104) Weitzman SA , Weitberg AB, Stossel TB, Schwartz J, Jakler G. Effects of hydrogen peroxide on oral carcinogenesis in hamsters. *J Periodontol*, 57: 685-688, 1986.

- 105) Rotstein I, Wesselink PR, Bab I. Catalase protection against hydrogen peroxide-induced injury in rat oral mucosa *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 75: 744-750, 1993.
- 106) Floyd RA, Carney JM. Free radical damage to protein and DNA: Mechanisms involved and relevant observations on brain undergoing oxidative stress. *Ann Neurol.* 32: 22-27, 1992.
- 107) Council on dental therapeutics. Guidelines for acceptance of peroxide-containing oral hygiene products. *J Am Dent Assoc,* 125: 1140-1142, 1994.
- 108) Moore RB, Brummitt ML, Mankad VN. Hydroperoxydes selectively inhibit human erythrocyte membrane enzymes. *Arch Biochem Biophys* 273: 527-534, 1989.
- 109) Li Y Tooth bleaching using peroxide containing agents. Current status of safety issues. *Compend Cont Educ Dent,* 19: 783-794, 1998.
- 110) Rosenstiel SF, Gegauff AG, McCafferty RJ, Johnston WM. In vitro color change with repeated bleaching *Quintessence Int,* 22: 7-12, 1991.
- 111) Rosenstiel SF, Gegauff AG, Johnston WM: Duration of tooth color change after bleaching. *J Am Dent Assoc,* 123: 54-59, 1994.
- 112) Potocnik I, Koseck L, Gaspersic D. Effect of %10 carbamide peroxide bleaching gel on enamel microhardness, microstructure and mineral content. *J Endod,* 26: 203-206, 2000.
- 113) Rotstein I, Lehr Z, Gedalia I. Effect of bleaching agents on inorganic components of human dentin and cementum. *J Endod* 18: 290-3, 1992.
- 114) Lewinstein I, Fuhrer N, Churaru, Cardash H. Effect of different peroxide bleaching regimens and subsequent fluoridation on the hardness of human enamel and dentin. *J Prosthet Dent,* 92: 337-342, 2004.

- 115) Cimilli HZ. Karbamid peroksit içerikli farklı beyazlatma ajanlarının diş dokusu üzerine etkilerinin in vitro ve in vivo yöntemlerle incelenmesi. Doktora tezi, Marmara Üniversitesi, İstanbul, 1997.
- 116) Efeoglu N, Wood D, Efeoglu C. Microcomputerised tomography evaluation of %10 carbamide peroxide applied to enamel. J Dent, 33, 561-567, 2005.
- 117) Shannon H, Spencer P, Gross K, Tira D. Characterization of enamel exposed to %10 carbamide peroxide bleaching agents. Quint Int, 24: 39-44, 1993.
- 118) Chng HK, Palamara JEA, Messer HH. Effect of hydrogen peroxide and sodium perborate on biomechanical properties of human dentin. J Endod, 28: 62-67. 2002.
- 119) Chng HK, Yap AU, Wattanapayungkul P, Sim CP. Effect of traditional and alternative intracoronal bleaching agents on microhardness of human dentine. J Oral Rehabil. 3: 811-816, 2004.
- 120) Ernst CP, Marraquin BB, Zönnchen BW: Effects of hydrogen peroxide containing agents on the morphology of human enamel. Quintessence Int 27: 53-56, 1996.
- 121) Oltu U, Gürgen S. Effects of three concentrations of carbamide peroxide on the structure of enamel. J Oral Rehabil, 27; 332-340, 2000.
- 122) Haywood VB, Leech T, Heymann HO, Crumpler D, Bruggers K. Nightguard bleaching effects on enamel surface texture and diffusion. Quintessence Int, 21: 801-804, 1990.
- 123) Hegedüs C, Bistey T, Flora-Nagy E, Keszthelyi, A Jenei. An atomic force microscopy study on the effect of bleaching agents on enamel surface. J Dent, 27: 509-515, 1999.

- 124) Zalkind M, Arwaz JR, Goldman A, Rotstein I. Surface morphology changes in human enamel, dentin and cementum following bleaching: a scanning electron microscopy study. *Endod Dent Traumatol*, 12: 82-88, 1996.
- 125) Hosoya N, Honda K, Lino F, Arai T. Changes in enamel surface roughness and adhesion of *Streptococcus mutans* to enamel after vital bleaching. *J Dent*, 32: 543-548, 2003.
- 126) Ruse ND, Smith DC, Torneck CD, Titley KC. Preliminary surface analysis of etched, bleached and normal bovine enamel. *J Dent Res*, 69: 1610-1613, 1990.
- 127) McCracken MS, Haywood VB. Demineralization effects of 10 percent carbamide peroxide. *J Dent*, 24: 395-398, 1996.
- 128) Bowles WH, Burns H JR. Catalase peroxidase activity in dental pulp. *J Endod* 18: 527-534, 1992.
- 129) Feinman RA, Mandray G, Yarborough D. Chemical, optical and physiologic mechanisms of bleaching products. A review. *Pract Period Esthet Dent* 3: 32-37, 1991.
- 130) Haywood VB, Hetman HO: Nightguard vital bleaching: how safe is it? *Quintessence Int*, 22: 515-521, 1991.
- 131) Bowles WH, Thompson LR. Vital bleaching: The effect of heat and hydrogen peroxide on pulpal enzymes. *J Endod*, 12: 108-112, 1986.
- 132) Anderson DG, Chiego DJ Jr, Glickman GN, McCauley LK. A clinical assessment of the effects of 10% carbamide peroxide gel on human pulp tissue. *J Endod*. 25: 247-50, 1999.
- 133) Rotstein I, Torek Y, Lewinstein I. Effect of bleaching time and temperature on the penetration of hydrogen peroxide. *Endod Dent Traumatol*, 7: 196-198, 1991.

- 134) Fuss Z, Szajkis S, Tagger M. Tubular permeability to calcium hydroxide and to bleaching agents. *J Endod*, 15: 362-364, 1989.
- 135) Van der Vyver PJ, Lewis SB, Marais JT. The effect of bleaching agent on composite/enamel bonding. *J Dent Assoc S Afr*, 52: 601-603, 1997.
- 136) Homewood C, Tiyas M, Woods M. Bonding to previously bleached teeth. *Aust Orthod J*, 17:27-34, 2001.
- 137) Haywood VB. History, safety and effectiveness of current bleaching and application of the nightguard bleaching technique. *Quintessence Int*, 27:471-488, 1992.
- 138) Murchinson DF, Charlton DG, Moore BK. Carbamide peroxide bleaching: Effects on enamel surface, hardness and bonding. *Oper Dent* 67: 778-781, 1992.
- 139) Singleton LS; Wagner MJ. Peroxide tooth whitener concentration. Versus composite resin etching. *J Dent Res*, 71: .281-286, 1992.
- 140) Mor C, Steinberg D, Dogan H, Rotstein I. Bacterial adherence to bleached surfaces of composite resin in vitro. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 86:582-586, 1998.
- 141) Bailey SJ, Swift IS. Effects of home bleaching products on composite resins. *Quintessence Int*, 23: 489-494, 1992.
- 142) Monaghan P, Towbridge T, Lauteschlager E, Composite resin color change after vital tooth bleaching. *J Prosthet Dent* 67: 778-781, 1992.
- 143) 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*. 83: 506-509, 1997.

- 144) Rotstein I, Dogan H, Avron Y, Shemesh H, Mor C, Steinberg D. Protective effect of Copalite surface coating on mercury release from dental amalgam following treatment with carbamide peroxide. *Endod Dent Traumatol*. 16: 107-110, 2000.
- 145) Kartal N, Cimilli H. Beyazlatma işlemine genel bir bakış. *Diş Hekimliğinde Klinik Dergisi*, 13: 117-123, 2001.
- 146) Paravina RD, Powers JM (eds). *Esthetic Color Training in Dentistry*. Elseiver Mosby, St. Louis. Pp: 3-33, 2004.
- 147) Culpepper WD. A comparative study of shade matching procedures. *J Prosthet Dent*, 24: 166-173, 1970.
- 148) Chu SJ, Devigus A, Mielezsko A. *Fundamentals of color*. Quintessence Co, Illinois, pp: 1-17, 2004.
- 149) Goodkind RJ, Schwabacher WB. Use of a fiber-optic colorimeter for in vivo color measurements of 2830 anterior teeth. *J Prosthet Dent*, 58: 535-542, 1987.
- 150) Minolta Document: Precise colour communication. The essentials of imaging: 1-57, 2004.
- 151) Schilke R, Lisson JA, Bauss O, Geurtsen W. Comparasion of the number and diameter of dentinal tubules in human and bovine dentine by scanning electron microscobic investigation. *Arch Oral Biol*, 45: 355-361, 2000.
- 152) Fasanaro T. Bleaching teeth: history, chemicals and methods of used for common discolorations. *J Esthet Dent*, 4: 71-72, 1992.
- 153) Wetter NU, Barroso MC, Pelino JE. Dental bleaching efficiency with diode laser and LED irradiation: An in vitro Study. *Lasers Surg Med* 35: 254-258, 2004.

- 154) Schwabacher WB, Goodkind RJ. Three-dimensional color coordinates of natural teeth compared with three shade guides. *J Prosthet Dent*, 64: 425-431, 1990.
- 155) Weiger R, Kuhn A, Löst C. In vitro comparison of various types of sodium perborate used for intracoronar bleaching of discolored teeth. *J Endod*, 20: 338-341, 1994.
- 156) Weiger R, Kuhn A, Löst C. Effects of various types of sodium perborate on pH of bleaching agents. *J Endod*, 19: 29-41, 1993.
- 157) Lee GP, Lim MY, Lum Soy, Poh RSC, Lim KC. Extraradicular diffusion of hydrogen peroxide and pH changes associated with intracoronar bleaching of discoloured teeth using different bleaching agents. *Int Endod J*, 37: 500-506, 2004.
- 158) Weiger M, Kuhn A, Lost C. Radicular penetration of hydrogen peroxide during intracoronar bleaching with various forms of sodium perborate. *Int Endod J*, 27: 313-317, 1994.
- 159) D.K. Hein, B.J. Ploeger, J.K. Hartup, R.S. Wagstaff, T.M. Palmer and L.D. Hansen, In-office vital tooth bleaching—what do lights add?, *Compend Contin Educ Dent* 24: 340–352, 2003.
- 160) Sulieman M, Addy M, Macdonald E, Rees JS. The bleaching depth of a 35% hydrogen peroxide based in-office product: a study in vitro. *J Dent*, 33: 33-40, 2005.
- 161) Rao N. Histology of dentine. In: Prabhu SR.(eds) *Textbook of oral and maxillofacial anatomy, histology, and embryology*, Oxford University Press, pp: 207-216, 2006.
- 162) Nicholson JW. Biological considerations. In: Schwartz RS, Summit JB, Robbins JW (eds). *Fundamentals of Operative Dentistry*. Quintessence Publishing, Illinois, pp: 8-14, 1996.

- 163) Roberson TM. Clinical Significance of Dental Anatomy, histology, physiology and occlusion In: Roberson MT, Heymann HO, Swift EJ (eds). Sturdevant's Art and Science of Operative Dentistry (4th ed). Mosby, St Louis, pp: 1-62, 2002.
- 164) Chng HK, Ramli HN, Yap AU, Lim CT. Effect of hydrogen peroxide on intertubular dentine. J Dent, 33: 363-369, 2005.

ÖZGEÇMİŞ

Diş Hekimi Meriç Karapınar Kazandağ 1974 yılında Mersin’de dünyaya geldi. İlk öğrenimini Samsun 23 Nisan ilkokulu’nda, orta ve lise eğitimini ise Samsun Anadolu Lisesi’nde tamamladı. 1993 yılında girdiği Hacettepe Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi’nden 1998 yılında mezun oldu. 1998-2000 yılları arasında Yeditepe Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi’nde çalıştı. 2002 yılında Yeditepe Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Diş Hastalıkları ve Tedavisi Anabilim Dalı’nda “Beyazlatma işlemlerinde kullanılan değişik ışık cihazlarının pulpa odasında neden oldukları sıcaklık artışlarının in vitro incelenmesi” konulu master tezini tamamlayarak “master of science” ünvanının almaya hak kazandı. 2003 yılında aynı fakültede Endodonti Anabilim Dalı’nda doktora eğitimine başladı. Hobileri arasında kayak ve tüplü dalış sporları yer almaktadır. Evli ve bir çocuk annesidir.