



ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ
ORTODONTİ ANABİLİM DALI

**FARKLI ADEZİVLERİN VE OFİS TİPİ BEYAZLATMA
UYGULAMASININ BRAKETLİ DİŞLERDE MİNENİN
RENK DEĞİŞİKLİĞİ ÜZERİNE ETKİSİNİN
SPEKTROFOTOMETRİK İNCELEMESİ: BİR İN VİTRO
ÇALIŞMA**

UZMANLIK TEZİ

Hasan KARADENİZ

**Samsun
Mart-2023**



ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ
ORTODONTİ ANABİLİM DALI

**FARKLI ADEZİVLERİN VE OFİS TİPİ BEYAZLATMA
UYGULAMASININ BRAKETLİ DİŞLERDE MİNENİN
RENK DEĞİŞİKLİĞİ ÜZERİNE ETKİSİNİN
SPEKTROFOTOMETRİK İNCELEMESİ: BİR İN VİTRO
ÇALIŞMA**

UZMANLIK TEZİ

Hasan KARADENİZ

**Danışman
Dr. Öğr. Üyesi Sabahat Yazıcıoğlu**

**Samsun
Mart-2023**

TEŞEKKÜR

Uzmanlık eğitimim süresince ve tezimin her aşamasında desteğini asla esirgemeyen, bana rehber olan, hem mesleki hem de kişilik olarak saygı duyduğum öğrencisi olduğum için ve tanıdığım için kendimi şanslı hissettiğim değerli hocam ve tez danışmanım sayın Dr. Sabahat YAZICIOĞLU'na,

Üstün bilgi ve deneyimiyle ile eğitimime katkıda bulunan değerli hocam, bölüm başkanımız sayın Prof. Dr. Tamer TÜRK'e;

Uzmanlık eğitimim süresince her anlamda bilgi birikimi ve tecrübelerinden faydalandığım Ondokuz Mayıs Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti Anabilim Dalı'nın kıymetli öğretim üyeleri sayın Prof. Dr. Selim ARICI, sayın Prof. Dr. Mete ÖZER, sayın Prof. Dr. Selma ELEKDAĞ TÜRK, sayın Prof. Dr. Nursel ARICI, sayın Doç. Dr. Abdullah Alper ÖZ, sayın Doç. Dr. Fethiye ÇAKMAK ÖZLÜ, sayın Doç. Dr. Aslıhan Zeynep ÖZ'e;

Uzmanlık eğitimim süresince tanımaktan ve birlikte çalışmaktan keyif aldığım, onur duyduğum, uzmanlık eğitimi sürecimi güzelleştiren değerli asistan arkadaşlarıma, laboratuvar çalışanlarımıza ve yardımcı personelimize;

Hayatım boyunca desteklerini her zaman hissettiğim, attığım her adımda yanımda olan ve bana inanan, sevgilerinden daima güç aldığım, fedakarlıkları ile bugünlere gelmemi sağlayan sevgilim babam Faruk KARADENİZ ve sevgili ablam Öznur TEMEL'e;

Her zaman desteğini ve sevgisini hissettiğim, hayatımı güzelleştiren, yol arkadaşım, kıymetli eşim Betül Kübra KARADENİZ'e;

Bedenen yanımda olmasa da, aklımda ve kalbimde sonsuza denk benimle yaşayacak ve bugünlere gelmemde en çok emeği geçen canım annem Nezahat KARADENİZ'e

Tüm kalbimle teşekkür ederim.

ÖZET

FARKLI ADEZİVLERİN VE OFİS TİPİ BEYAZLATMA UYGULAMASININ BRAKETLİ DİŞLERDE MİNENİN RENK DEĞİŞİKLİĞİ ÜZERİNE ETKİSİNİN SPEKTROFOTOMETRİK İNCELEMESİ: BİR İN VİTRO ÇALIŞMA

Amaç: Bu in vitro çalışmanın amacı, iki farklı ortodontik bonding adezivinin ve braketli dişlerde ofis tipi beyazlatma uygulaması yapmanın, debond sonrası mine renk değişikliği üzerine etkisini spektrofotometrik inceleme ile karşılaştırmaktır.

Materyal ve Metot: 80 adet insan premolar dişi braketlerin bondlandığı adezivlere, beyazlatma uygulamasına ve renklendirme solüsyonlarına göre dört gruba bölündü: Grup 1, yüksek oranda doldurucu içeren kompozit adeziv ve distile su (Transbond XT=TRXT+DS); Grup 2, yüksek oranda doldurucu içeren kompozit adeziv ve kahve solüsyonu (Transbond XT=TRXT+KH); Grup 3, yüksek oranda doldurucu içeren kompozit adeziv ve kahve solüsyonu sonrasında ofis tipi beyazlatma uygulaması (Transbond XT=TRXT+ KH +Opalacence Boost) ve Grup 4, renk bozulmasına dirençli primersiz adeziv ve kahve solüsyonu (Orthocem=OC + KH). Dişlerin L*a*b* değerleri, Spectro Shade Micro cihazı ile braket bondingi öncesinde (T0), solüsyonda bekletildikten sonra (T1), Grup 3 için ayrıca beyazlatma uygulamasından sonra (T1B) ve bütün gruplarda debond sonrasında (T2) ölçüldü. Ölçümler kronun insizal, orta ve gingival bölgeleri için ayrı ayrı yapıldı ve T1-T0, T1B-T0 ve T2-T0 farkları kullanılarak ΔE değerleri hesaplandı. Elde edilen verilerin normal dağılıma uygunluğu Shapiro-Wilk testi ile incelendi. Normal dağılılan verilerin karşılaştırılmasında Tamhane's T2 testi ve Tukey HSD testi, normal dağılmayan verilerin karşılaştırılmasında Kruskal Wallis H testi kullanıldı ve çoklu karşılaştırmalar Dunn testi ile incelendi. Analiz sonuçları ortalama $\pm$ standart sapma ve ortanca (minimum– maksimum) şeklinde sunuldu. Önem düzeyi $p<0,050$ olarak alındı.

Bulgular: Gruplar arası karşılaştırmalarda, T1-T0 ve T2-T0 aşamalarında Grup 1' in ΔE değerleri Grup 2,3 ve 4' ün ΔE değerlerine göre, insizal ($p<0,001$), orta ($p<0,001$) ve gingival ($p<0,001$) bölgelerde istatistiksel olarak anlamlı derecede düşüktü. T2-T0 aşamasında Grup 3' ün ΔE değerleri Grup 2' ye göre orta ($p<0,001$) ve gingival ($p<0,001$) bölgelerde istatistiksel olarak anlamlı derecede düşüktü. T2-T0 aşamasında, Grup 4' ün ΔE değerleri ile Grup 2 ve Grup 3' ün ΔE değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark oluşmadı ($p>0,050$).

Sonuçlar: Bu in vitro çalışmanın sonuçlarına göre; debond sonrası minede oluşan kahve kaynaklı renk değişikliğini klinik olarak kabul edilebilir düzeyde tutmak için Transbond XT ile bondlanmış braketli dişlere Opalacence Boost ile beyazlatma uygulamak, bonding adezivi olarak Orthocem ya da Transbond XT kullanmaktan daha etkilidir.

Anahtar Kelimeler: Ortodontik adeziv, beyazlatma, renk değişikliği, braket, spektrofotometre

Hasan KARADENİZ, Uzmanlık Tezi

Ondokuz Mayıs Üniversitesi-Samsun, Mart-2023

ABSTRACT

SPECTROPHOTOMETRIC INVESTIGATION OF THE EFFECT OF DIFFERENT ADHESIVES AND OFFICE-TYPE BLEACHING ON ENAMEL DISCOLORATION IN BRACKETED TEETH: AN IN VITRO STUDY

Aim: The aim of this in vitro study is to compare the effects of two different orthodontic bonding adhesives and in-office type bleaching on bonded teeth on enamel discoloration after debond with spectrophotometric examination.

Material and Method: 80 human premolar teeth were divided into four groups according to the adhesives with which the brackets were bonded, the bleaching application and staining solutions: Group 1, highly filled composite adhesive and distilled water (Transbond XT=TRXT+DS); Group 2, highly filled composite adhesive and coffee solution (Transbond XT=TRXT+KH); Group 3 consisted of highly filled composite adhesive and coffee solution followed by office bleaching (Transbond XT=TRXT+ KH +Opalacence Boost) and Group 4, resistant to discoloration no primer adhesive and coffee solution (Orthocem=OC + KH). The L*a*b* values of the teeth were measured with Spectro Shade Micro device before bracket bonding (T0), after they were stored in solution (T1), after bleaching for Group 3 (T1B) and after debonding (T2) in all groups. Measurements were made separately for the incisal, middle and gingival regions of the crown, and ΔE values were calculated using the T1-T0, T1B-T0 and T2-T0 differences. The conformity of the obtained data to the normal distribution was examined with the Shapiro-Wilk test. Tamhane's T2 test and Tukey HSD test were used to compare normally distributed data, Kruskal Wallis H test was used to compare data that were not normally distributed, and multiple comparisons were examined with Dunn's test. Analysis results were presented as mean $\pm$ standard deviation and median (minimum–maximum). Significance level was taken as $p<0.050$

Results: In comparisons between groups, ΔE values of Group 1 at T1-T0 and T2-T0 stages were compared to ΔE values of Groups 2, 3 and 4, incisal ($p<0.001$), middle ($p<0.001$) and gingival ($p<0.001$) was statistically significantly lower in the regions. ΔE values of Group 3 at T2-T0 stage were statistically significantly lower in the middle ($p<0.001$) and gingival ($p<0.001$) regions compared to Group 2. There was no statistically significant difference between the ΔE values of Group 4 and the ΔE values of Group 2 and Group 3 at the T2-T0 stage ($p>0.050$).

Conclusion: In order to keep the coffee-induced discoloration of the enamel after debond at a clinically acceptable level, applying Opalacence Boost whitening to the bracketed teeth bonded with Transbond XT is more effective than using Orthocem or Transbond XT as the bonding adhesive.

Keywords: Orthodontic adhesive, whitening, discoloration, bracket, spectrophotometer

Hasan KARADENİZ , Expertise Thesis
Ondokuz Mayıs University-Samsun, March-2023

SİMGELER VE KISALTMALAR

%	: Yüzde
°C	: Santigrad derece
sn	: Saniye
dk	: Dakika
cm	: Santimetre
pH	: Potansiyel Hidrojen
rpm	: Revolutions Per Minute
ark	: Arkadaşları
MPa	: Megapaskal
ΔE	: Delta E
BisGMA	: Bisfenol-A Glisidil Metakrilat
TEGDMA	: Trietilen Oligomer Dimetakrilat
UDMA	: Üretan Dimetakrilat
LED	: Light-Emitting Diode
LCD	: Liquid-Crystal Display
=	: Eşittir
ARI	: Adhesive Remnant Index
SEM	: Scanning Electron Miscroscope
TRXT	:Transbond XT
MBT	: McLaughlin-Bennet-Trevisi

İÇİNDEKİLER

ÖZET	vi
SİMGELER VE KISALTMALAR	viii
İÇİNDEKİLER	ix
1.GİRİŞ.....	1
2. GENEL BİLGİLER.....	3
2.1. Ortodontik Tedavide Bonding.....	3
2.1.1. Direkt Bonding	3
2.1.2. Bonding İşlemi Öncesi Mine Yüzeyinin Temizlenmesi	3
2.1.3. Nem Kontrolünün Sağlanması	3
2.1.4. Bonding İşlemi Öncesi Mine Yüzeyinin Pürüzlendirilmesi.....	4
2.1.5. Primer Uygulaması.....	5
2.1.6. Direkt Bonding İşleminde Kullanılan Yapıştırıcı Tipleri.....	5
2.2. Ortodontik Tedavide Debonding	7
2.2.1. Sabit Ortodontik Ataşmanların Çıkarılması	8
2.2.2. Yapıştırıcı Artıklarının Temizlenmesi İşlemi ve Cilalama	9
2.3. Ortodontik Tedavinin Yan Etkileri	11
2.3.1. Ortodontik Tedavinin Yan Etkilerinin Ortaya Çıkmasında Etkili Olan Genel Faktörler	11
2.3.2. Ortodontik Tedavinin Yan Etkilerinin Ortaya Çıkmasında Etkili Olan Spesifik Faktörler	11
2.3.3. Ortodontik Tedaviye Bağlı Renk Değişiklikleri.....	13
2.4. Beyazlatma Ajanları ve Uygulamaları	13
2.4.1. Beyazlatma Ajanlarının İçeriği ve Etki Mekanizması.....	14
2.4.2. Beyazlatma Uygulamaları	17
2.5. Diş Rengi Belirlenmesinde Kullanılan Renk Sistemleri ve Yöntemler	19
2.5.1. Diş Rengi Belirlenmesinde Kullanılan Renk Sistemleri	19
2.5.2. Diş Rengi Belirlenmesinde Kullanılan Yöntemler.....	20
3. MATERYAL VE METOT.....	24
3.1. Çalışmada Kullanılan Dişler	24
3.2. Çalışmada Kullanılan Dişlerin Saklanma Koşulları	24
3.3. Çalışma Gruplarının Oluşturulması.	24

3.4. Çalışmanın Örnek Büyüklüğü.....	25
3.5. Çalışmada Kullanılan Dişlerin Hazırlanması.....	25
3.6. Başlangıç Renk Ölçümü.....	25
3.7. Braketlerin Yapıştırılması	29
3.8. Örneklerin Renklendirme Periyodu ve Renk Ölçümü	33
3.9. Beyazlatma Uygulaması ve Renk Ölçümü	34
3.10. Debond Sonrası Diş Yüzeylerinin Temizlenmesi (Finishing/Polishing) ve Renk Ölçümü.....	35
3.11. Renk Değişikliği Değerlerinin Hesaplanması	35
3.12. İstatistiksel Yöntem.....	36
4. BULGULAR.....	37
4.1. Renk Değişimlerinin Grup İçi Karşılaştırmaları	37
4.2. Renk Değişimlerinin Gruplar Arası Karşılaştırmaları	40
4.2.1. Başlangıç L*,a*,b* Değerlerinin Karşılaştırılması	40
4.2.2. Renk Değişimlerinin T1-T0 ve T2-T0 Aşamalarında Diş Bölgelerine Göre Karşılaştırılması.....	40
4.2.3. Renk Değişimlerinin Grup 3 T1B-T0 ile Grup 1,2,4 T1-T0 Aşamasında Diş Bölgelerine Göre Gruplar Arasında Karşılaştırılması	44
4.3. ARI Skorlarının Çalışma Adezivleri Arasında Karşılaştırılması	44
5. TARTIŞMA.....	46
6. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	61
KAYNAKLAR	63

1.GİRİŞ

Dünya Sağlık Örgütü'ne göre “Sağlık, sadece hastalık ve sakatlık halinin olmayışı değil, bedensel, ruhsal ve sosyal yönden tam iyilik halidir”. Ağız sağlığı için üzerinde en çok uzlaşılan tanım ise Dolan'ın “bireylerin istedikleri sosyal hayatı sürdürmelerini sağlayan rahat ve fonksiyonel dentisyon” tanımıdır¹. Ağız sağlığının fonksiyonel, psikolojik ve sosyal etkileri insanların yaşam kalitesini doğrudan etkiler². Ancak, günümüzde estetiğin insanlar için daha fazla önem kazanması ile hastalar fonksiyonel problemlerden ziyade estetik kaygılar nedeniyle diş hekimlerine başvurmaktadır³. Özellikle gülüş estetiği kişilerin fiziksel, psikolojik ve sosyal durumları için önemlidir⁴. Estetik olarak çekici bir gülümseme; ön dişler, dişeti ve dudak çerçevesi arasındaki uyumlu ilişkiyle ortaya çıkmaktadır^{5, 6}. Dişin boyutu, şekli, rengi, yüzey yapısı, sıralanması gibi birçok faktör bu ilişkiyi etkiler⁷. Yüz görünümünden memnun olmayan kişiler, fasiyal yapılar içinde en fazla dişlerinden kaynaklanan memnuniyetsizliklerini dile getirmişlerdir⁸. Bu nedenle, çoğu insanın, ortodontik tedaviyi yüz görünümünü iyileştirmenin bir yolu olarak görmesi doğaldır⁹. Ortodontik tedavi de iyi bir çiğneme, konuşma ve solunum fonksiyonu kazandırarak hastanın fonksiyonunun iyileştirilmesinin yanında; iyi bir diş, çene ve yüz estetiği sağlayarak hastanın ruh sağlığını ve moralini iyileştirmeyi de amaçlamaktadır¹⁰. Dişlerin görünümü ile ilgili şikayetlerde çapraşıklıkla birlikte diş rengi de hem genç hem yetişkin hastalar tarafından sıklıkla bildirilmiştir^{11, 12}. Lawson ve ark.'na göre düzgün sıralanan ve beyaz dişlere sahip olmak temel estetik beklentidir ve doktorlar tarafından önemsenmelidir¹³.

Ortodontide, sabit veya hareketli apareyler kullanılarak yapılan tedavi uygulamalarının dişlerde renk değişikliği, kök rezorpsiyonu, periodontal komplikasyonlar, beyaz nokta lezyonları gibi lokal veya alerjik reaksiyonlar, kronik yorgunluk sendromu gibi sistemik yan etkileri görülebilir^{14, 15}.

Ortodontik apareylerin çıkarılmasından sonra dişlerde meydana gelen renk değişikliği estetik açıdan hastanın memnuniyetini olumsuz etkiler. Temel hedefi dentofasiyal bölgedeki estetiği artırmak olan bir tedavinin sonucunda oluşan bu renklemeler, hem hekim hem hasta için hayal kırıklığı oluşturmaktadır. Karamouzos ve ark.¹⁶ ortodontik tedavi sonrası dişlerin renk parametrelerinin değiştiğini ve

hastaların %80'inin en az bir dişinde ciddi renklenme olduğunu bildirmişlerdir. Ortodontik tedavi sonrası oluşan renk değişiklikleri multifaktöriyel bir etiyoloji göstermektedir. Bu değişikliklerin sıklığı ve yoğunluğu, hareketli apareylere kıyasla sabit apareyler kullanıldığında daha yüksektir. Braket yapıştırmak için adezivler kullanıldığında, minede oluşan renk değişikliklerinin yanı sıra kompozit adezivlerin renginin de zamanla birçok iç ve dış faktör nedeniyle değiştiği bildirilmiştir^{17, 18}. Gıda boyaları, ultraviyole ışık ve aşındırıcı maddeler dişlerin sarı tonlara dönüşmesine neden olur^{19, 20}.

Ortodontik tedavi sırasında oluşan bu renklenmeler için diş hekimleri genellikle braketlerin varlığı nedeniyle beyazlatma prosedürünün uygulanabilir olmayacağına inanmışlardır^{21, 22}. Bu nedenle, beyazlatma uygulaması çoğunlukla ortodontik tedaviden sonra, beyazlatma maddelerinin dişlerin labiyal yüzeylerine daha iyi erişebildiği dönemde yapılmıştır. Ancak, yeni araştırmalar, hidrojen peroksitin ve onun bozunmasından kaynaklanan yan ürünlerinin, sabit ortodontik aparey varlığında bile diş yapısı boyunca yanal olarak yayılabileceği sonucuna varmıştır²³⁻²⁵. Bununla birlikte, literatür incelendiğinde yeni geliştirilen ortodontik adezivlerin ya da ortodontik tedavi devam ederken yapılan beyazlatma uygulamalarının minenin renk değişikliği üzerine etkisini değerlendiren bir çalışmaya rastlanmamıştır.

Bu nedenle, bu tez çalışmasının amacı; iki farklı ortodontik bonding adezivinin ve braketli dişlerde ofis tipi beyazlatma uygulaması yapmanın, debond sonrası mine renk değişikliği üzerine etkisini spektrofotometrik inceleme ile karşılaştırmaktır. Bu çalışmanın H0 (Null) hipotezi; ' Transbond XTTM, renk bozulmasına dirençli primersiz adeziv Orthocem ve Transbond XTTM ile bondlanmış braketli dişlerde yapılan ofis tipi beyazlatma uygulaması arasında minenin kahve kaynaklı renk değişikliğine etkileri yönünden fark yoktur.' olarak kurulmuştur.

2.GENEL BİLGİLER

2.1. Ortodontik Tedavide Bonding

Ortodontik tedavi uygulamalarında dişler, hareketli ve sabit ortodontik apareyler aracılığıyla uygulanan kuvvetlerle hareket ettirilir. İlk sabit tedavi uygulamalarında yapıştırma tekniklerinin ve ajanlarının az sayıda olması nedeniyle braketler ve tüpler dişler üzerine bantlar aracılığıyla yerleştirilmiştir. 1970’lerde, braketlerin dişler üzerine doğrudan yapıştırıldığı direkt bonding tekniğinin tanıtılması sabit ortodontik apareylerin geleceğine ışık tutmuştur^{26, 27}.

2.1.1. Direkt Bonding

Buonocore (1995)²⁸ tarafından mine yüzeyinin % 85’lik fosforik asit ile pürüzlendirilmesi işleminin tanıtılması ile diş hekimliğinde mineye doğrudan bağlanma fikri ortaya çıkmıştır. Bu tekniğin ortodonti alanındaki ilk uygulaması Newman (1964) tarafından gerçekleştirilmiştir²⁹. Direkt bonding tekniğinin geliştirilmesiyle, ortodontik ataşmanları yapıştırmak için hasta başında harcanan zaman kısalmıştır. Ayrıca bantlara göre daha estetik ve daha hijyenik bir ortodontik tedavi uygulama şansı elde edilmiştir³⁰.

2.1.2. Bonding İşlemi Öncesi Mine Yüzeyinin Temizlenmesi

Ortodontik ataşmanların mine yüzeyine yapıştırılmasından önce, mine yüzeyindeki mekanik ve organik artıkların temizlenmesine ihtiyaç vardır. Pomza ve su karışımının mikromotor ucuna takılan fırça ile diş yüzeyine uygulanması, dental plağın uzaklaştırılması için ortodonti pratiğinde sıklıkla uygulanmaktadır³¹⁻³³.

2.1.3. Nem Kontrolünün Sağlanması

Mine yüzeyinin pürüzlendirilmesinden önce tükürük kontrolü ve kuru bir çalışma alanının sürdürülmesi önemlidir.

Nem kontrolünü sağlamak amacıyla:

- Dudak ve yanak ekartörleri,
- Tükürük emiciler,
- Isırma bloklu dil ekartörleri,
- Pamuk ya da gazlı bez rulolar, ve bunların kombinasyonları kullanılmaktadır³⁴.

2.1.4. Bonding İşlemi Öncesi Mine Yüzeyinin Pürüzlendirilmesi

Mine yapısal olarak organik matriks içerisinde çok iyi düzenlenmiş ve tekrarlayan hidroksiapatit ($\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$) kristallerinden meydana gelmektedir. Histolojik yapısında altıgen mine prizmalar ve prizmalar arasında interprizmatik alanlar ve köprüler bulunmaktadır³⁵. Diş minesini yaklaşık olarak %95 hidroksiapatit, %4 su ve %1 kollagen içermektedir^{36, 37}.

Mine yüzeyi enerjisi düşük, hidrofobik ve pürüzsüz olduğu için, ortodontik ataşmanları yapıştırmadan önce enerjisi yüksek hidrofilik bir yapıya dönüştürülmesi ve mekanik olarak tutuculuk sağlanabilmesi için, mine yüzeyinin pürüzlendirilmesi gerekmektedir³⁸. Bu amaçla asitle pürüzlendirme³⁹⁻⁴³, kumlama ile pürüzlendirme^{44, 45} ve lazer ile pürüzlendirme⁴⁶ yöntemleri sıklıkla kullanılmaktadır.

- **Asit ile Pürüzlendirme**

Yapılan araştırmalarda mine yüzeyinin pürüzlendirilmesinde maleik, poliakrilik, sitrik, nitrik ve oksalik asitlerin değişik konsantrasyonlarının kullanıldığı ancak, klinik uygulamalarda yüzey derinliği ve bağlanma dayanımı açısından daha çok fosforik asidin tercih edildiği gözlenmiştir⁴⁷⁻⁵⁶.

Fosforik asidin ise %10 ile %70 arasında konsantrasyonları bulunmasına rağmen günümüzde sıklıkla %30 ile %40 arasındaki konsantrasyonları kullanılmaktadır^{51, 55}. Asit uygulamalarıyla mine prizmalarının etrafında 5 ile 50 mikrometre derinliğinde mikroporozite oluşmaktadır. Pürüzlendirme derinliğinin değiştiği ve birçok faktörden etkilendiği rapor edilmiştir^{51, 56}. Legler ve ark.⁵⁶ çalışmalarında mine yüzeyine farklı sürelerde asit uygulamışlardır. Daha sonra SEM (Scanning Electron Microscope=Taramalı Elektron Mikroskobu) analizi ile mine yüzeyini incelemişlerdir. Sonuç olarak % 37'lik fosforik asit için en uygun uygulama süresinin 15-30 sn olduğunu bildirmişlerdir.

Asit mine yüzeyinde bekletildikten sonra, hava su spreyi ile yıkanarak temizlenir. Diş yüzeyi, hava spreyi ile, tebeşirimsi yüzey izleninceye kadar kurutulur. Bu uygulama, geleneksel asitleme yöntemidir.

- **Kumlama Yöntemi ile Pürüzlendirme**

Kumlama yönteminde mine yüzeyi alüminyum oksit partiküllerinin yüksek basınçla püskürtülmesiyle pürüzlendirilmektedir⁵⁷. Sadece kumlama ve geleneksel asitle

pürüzlendirme yöntemleri ile pürüzlendirilen mine yüzeyine yapıştırılan sabit ortodontik ataşmanların bağlanma dayanımlarının değerlendirildiği araştırmalarda, kumlama yöntemi ile daha düşük bağlanma dayanımı değerlerinin elde edildiği ve geleneksel asit ile pürüzlendirme yönteminin yerini tutamayacağı sonucuna ulaşılmıştır^{45, 58, 59}.

- **Lazer ile Pürüzlendirme**

Mine yüzeyinin pürüzlendirilmesinde lazer de alternatif olarak kullanılabilir⁶⁰. Lazer enerjisi, mine yüzeyinin lokal olarak eritilmesini ve ablasyonunu sağlar; hidroksiapatit matrisi içinde hapsolmuş suyun buharlaşması nedeniyle meydana gelen sürekli buharlaşma ve mikro patlamalar süreci yoluyla aşındırmayı etkiler. Lazerle mine prizmalarında arzu edilen yüzey özellikleri termal değişiklikler oluşturularak elde edilmektedir⁵⁹⁻⁶¹. Üşümez ve ark.⁶² yapmış oldukları araştırmada lazerle pürüzlendirme işleminin asitle pürüzlendirme işlemine göre daha hızlı ve pratik olduğunu, ancak lazerle pürüzlendirilen mine yüzeyinin bağlanma dayanımının daha düşük olduğunu rapor etmişlerdir.

2.1.5. Primer Uygulaması

Mine yüzeyi pürüzlendirilip tamamen kurutulduktan sonra mine yüzeyine ince bir tabaka yapıştırma ajanı (primer) uygulanabilir. Mine üzerinde kalın bir tabaka primer bırakılması, ortodontik ataşmanların doğru konumlandırılmasını engelleyebilmektedir. Bu nedenle primer uygulandıktan sonra 1-2 sn boyunca hafif bir hava ile inceltilmelidir³⁴.

2.1.6. Direkt Bonding İşleminde Kullanılan Yapıştırıcı Tipleri

Reynolds (1975)'a, göre ortodontik tedavi için bağlanma kuvvetinin 5,9 ve 7,8 MPa arasında olması yeterlidir^{27, 38}. Bağlanma kuvvetinin minenin kırılma gücünden (14 MPa) daha az olması gerektiği dikkate alınmalıdır⁶³. Bu nedenle, ortodontide kullanılan yapıştırıcı elamanların yeterli bağlanma dayanımına sahip olması, sabit ortodontik ataşmanların sökülmesi esnasında mine yüzeyine zarar vermeden kolaylıkla uzaklaştırılması, tedavi süresince ağız hijyeninde problem yaşayan hastalarda demineralizasyon alanlarının azaltılmasına yardımcı olması ve flor salınımı yapabilmesi gibi özellikler taşıması beklenmektedir. Sıklıkla kullanılan kompozit adezivler bu

özellikleri büyük oranda karşılayabilmektedir⁶⁴. Ortodontide kullanılan adezivler şunlardır:

- **Polikarboksilat Siman**

Poliakrilik asit ile diş yapısındaki hidroksilapatit kalsiyumu arasında oluşan kimyasal bağ aracılığı ile tutuculuk sağlamaktadır. Ağız sıvılarından etkilenerek çözünmeleri nedeniyle zamanla bağlantı gücü azalmakta, bu da ortodontik tedavilerde kullanımını aparey simantasyonu ve bant simantasyonu ile sınırlandırmaktadır⁶⁵.

- **Cam İyonomer Siman**

Aracı bir madde gerektirmeden diş dokularına kimyasal olarak bağlanabilme özelliğine sahip bir materyaldir⁶⁶. Cam iyonomer simanlar, önemli düzeyde florid içerdiğinden, flor salınımını yaparak demineralizasyonu engeller dolayısıyla çürük oluşumunu inhibe edebilirler. Metal ve plastik yüzeylere bağlanabilir. Nem hassasiyeti düşük⁶⁷ olduğu için özellikle ortodontik bantların ve apareylerin yapıştırılmasında tercih edilmektedir⁶⁸.

Bu avantajlarına rağmen Miller ve ark. kompozit adezivler ve cam iyonomer simanları karşılaştırdıkları klinik çalışma sonucunda cam iyonomer simanların bağlanma dayanımının kompozitlere oranla oldukça düşük olduğunu bildirmişlerdir⁶⁹.

- **Rezin Modifiye Cam İyonomer Siman**

Hibrit iyonomer olarak da bilinirler. Konvansiyonel cam iyonomer simanlara rezin partikülleri ilave edilerek geliştirilmiştir. Böylece cam iyonomer simanların üstün özellikleri ile kompozit rezinlerin fiziksel özelliklerinin tek bir materyalde birleştirilmesi amaçlanmıştır. Konvansiyonel cam iyonomer simanlardaki çalışma zamanının kısa, sertleşme süresinin uzun olması ve bağlantı gücünün yetersiz olması gibi dezavantajların ortadan kaldırılması hedeflenmiştir.

Rezin modifiye cam iyonomer simanlar, kompozit rezinler ile karşılaştırıldığında bağlanma dayanımının daha düşük olması nedeniyle genellikle bantların ve ortodontik apareylerin yapıştırılmasında tercih edilmektedir^{68, 70, 71}.

- **Adeziv (Kompozit) Rezinler**

Birbiri içerisinde çözülmeyen farklı fiziksel yapıdaki en az iki materyalin birleşmesiyle ortaya çıkan ve genellikle daha iyi özelliklere sahip olan yeni yapılar terminolojide kompozit olarak tanımlanmaktadır⁷². Dental kompozitler temel olarak organik matriks, inorganik doldurucu kısım ve birleştirici ara faz olmak üzere üç bölümden oluşmaktadır⁷²⁻⁷⁴. Bunun yanı sıra kompozit adezivlerin içerisinde başlatıcılar, aktivatörler, polimerizasyon inhibitörleri, ultraviyole stabilizatörleri ve pigmentler de bulunmaktadır⁷².

Organik matriks içeriği için genellikle Bisfenol-A glisidil metakrilat (Bis-GMA), renk değişimine karşı dirençli üretilen dimetakrilat (UDMA) ve viskoziteyi azaltmak için kullanılan trietilen oligomer dimetakrilat (TEDGMA) yapıları ya da türevleri kullanılabilir. Ortodontik tedavilerde kullanılan kompozit rezinler ile metal braketler arasındaki iyi fiziksel bağ özellikle BisGMA tarafından sağlanmaktadır⁷⁵. İnorganik yapılar ise borosilikat cam, lityum, alüminyum silikat, stronsiyum, baryum, çinko, kuvars gibi çubuk ya da toz şeklinde doldurucu partiküllerden oluşmaktadır. İnorganik yapılar kompozite mekanik dayanıklılık vermek, polimerizasyon büzülmesini azaltmak opasite sağlamak gibi bazı özellikler kazandırmaktadır. Kompozitlerdeki organik ve inorganik yapılar arasında kuvvetli bir bağ oluşturmak üzere silan birleştirici ara faz ajanı olarak kullanılmaktadır^{73, 74}.

Ortodontik tedavilerde kullanılan kompozitler, polimerizasyon formuna göre kimyasal yolla polimerize olan, ışık ile polimerize olan ve dual cure (hem kimyasal hem de ışıkla polimerize olan) kompozitler olmak üzere üçe ayrılmaktadır. Benzoil peroksit kimyasal polimerizasyonu, kamforokinon ışık yoluyla polimerizasyonu başlatan aktivatörlerdir. Dual cure kompozitlerde ise her ikisi beraber bulunmaktadır^{75, 76}.

Günümüzde ışıkla polimerize olan kompozit adezivler yeterli bağlanma dayanımına sahip olması, çalışma süresinin hekim kontrolünde olması ve konforu nedeniyle sıklıkla tercih edilmektedirler.

2.2. Ortodontik Tedavide Debonding

Sabit tedavi uygulamalarında dişlerin üzerine yapıştırılan ataşmanların ve adeziv artıkların dişlerin yüzeyinden uzaklaştırılması işlemine debonding adı verilmektedir. Bu işlemlerin amacı, diş yüzeyinin bonding öncesi haline iatrojenik zarar vermeden getirilmesidir^{77, 78}. Aktif tedavinin bitirilmesi genel olarak iki aşamadan oluşur:

1. Sabit ortodontik ataşmanların çıkarılması
2. Yapıştırıcı artıklarının temizlenmesi işlemi ve cilalama

2.2.1. Sabit Ortodontik Ataşmanların Çıkarılması

Ortodontik ataşmanların çıkarılması için dört yöntem vardır. Bunlar;

- 1-Elektrotermal Debonding,
- 2-Ultrasonik Debonding,
- 3-Lazer Debonding,
- 4- Mekanik Debonding.

Ortodontik ataşmanların çıkarılması sıklıkla ortodonti pratiğinde de kullanılan Howe, Weingart ve düz kesici gibi pensler ile gerçekleştirilebilir. Aynı zamanda ortodontik ataşmanları sökmek için tasarlanmış özel pensler de kullanılmaktadır⁷⁹⁻⁸¹. Kırılmanın olduğu alana göre adezivlerin bir kısmı diş yüzeyinde kalmaktadır. Bu nedenle ikinci aşama olarak yapıştırıcı artıklarının çeşitli yöntemler ile diş yüzeyinden uzaklaştırılması gerekmektedir. Diş yüzeyinde kalan adeziv miktarı Artun ve Bergland⁸² tarafından ARI (Adhesive Remnant Index=Artık Adeziv İndeksi) olarak tanımlanmış ve sınıflandırılmıştır^{83, 84}(Tablo 2.1). Debonding işlemi esnasında 3 ara yüzden birinde meydana gelen kırılma sayesinde braketler diş yüzeyinden uzaklaştırılmaktadır^{78, 79}.

Bu kırılma alanları;

1. Adeziv rezin ile braket arasında (koheziv kırılma),
2. Adeziv rezinin kendi içinde kırılması,
3. Diş yüzeyi ile adeziv rezin arasında kırılma (adeziv kırılma).

Tablo 2.1. Artık Adeziv İndeksi

Değer	Kriterler	Tanımlama
0	Diş yüzeyinde adeziv rezin kalmamıştır. (<10%)	Adeziv kırılma
1	Diş yüzeyinde %50 den az adeziv rezin kalmıştır.	Adezivin rezinin kendi içinde kırılması
2	Diş yüzeyinde %50'den fazla adeziv rezin kalmıştır.	Adezivin rezinin kendi içinde kırılması
3	Tüm adeziv rezin diş yüzeyinde kalmıştır. (>90%)	Koheziv kırılma

2.2.2. Yapıştırıcı Artıklarının Temizlenmesi İşlemi ve Cilalama

Adeziv artıklarının temizlenmesinde kullanılan yöntemler mine yüzeyinde bir takım yapısal değişikliklere neden olmaktadır. Bu değişikliklerin iki nedenle meydana geldiği bildirilmiştir. Bunlardan birincisi rezin taglara yerleşen adeziv materyalinin uzaklaştırılamaması; ikincisi ise adeziv artıklarının uzaklaştırılmasında kullanılan aletlerin sertliğinin mine yüzeyinin sertliğinden daha fazla olmasıdır⁸⁵⁻⁸⁷.

Sabit ortodontik ataşmanların çıkarılması sonrası mine yüzeyinde kalan adezivin temizlenmesi için artık temizleme pensi, el aletleri, zımpara diskler, lastik frezler, elmas frezler ve tungsten karbid frezler gibi çok sayıda temizleme yöntemi kullanılmaktadır^{88, 89}.

- **Yapıştırıcı Artıklarının Temizleme Pensi ile Kazıma**

Bu pens, gingivooklüzal yönde sıyırma hareketi yaparak kullanılmaktadır. Bir ucunda tungsten karbitten yapılmış keskin bir bıçak, diğer ucunda dişlerin oklüzal veya insizal kısmına oturan plastik bir stoper bulunur. Retief ve Denys⁸⁹, keskin uçlu penslerin, mine hasarına neden olduklarını bildirmişlerdir.

- **Küret ile Temizleme**

Gingivooklüzal yönde sıyırma hareketiyle kullanılmaktadır. İki tarafı keskin bıçağa sahip olan küret, yapıştırıcı artıklarının mine yüzeyinden kazınarak uzaklaştırılmasını sağlar. Bu yöntemle mine yüzeyinde hasara neden olabileceği için ortodonti pratiğinde sıklıkla tercih edilmemektedir^{80, 90}.

- **Ultrasonik Aletlerle Temizleme**

Ultrasonik titreşimler ile artık adezivin uzaklaştırıldığı yöntemdir. Artık yapıştırıcıları hızlı temizlemesine rağmen mine yüzeyinde hasara yol açabilmektedir⁹¹.

- **Kumlama ile Temizleme**

Bu yöntem, alüminyum oksit ya da bioaktif cam partiküllerini kontrollü olarak mine yüzeyine püskürterek yapıştırıcı artıklarını temizler⁹².

- **Elmas Frez ile Temizleme**

Elmas frezler artık adezivlerin kaldırılmasında oldukça etkili olmalarına rağmen mine yüzeyinde ciddi hasar oluşturduğu için tercih edilmemektedir⁹³⁻⁹⁵.

- **Güçlendirilmiş Kompozit Frezler**

Zirkon partikülleriyle güçlendirilmiş cam fiber kompozit frezler ve alüminyum oksit partikülleriyle güçlendirmiş polimer kaideli frezler son yıllarda artık adezivlerin kaldırılmasında kullanılmaktadır. Yapılan bazı araştırmalara göre, bu frezler yüzey pürüzlülüğü açısından tungsten karbid frezlere göre daha avantajlı bulunsa da daha çok çalışma yapılması gerektiği vurgulanmıştır^{96, 97}.

- **Aşındırıcı Disk ve Cila Lastikleri ile Temizleme**

Aşındırıcı diskler ve abraziv lastikler, temizleme alanının genişliği, işlem uygulanmamış yüzeylere teması, hasta başında geçirilen zamanın uzun olması ve yeterli düzeyde temizlik yapılamaması nedeniyle tungsten karbid frezle adeziv artıklarının temizlenmesinden sonra mine yüzeyinin parlatılması için önerilmektedir^{96, 98}.

- **Tungsten Karbid Frez ile Temizleme**

Ortodontik ataşmanların çıkarılmasından sonra mine yüzeyinde kalan adeziv artıkların kaldırılması amacı ile 8-40 bıçaklı tungsten karbid frezler kullanılmaktadır. Günümüzde sıklıkla 12 ve 30 bıçaklı tungsten karbid frezlerin mine yüzeyi için daha güvenli olduğu bildirilmiştir^{86, 97, 99}. Literatürde ideal çalışma zamanı ve minimum mine hasarı veren metodun tungsten karbid frezlerle yapılan temizleme olduğu rapor edilmiştir^{80, 90, 93, 100, 101}.

Döner aletler ile düşük veya yüksek hızda çalışma imkanı bulunan tungsten karbid frezlerin, adeziv temizlenirken 10000-30000 rpm (revolutions per minute=devir sayısı/dakika) arası turlarda kullanımının uygun olduğu bildirilmiştir. Daha yavaş turlarda yeterli temizleme olmadığı, daha hızlı turlarda ise mine yüzeyinde hasar oluşabileceği rapor edilmiştir^{100, 102}.

Janiszewska-Olszowska ve ark.⁸⁵ debonding işlemi sonrasında mine yüzeyinde kalan adeziv artıklarının farklı yöntemlerle temizlendiği 41 araştırmayı inceledikleri sistematik derlemede tungsten karbid frezle temizlenen mine yüzeyinin diskler ya da pomza kullanılarak cilalanması gerektiğini ifade etmişlerdir. Debonding işlemi sonrasında pomzalamanın gerekli olduğu ve cilalama süresinin arttırılmasıyla mine yüzeyinin komşu mine dokusuna benzer özellikler kazanabileceği bildirilmiştir⁷⁸.

2.3. Ortodontik Tedavinin Yan Etkileri

Ortodontik tedavinin amaçları; iyi bir çiğneme, konuşma ve solunum fonksiyonu kazandırmanın yanında, iyi bir diş, çene ve yüz estetiği sağlamak dolayısıyla hastanın ruh sağlığını iyileştirmek ve moralini düzeltmektir¹⁰.

Diğer tıbbi tedavilerde olduğu gibi ortodontik tedavinin de faydaları olduğu kadar riskleri ve yan etkileri vardır. Bir maloklüzyonu tedavi etmeye karar vermeden önce olası kazançları ve riskleri iyi değerlendirmek gerekir.

Ortodontik tedavide oluşabilecek yan etkilerin ortaya çıkmasında genel ve spesifik faktörler rol oynamaktadır. Genel faktörler arasında hastaya bağlı faktörler, ortodontiste bağlı faktörler ve kullanılan tekniğe bağlı faktörler bulunmaktadır. Spesifik faktörler ise; ortodontik apareylerin konumu/yerleşimi ile ilgili durumlar, ortodontik apareylerin çalışma mekaniği, ortodontik apareyler ve oral mukoza arasındaki ilişki, kullanılan malzemelerin özellikleri ve kullanılan cihazların teknik özellikleridir¹⁰³.

2.3.1. Ortodontik Tedavilerde Yan Etkilerin Ortaya Çıkmasında Etkili Olan Genel Faktörler

Ortodontik tedavi sırasında yan etki gelişimini etkileyebilecek hasta ile ilgili birçok faktör vardır. Bunlar, hastanın maloklüzyonu ve kraniyofasiyal özellikleri, yaşı, cinsiyeti, fizyopatolojik ve psikolojik durumları, kalıtım gibi kişisel durumları kapsar¹⁰⁴.

Ayrıca, hastaların ortodontik tedavi süresince ağız hijyeni ve apareylerin kullanımı ile ilgili talimatlara uyması ve randevu zamanlarına özen göstermesi, hekimin ise yeterli uygulama, bilgi ve klinik deneyime sahip olması, iyi sonuçlar elde etmek ve yan etkileri azaltmak için gereklidir. Başarılı bir ortodontik tedavi için diğer önemli faktör ise hasta ve hekim arasındaki başarılı iletişimidir¹⁰³.

2.3.2.Ortodontik Tedavinin Yan Etkilerinin Ortaya Çıkmasında Etkili Olan Spesifik Faktörler

Ortodontik tedavide dişlere ve çenelere kuvvetin iletilmesi amacıyla kullanılan apareyler, hareketli ve/veya sabit parçalar içerirler. Ortodontik apareyler ağız içi ve dışı kullanımına, üretildikleri malzemelere (nikel, paslanmaz çelik, lateks, akrilikler, seramikler, kompozitler) ve çalışma mekaniğine göre yan etkiler gösterebilirler¹⁰³.

Özellikle ortodontik tedavi amacıyla kullanılan materyaller ağız dokuları ve sıvıları ile temas halindedirler ve sıcaklık değişimleri, sıvı ile etkileşim, çiğneme kuvvetleri, fiziksel ve kimyasal etkileşimlere maruz kalmaktadırlar. Bu nedenle ortodontik apareyler korozyona karşı dayanıklı, biyouyumlu olmalı, alerjik ve toksik etkilere sahip olmamalıdır^{103, 105}.

Ortodontik tedavide oluşan yan etkiler; lokal, genel ve diğer yan etkiler olmak üzere üç başlık altında incelenebilir^{103, 106}.

Ortodontik Tedavinin Genel (Sistemik) Yan Etkileri

- Bakteriyemi^{105, 106}
- Alerjik reaksiyonlar^{103, 105}
- Çapraz enfeksiyon^{105, 106}

Ortodontik Tedavinin Lokal Yan Etkileri

- Mine demineralizasyonu ve çürük oluşumu^{103, 105, 106}
- Bonding ve debonding sırasında ortodontik apareylerin neden olduğu mine hasarı^{103, 105, 106}
- Mine aşınması (erozyonu)¹⁰⁵
- Kök rezorpsiyonu^{103, 105, 106}
- Periodontal hastalıklar^{103, 105, 106}
- Temporomandibular eklem hasarları^{103, 105, 106}
- Pulpa reaksiyonları^{103, 105, 106}
- Mukoza travması^{105, 106}
- Ağız dışı apareylerin kullanımına bağlı göz travması¹⁰⁶
- Ortodontik tedaviye bağlı renk değişiklikleri^{103, 105, 106}

Ortodontik Tedavinin Diğer Yan Etkileri

- Ağrı ve rahatsızlık¹⁰⁶
- Hasta kooperasyonsuzluğu¹⁰⁶
- Ortodontik apareylerin yutulması¹⁰⁶

2.3.3. Ortodontik Tedaviye Bağlı Renk Değişiklikleri

Ortodontik tedavinin sonunda sabit apareylerin çıkarılmasından sonra dişlerde izlenen renk değişiklikleri hastalar tarafından hoş karşılanmayabilir ve hasta memnuniyetini olumsuz etkileyebilir. Temel hedefi dentofasiyal bölgedeki fonksiyon ve estetiği artırmak olan bir tedavinin sonucunda oluşan bu renklenmeler hem hekim hem hasta için hayal kırıklığı oluşturabilir. Karamouzou ve ark.¹⁶ ortodontik tedavi sonrası dişlerin renk parametrelerinin değiştiğini ve hastaların %80'inin en az bir dişinde ciddi renklenme olduğunu bildirmişlerdir. Ortodontik tedavi sonrası oluşan renk değişiklikleri multifaktöriyel bir etiyolojiye sahiptir. Bu değişikliklerin sıklığı ve yoğunluğu, hareketli apareylere kıyasla sabit apareyler kullanıldığında daha yüksektir. Braket yapıştırma için adezivler kullanıldığında, minede değişikliklerin oluşması kaçınılmazdır. Çalışmalar braket yapıştırmada kullanılan ve ağızda belli bir süre kalan kompozit adezivlerin zamanla renginin birçok iç ve dış faktör nedeniyle de değiştiğini göstermiştir^{17, 18}. Gıda boyaları, ultraviyole ışık ve aşındırıcı maddeler dişlerin sarı tonlara dönüşmesine neden olur^{19, 20}. Dişlerde ortodontik tedavinin etkisiyle oluşabilecek bir diğer renklenme ise pulpa vaskülarizasyonunda farklılaşmaya neden olan, ortodontik kuvvetlerin etkisiyle dişlerin erken yaşlanma sürecine girmesi sonucu oluşan içsel renklenmedir¹⁹.

2.4. Beyazlatma Ajanları ve Uygulamaları

Dişlerde meydana gelen içsel ve/veya dışsal kaynaklı renklenmelerde, kimyasal ajanlar kullanılarak mine ve dentin dokusunun derinliklerindeki organik pigmentlerin okside edilmesiyle diş renginin açılma işlemine “beyazlatma” ismi verilmektedir.

Diş hekimliği literatüründe, cansız dişlerde beyazlatma uygulaması, ilk kez 1848 yılında Dwinelle tarafından kalsiyum klorit kullanılarak uygulanmıştır^{107, 108}. Vital dişlerin beyazlatılması ise 1868 yılı gibi erken bir zamanda gerçekleştirilmiştir. İlk olarak oksalik asit ve daha sonra pirazon veya hidrojen peroksit kullanılmıştır. Hidrojen peroksit, 1918 yılında Abbot tarafından rapor edilen ve “power bleaching” olarak bilinen işlemde ısı veya ışık aktivasyonu ile kullanılan ana üründür¹⁰⁹⁻¹¹³.

1960'ların sonunda, bir ortodontist olan Dr.Bill Klusmeier, hastalarına reçetesiz oral antiseptik olan, geceleri kişiye özel plaklar ile uygulanan %10 karbamid peroksit içeren Gly-Oksit (Marion Merrell Dow, Kansas City, MO, ABD) verdiği başarılı bir ev tipi beyazlatma tekniği belirlenmiştir. Klusmeier, bu tedavinin sadece dişeti sağlığını iyileştirmekle kalmadığını, aynı zamanda dişleri beyazlattığını da bildirmiştir¹⁰⁷.

2.4.1. Beyazlatma Ajanlarının İçeriği ve Etki Mekanizması

Güncel beyazlatma ajanları aktif ve inaktif içeriklere sahiptir. Aktif içerikler; hidrojen peroksit, karbamid peroksit ve sodyum perborattır. İnaktif içerik ise; kıvam arttırıcı ajan, taşıyıcı, sürfaktan (yüzey aktif madde), pigment, aroma (tatlandırıcı) ve koruyucudan oluşur^{107, 114}.

Aktif İçerik

- **Hidrojen Peroksit**

Hidrojen peroksit suda büyük ölçüde çözünen renksiz bir sıvıdır. Acı bir tadı vardır ve oksitleyici bir maddedir¹¹⁵. Hidrojen peroksit dişlerin beyazlatılmasında aktif ajan olarak kullanılmaktadır ve birçok beyazlatma ajanında hidrojen peroksit bulunmaktadır. Bu ajan doğrudan kullanılabilir veya beyazlatma işlemleri için sodyum perborat ya da karbamid peroksitten kimyasal reaksiyon ile üretilebilir¹¹⁶. Beyazlatma uygulamalarında farklı konsantrasyonlarda kullanıma uygun olan hidrojen peroksitler çözüldüğünde, serbest radikaller, oksijen ve iyonize su oluşur¹¹⁷. Oluşan bu serbest radikaller son derece kararsız yapıya sahiptir ve redoks tepkimeleri sonucu kompleks organik molekülleri parçalayabilir ya da bileşiklerin kimyasal yapılarında değışikliğe neden olabilirler. Bu reaktif monomerler uzun zincirli, koyu renkli kromofor moleküllerine etki eder ve oksitleyerek parçalayabilirler. Bu sayede onları daha küçük, daha açık renkli ve daha kolay difüze olabilen moleküllere dönüştürürler^{118, 119}.

Hidrojen peroksit kostiktir, temas halinde dokuları yakar ve toksik serbest radikalleri, perhidroksil anyonları ya da her ikisini de serbest bırakır. Hidrojen peroksitin yüksek konsantrasyonlu çözeltisi termodinamik olarak kararsız olduğundan, soğuk bir ortamda ve karanlık bir kaptaki saklanmalı ve taze preparatlar kullanılmalıdır¹²⁰.

- **Karbamid Peroksit**

Karbamid peroksit dişlerin beyazlatılması amacıyla üretilmiş sulu bir çözeltidir ve diğer peroksit türevleri gibi stabil değildir. Doku ve tükürük ile temasında hemen bileşenlerine ayrılır^{109, 121}. Üre peroksit ya da üre hidrojen peroksit olarak da bilinen bu ajan öncelikle hidrojen peroksit ve üreye ve bir sonraki aşamada su, karbondioksit ve oksijene ayrılır^{111, 122}. Karbamid peroksitin %10'luk konsantrasyondaki çözeltisi

ayrıştığında yaklaşık %3,4 hidrojen peroksit ve %6,6 üre konsantrasyonu elde edilir¹²². Ev tipi uygulamalarında %10-22 konsantrasyonundaki formu günlük 2-10 saat süreyle 1-4 hafta boyunca kullanılırken, ofis tipi beyazlatma uygulamalarında hidrojen peroksit veya karbamid peroksit jel 15-60 dk süreyle uygulanmaktadır¹²³.

- **Sodyum Perborat**

Kuru olduğunda kararlı olan sodyum perborat, su ile birleştğinde hidrojen peroksit, sodyum metaborat ve serbest oksijen açığa çıkarır. Hidrojen peroksit beyazlatma işlemini başlatacak olan aktif oksijeni salar^{124, 125}. Sodyum perborat, yoğunlaştırılmış hidrojen peroksit çözeltilerine göre daha kolay kontrol edilmesi ve daha güvenli olması nedeniyle intrakoronal beyazlatma uygulamasında tercih edilen bir materyaldir¹²⁶.

İnaktif İçerik

- **Kıvam Arttırıcı Ajanlar**

Beyazlatma ajanlarında kıvam arttırıcı ürün olarak genellikle %0,5 ile %1,5 arasındaki konsantrasyonlarda karbopol (karboksipolimetilen) kullanılmaktadır. İki ana avantaj sunar ilk olarak, beyazlatma maddelerinin viskozitesini arttırır, bu da beyazlatıcı ajanının yüzeye daha iyi tutunmasını sağlar. İkincisi, beyazlatma ajanının aktif oksijen bırakma süresini dört kata kadar arttırır¹²⁷.

- **Taşıyıcı**

Gliserin ve propilen glikol beyazlatma ajanlarında en yaygın kullanılan taşıyıcılardır. Taşıyıcı, nemi muhafaza edebilmekte ve diğer bileşenlerin çözünmesine yardımcı olabilmektedir¹⁰⁷.

- **Sürfaktan ve Pigment**

Sürfaktan yüzey nemlendirici ajan olarak görev alır ve böylece aktif beyazlatma içeriğinin difüze olmasına yardımcı olur¹⁰⁷. Yüzey aktif maddesi veya pigment ayrıştırıcı içeren jeller, içermeyenlere göre daha etkili olabilmektedir¹²⁸.

- **Koruyucu**

Koruyucu maddeler olarak metil, propilparaben ve sodyum benzoat yaygın olarak kullanılır. Beyazlatma ajanlarında bakteri üremesini önleme kabiliyetine sahiptir. ¹⁰⁷.

- **Tatlandırıcı**

Tatlandırıcılar, beyazlatma ürünlerinin tadı ve tüketicinin kabulünü geliştirmek için kullanılan maddelerdir. Beyazlatma ajanlarında nane şekeri, nane, kış yeşili, anason ve sakarin gibi tatlandırıcılar bulunur¹⁰⁷.

- **Üre**

Beyazlatma setlerinde; antikaryojenik etki, tükürük stimülasyonu, hidrojen peroksit stabilize etme, solüsyonun pH değerini yükseltme ve yara iyileştirme gibi özellikler sağlamak amacıyla kullanılmaktadır. Amonyakın yüksek pH'sı sayesinde beyazlatma prosedürleri kolaylaşmaktadır¹¹⁴⁻¹¹⁶.

Beyazlatma Ajanlarının Etki Mekanizması

Yapısında tek ya da çift bağlar bulunan, uzun zincirli ve kromofor olarak adlandırılan organik bileşikler dış renklenmelerinden sorumludur. Moleküler yapılarında çoğunlukla heteroatomlar, karbonil ve fenil halkaları bulunmaktadır²⁵. Bütün beyazlatma sistemleri temel olarak, her biri kendi etki mekanizmasına ait ajanlar ile kromor yapısındaki uzun zincirlerin kırılması, çift bağların açılması veya oksidasyon tepkimesi yoluyla etkinlik göstermektedir^{129, 130}.

Dış hekimliğinde beyazlatma uygulaması, peroksitlerin çeşitli formlarının kullanılması ile yapılmaktadır ve temeli yükseltgenme ve indirgenme reaksiyonuna dayanmaktadır. İndirgenme reaksiyonunda; okside edici ajanın (hidrojen peroksit) çiftleşmemiş elektronlara sahip serbest radikalleri vardır. Bunlar hidroksil, perhidroksil anyonları, süperoksit anyonları ile reaktif oksijeni içerir. Okside edici ajan bunları vererek indirgenir, indirgeyici ajan (beyazlatılan madde) ise elektronları kabul ederek okside olur (yükseltgenir). Hidrojen peroksidin parçalanması ile oluşan oksijen, serbest radikal olup, düşük molekül ağırlığından dolayı minenin interprizmatik aralıklarına yayılır ve büyük organik moleküllerden kopardığı küçük molekülleri, köpürme özelliği sayesinde yüzeye taşır. Bu radikaller dış minesinde inorganik tuzlar arasında, renklenmeye neden olan organik moleküller ile reaksiyona girer. Buna bağlı olarak ışığı daha az yansıtan basit moleküller oluşur ve başarılı bir beyazlatma sağlanmış olur.

Örneğin, sarı renklenmelere neden olan karbon halkalı bileşikler açılarak, çoğunlukla renksiz olan hidroksil gruplarına dönüşür¹³¹.

Beyazlatma ajanlarının etki mekanizması kısaca özetlenecek olursa; ilk olarak dişin yapısına dahil olur ve radikallerine ayrılır, ikinci olarak renk değişimine neden olan moleküller ile reaksiyona girer ve son olarak bu reaksiyon zinciri sayesinde ışığın farklı yansımaları sağlayarak dişin optik özelliklerini değiştirir.

2.4.2. Beyazlatma Uygulamaları

Vital Beyazlatma Yöntemleri

Vital beyazlatma teknikleri diş renginden şikayet eden hastalar için restoratif ve protetik uygulamalar ile beraber veya onlara alternatif olarak başvuru yöntemleridir. Farklı beyazlatıcı ajanlar, konsantrasyonlar, uygulama zamanları, ürün formatları, uygulama metotları ve ışık aktivasyon yöntemleri kullanılarak uygulanırlar^{111, 131, 132}.

- **Ofis Tipi Beyazlatma**

Diş hekimi kliniğinde uygulanır. Zaman alıcıdır, çünkü tek bir randevuda tatmin edici sonuçlar nadiren elde edilir. Hasta seans başına beyazlatıcının iki kez veya daha fazla uygulanması ile birkaç randevuya gelmek zorundadır^{112, 113}. Bu teknikte diş hekimi prosedür boyunca tam kontrole sahiptir ve istenen renk tonu / etki elde edildiğinde uygulamayı durdurur.

Bu tip beyazlatmalara %15 ila %40 arasında değişen yüksek hidrojen peroksit konsantrasyonları eşlik eder¹³³. Hidrojen peroksit jellerin kullanımına yönelik genel endikasyonlar ve kurallar olsa bile üreticinin talimatlarına uygun olacak şekilde işlem sayısı, süre ve kullanım yöntemine dikkat edilerek kullanılmalıdır. Hidrojen peroksit toksik bir materyaldir bu nedenle uygulama esnasında hastanın yumuşak dokularının rubber-dam ile korunması gerekmektedir. Aynı zamanda yumuşak dokuların izolasyonu ışıkla sertleşen gingival bariyerler ile de yapılabilir¹³⁴.

Beyazlatma uygulamasının hızını ve etkinliğini artırmak için 'Power bleaching' uygulamaları yapılmaktadır. Beyazlatma işlemi ısı, ışık veya lazer ile hızlandırılabilir^{112, 135}. Piyasada kimyasal olarak aktive edilmiş ofis tipi beyazlatma ajanları da mevcuttur. Kimyasal katalizör, kullanımdan hemen önce hidrojen peroksit eklenir ve hızlı bir beyazlatma etkisi ile sonuçlanır. Bu sistemlerde başka hiç bir aktivasyon şekli gerekli değildir¹³⁵.

- **Ev Tipi Beyazlatma**

Klusmeier tarafından karbamid peroksit kullanılarak yapılan ev tipi beyazlatma tekniği ilk kez ağız içi yaralarının tedavisinde bir ortodontik retainerde, Gly-oksit (karbamid peroksit içerikli gargara) uygulandıktan sonra dişlerin beyazladığı fark edildiğinde tanımlanmıştır¹⁰⁷. Haywood ve Heymann tarafından 1989 yılında Night guard vital bleaching ” (gece koruyuculu vital beyazlatma) olarak tanımlandığı zaman dünya çapında kabul görmüştür^{136, 137}.

Bu teknik hasta tarafından uygulanır ve diş hekimi tarafından denetlenir. Plaklara uygulanan düşük konsantrasyonlu hidrojen peroksit (%4 -%8) veya karbamid peroksit (%10 -%22) ajanları ile işlem gerçekleştirilir. Bu plaklar 2-6 hafta boyunca, günde 2-8 saat ağızda tutulur¹³⁸. Ev tipi beyazlatma uygulamasının maliyetinin düşük olması, basit olması ve hasta ile hekim açısından güvenli olması gibi avantajları vardır^{136, 137}.

- **Over-the-counter Ürünler (Hasta Tarafından Satın Alınarak Kullanılan Sistemler)**

Diş hekimi tarafından reçete edilmesine gerek olmadan, hastanın eczane veya marketlerden satın alarak kullandığı dişe yapışan bantlar, ağız gargaraları, diş macunları ve dişlere cila şeklinde uygulanan sistemlerden oluşmaktadır. Bu yöntemler beyazlatılmış dişlerin bakımı için idealdir ve hekim tarafından reçete edilen ürünleri karşılayamayan veya birden fazla ofis ziyareti için vakti olmayan hastalar için iyi bir alternatiftir¹³⁹.

Non Vital Beyazlatma Yöntemleri

Pulpal nekrozu, travma sonrasında oluşan intrapulpal kanama, kanal tedavisi sonrası pulpa odasında kalan dokular ve kullanılan endodontik materyallere bağlı, vital olmayan dişlerde oluşan diş renklenmelerinde walking bleaching, inside/outside bleaching ve non-vital power bleaching teknikleri uygulanabilmektedir.

- **Walking Bleaching Tekniği**

İlk olarak 1961 yılında tarif edilmiştir. Walking bleaching tekniği sodyum perboratın su ile veya hidrojen peroksit ile karışımının etkilenen dişin pulpa odasına

kapatılmasını içerir ve uygulama istenen beyazlatma elde edilinceye kadar aralıklarla tekrar edilir^{114, 140}.

- **Inside/Outside (İç-Dış) Bleaching Tekniği**

Dişlerin hem dış hem de iç yüzeylerine beyazlatma ajanı uygulanmaktadır. Kavite boşluğu tüm tedavi boyunca açık kalmaktadır. Bu tekniğin avantajı düşük konsantrasyonlu beyazlatma ajanının istenen etkinin elde edilmesi için yeterli olmasıdır¹⁴¹.

- **Non-vital Power Bleaching Tekniği**

Hidrojen peroksit jeli (%30-35) pulpa odasına yerleştirildikten sonra, elektrikli ısıtma cihazları veya özel tasarlanmış lambalardaki ışık ile aktiveleştirilmektedir¹⁴². Non-vital power bleaching uygulamasının eksternal servikal kök rezorpsiyonuna neden olduğu düşünülmektedir¹⁴³.

2.5. Diş Rengi Belirlenmesinde Kullanılan Renk Sistemleri ve Yöntemler

Işık, görülebilir elektromanyetik bir enerjidir ve nanometre ile ifade edilen dalga boylarından oluşur. Görünür ışığın bir cisme ulaşması sonucunda çeşitli dalga boylarının soğrulması ve yansımalarıyla oluşan, gözün retinasına ulaşması ile ortaya çıkan algılamaya renk denir^{144, 145}.

Diş hekimliğinde Munsell Renk Sistemi ve Uluslararası Aydınlatma Komisyonu [Commission Internationale de L'Eclairage (CIE L*a*b*)] Renk Sistemi olmak üzere iki renk sistemi kullanılmaktadır. Munsell ve CIE L*a*b* renk sistemleri, uluslararası kabul edilebilirliği, güvenilirliği ve pratik kullanımları açısından en çok tercih edilen sistemlerdir^{146, 147}.

2.5.1. Diş Rengi Belirlenmesinde Kullanılan Renk Sistemleri

- **Munsell Renk Sistemi**

1905 yılında Albert Henry Munsell tarafından geliştirilmiştir. Rengin üç boyutunu “hue (renk tonu)”, “value (renk değeri)” ve “chroma (renk yoğunluğu)” olarak tanımlamıştır. Renk tonu; rengi bir diğer renkten ayıran özelliğidir¹⁴⁷⁻¹⁴⁹. Kırmızı, mavi ve yeşil gibi değişik renk ailelerinin ayrımını sağlar. Renk değeri; bir rengin açıklık-koyuluk derecesi veya bir cismin parlaklığı olarak ifade edilir¹⁴⁸. Saf siyah ve saf beyaz

arasındaki parlaklık derecesini ifade eder. Renk yoğunluğu ise; güçlü bir rengin zayıf bir renkten ayrılmasını sağlayan ve doygunluk derecesini gösteren özelliğidir. Güç ya da berraklık olarak da tanımlanabilir^{146, 147}.

- **CIE LAB Renk Sistemi**

CIE tarafından sunulan CIE sistemi en sık kullanılan renk sistemidir¹⁴⁸. İlk kez 1931 yılında açıklanan bu sisteme göre, tüm renkler üç uyaranlı renk değerleri, yani kırmızı (X), yeşil (Y) ve mavinin (Z) çeşitli miktarlarda karışımı ile elde edilir. 1976 yılında; CIE daha belirleyici bir renk tanımlaması yapmış ve CIE L*a*b* renk sistemini geliştirmiştir^{148, 149}.

CIE L*a*b* sistemi, rengi L*, a* ve b* olmak üzere üç eksenle tanımlamaktadır. L*ekseni, açıklık, koyuluk, parlaklık veya siyah/beyaz derecesini belirtmektedir. Saf beyaz ise 100 L* iken saf siyah 0 L* değerine sahiptir^{148, 149}. Rengin kromatik özelliğini a* ve b* eksenleri ifade etmektedir. Rengin kırmızılık-yeşillik oranını a* değeri, b* değeri ise sarılık- mavilik oranını göstermektedir. Pozitif a* değeri kırmızılığı, negatif ise yeşilliği; b* değeri pozitif ise sarılığı, negatif ise maviliği temsil eder¹⁴⁸.

2.5.2.Diş Renginin Belirlenmesinde Kullanılan Yöntemler

Diş renginin belirlenmesi için kullanılan yöntemin basit, hızlı, tekrarlanabilir ve güvenilir olması gerekir. Doğal diş ve renk skalalarındaki renklerin analiz edilmesi için çoğunlukla iki yöntem kullanılır:¹⁵⁰

1-Konvansiyonel Yöntem: Diş Renginin Gözle Belirlenmesi

2-Dijital Renk Ölçümü

- **Konvansiyonel Yöntem: Diş Renginin Gözle Belirlenmesi**

Diş renginin gözle belirlenmesi yöntemi, diş ve renk skalasının aynı ışık kaynağı altında subjektif olarak karşılaştırılmasıdır.

Konvansiyonel Yöntemin Avantajları: Renk tespitinin kısa sürede yapılması ve maliyetinin düşük olmasıdır.

Konvansiyonel Yöntem Dezavantajları: Rengin algılanmasında ışık kaynağının şiddeti, mesleki tecrübe, yaş, cinsiyet, insan gözünün yanılabilirliği ve fizyolojik

etkenler (renk körlüğü) gibi değişkenler tutarsızlığa neden olabilirler¹⁵⁰. Ayrıca diş skalalarındaki renkler doğal diş renklerinin hepsini kapsamamaktadır¹⁵¹.

- **Dijital Renk Ölçümü**

Konvansiyonel (Görsel Renk Ölçümü) yöntem ile karşılaştırıldığı zaman dijital renk ölçümü (Renk Ölçüm Cihazları ile Ölçüm) objektif olması, rakamsal veriler ile ifade edilebilmesi, güvenilir olması, tekrarlanabilir olması ve hızlı elde edilebilmesi gibi avantajlara sahiptir¹⁵⁰.

Diş hekimliğinde renk ölçümü için kullanılan cihazlar kolorimetre, dijital kameralar ve spektrofotometredir^{152, 153}.

Kolorimetre

Standart bir renk kalibrasyonuna dayanarak rengi tespit edilecek dişlerin veya objelerin renk verilerini analiz eden cihazlardır. Bu cihazlar üç uyarınlı x, y, z değerlerini veya CIE L*a*b* değerlerini verirler. CIE L*a*b* sistemini kullanan cihazların çalışma prensibi belirli açıda ışın gönderip, sabit bir açıyla geri dönen ışınların yansıma değerlerini ölçme esasına dayanmaktadır¹⁵⁴.

Kolorimetrenin Avantajları: Kolorimetre, spektrofotometrelerden daha kolay kullanılır ve daha küçük aletlerdir. Diş hekimliğinde kullanılan kolorimetreler, in vivo ve in vitro çalışmalarda oldukça başarılı bulunmuştur. Fiyatları daha uygundur^{155, 156}.

Kolorimetrenin Dezavantajları: Cihazın renk ölçümü için kullanılan filtrelerin eskimesinden dolayı hassasiyeti etkilendiğinden, spektrofotometrelerden daha az güvenilirlerdir. Aynı zamanda kolorimetreler düz yüzeylerde kullanıma uygundur ancak dişler çoğunlukla düz yüzeye sahip değildir¹⁵⁷.

Dijital Kameralar

Dijital kameraların renk ölçümünde kullanılması günümüzde giderek popülerlik kazanmaktadır. Avantajı, tüm cismin renk görünümünün imaj hâlinde elde edilebilmesidir. Dijital kameralar tek başına ölçüm cihazı değildir. Bu nedenle yöntem; klinikte elde edilen dijital görüntünün kameranın bağlı olduğu bilgisayarda analiz edilmesine dayanmaktadır¹⁵⁸. Objenin görüntüsü dijital bir kamera ile elde edildikten sonra, kameranın bağlı olduğu bilgisayarda bu değerler CIE L*a*b* ile ifade edilmektedir¹⁵⁴. Birçok çalışma dijital kameraların uygun kalibrasyon protokolleriyle, diş ve dişeti rengi belirlemede güvenilir cihazlar olduğunu rapor etmiştir^{159, 160}.

Dijital Kameraların Avantajları: Sistemin en önemli avantajı tek bir noktanın değil tüm objenin renk görünümünün elde edilebilmesidir.

Dijital Kameraların Dezavantajları: Tek başına kullanıldığında renk analizi için güvenilir bir yöntem değildir. Kameranın tipi, ayarları, ortamın aydınlanma şartları, görüntünün boyutu ve ilgili dışın pozisyonu görüntünün kalitesini etkilemektedir¹⁵⁸.

Spektrofotometreler

Spektrofotometreler yüzey renklerinin ölçülmesinde kullanılan bir monokromatör, dedektör ve ışık kaynağından meydana gelir. İnsan gözünün algılayamayacağı renkleri, çeşitli dalga boylarında ölçüm yapabilen sensörleri sayesinde değerlendirebilen spektrofotometreler çoklu sensör prensibiyle çalışmaktadır. Temel prensipleri; cisimden yansıyan ışığın, beyaz bir yüzeyden yansıyan ışığa oranının ölçülmesi esasına dayanmaktadır¹⁵⁸. Cisimden yansıyan ışığı görünür spektrumda 1-25 nanometrelik aralıklarda ölçer^{161, 162}. Spektrofotometreler daha profesyonel alanlarda, bilimsel çalışmalarda, kalite kontrolünde ve rengin tarif edilmesinde kullanılmaktadırlar. Diş hekimliğinde ise; dental materyallerin renklerinin renk ölçümü ve iki cisim arasındaki renk farkının tespiti amacıyla kullanılmaktadır¹⁵⁸.

Spektrofotometrenin Avantajları: İnsan gözünün algılayamayacağı renkleri algılayabilme özellikleri vardır. Standart koşullarda tutarlı ve yüksek derecede tekrarlanabilir sonuçlar verebilirler. Metamerizmi ayırt edebilmek amacı ile de kullanılabilirler^{163, 164}.

Spektrofotometrelerin Dezavantajları: Spektrofotometreler kolorimetrelerden daha kapsamlıdır, ancak in vivo kullanımı zor olduğundan kolorimetrelerin diş hekimliğinde klinik olarak kullanımı daha fazladır. Ayrıca pahalı ve komplikedirler^{163, 164}.

Dijital fotoğraf ve spektrofotometrenin birlikte kullanımı ise renk tespitinde kullanılan yeni bir yöntemdir. Piyasadaki mevcut cihazlara Crystaleye, Spectro Shade Micro, Shadepilot ve Zfx Shade örnek olarak verilebilir¹⁶⁵. Spectro Shade Micro (MHT, Niederhasli, Switzerland) görüntüleme spektrofotometresidir. Bir dijital kamera ve LED (Light-Emitting Diode=Işık Yayan Diyot) spektrofotometre kombinasyonudur. Analitik yazılıma ek olarak, dâhili bir bilgisayar mevcuttur. LCD (Liquid-Crystal Display=Sıvı Kristal Ekran) dokunmatik ekranında gösterilen dış pozisyonlandırma rehberlik sistemi

renk ölçümü sırasında kullanılır. Görüntüler ve sanal veriler hafızaya kaydedilebilir ve başka bir bilgisayara aktarılabilir¹⁶².

Araştırmacılar Vita Easy Shade Compact ve Spectro Shade Micro ile yapılan renk ölçümlerinin son derece güvenilir ve tekrarlanabilir olduğunu, bu cihazların diş rengi belirlemek ve tedavi sonrası meydana gelen renk değişimlerini incelemek amacıyla klinik olarak kullanılabileceğini belirtmişlerdir¹⁶⁶⁻¹⁶⁸.



3.MATERYAL VE METOT

3.1. Çalışmada Kullanılan Dişler

Bu in vitro çalışma, insan premolar dişleri üzerinde gerçekleştirilmiştir. Bu nedenle, çalışmanın yürütülmesi için Ondokuz Mayıs Üniversitesi Klinik Araştırmalar Etik Kurul'undan 25.08.2022 tarihli ve 2022/385 karar numaralı etik onayı alınmıştır.

Çalışmaya dahil edilen dişler, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti Anabilim Dalı kliniğinde çekimli ortodontik tedavi endikasyonu sonrası çekilmiş, alt veya üst birinci ve/veya ikinci küçük azı dişleri arasından seçilmiştir. Dişlerin çekimi Ondokuz Mayıs Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ağız, Diş Çene Cerrahisi Anabilim Dalı'nda gerçekleştirilmiştir. Hasta veya ebeveynlerden ortodontik tedavi öncesi genel onam formu alınmıştır.

Çekilen dişlerin yüzeyleri reflektör ışığı altında incelenmiş ve aşağıdaki kriterlere uygun olanlar çalışmaya dahil edilmiştir:

- Diş yüzeylerinde braket yapıştırılmasına engel olabilecek herhangi bir defekt bulunmaması,
- Dişlerde herhangi bir çürük bulunmaması,
- Dişlerde kök kanal tedavisi, restoratif ve/veya protetik restorasyonların bulunmaması,
- Çekilen dişlerin 12-18 yaş aralığında olan ortodonti hastalarından toplanmasıdır

3.2. Çalışmada Kullanılan Dişlerin Saklanma Koşulları

Çekilen dişler hava su spreyi ile yıkanmış, dişlerin üzerindeki doku artıkları periodontal küret yardımıyla uzaklaştırılmış ve çalışma gününe kadar karanlık ortamda, oda ısısında ve distile suyun içinde bekletilmiştir. Çekilen dişler üç ay içerisinde kullanılmıştır. Distile su, haftada bir kez yenilenmiştir.

3.3. Çalışma Gruplarının Oluşturulması

Çalışmada değerlendirilen Transbond XT™ (3M Unitek, Monrovia, CA, USA) ve OrthoCem (FGM, Joinville, Brazil) adezivlerine ve Opalescence Boost (Ultradent, South Jordan, UT, ABD) ofis tipi beyazlatma uygulamasına göre çalışma grupları aşağıdaki gibi oluşturulmuştur:

Grup 1- Transbond XT™(TRXT)+Distile Su Grubu (Kontrol Grubu)

Grup 2-TRXT+Kahve Solüsyonu Grubu

Grup 3-TRXT+Kahve Solüsyonu+Beyazlatma Uygulaması Grubu

Grup 4- Orthocem+ Kahve Solüsyonu Grubu

3.4. Çalışmanın Örnek Büyüklüğü

Çalışmanın birincil ölçümü olarak ΔE renk değişimi değeri kullanıldığında, örnek büyüklüğü %95 güven (1- α), %95 test gücü (1- β), $f=0,626$ etki büyüklüğü ile her bir grupta 15 olmak üzere toplamda en az 60 örnek olarak hesaplanmıştır¹⁶⁹. Ancak, çalışma boyunca herhangi bir kayıp ihtimaline karşı her bir grupta 20 diş olacak şekilde toplam 80 diş çalışmaya dahil edilmiştir.

3.5. Çalışmada Kullanılan Dişlerin Hazırlanması

Örneklem sayısı tamamlandıktan sonra, 52 üst premolar 28 alt premolar diş rastgele üst ve alt premolar diş sayıları her grupta eşit olacak şekilde 4 gruba eşit dağıtılmış ve kapaklı kutulara yerleştirilerek numaralandırılmıştır. Daha sonra, tüm dişlerin bukkal yüzeyleri düşük devirli angulduruva ucuna takılmış kıl fırça ve sulandırılmış pomza (Imipomza, Imicryl Konya Türkiye) ile 10 sn temizlenmiş, pomza artıklarını uzaklaştırmak için hava su spreyi ile yıkanmıştır. Temizlenen dişler renk ölçümü yapılana kadar distile su içinde bekletilmiştir.

3.6. Başlangıç Renk Ölçümü

Renk ölçümlerinde çevresel faktörlerin etkisini bütün gruplarda eşitlemek amacıyla, dört grubun her birinden alınan 10' ar diş için aynı günde hazırlık ve renk ölçümü yapılmıştır.

Dişler 5cm x 6cm ebatlarında dikdörtgen kalıplara dökülen beyaz alçılara bukkal yüzeyleri yukarı bakacak şekilde gömülmüştür (Şekil 3.1). Daha sonra Spectro Shade Micro (MHT, International, Verona, Italy) cihazı ile dişlerin başlangıç renk ölçümleri yapılmıştır.



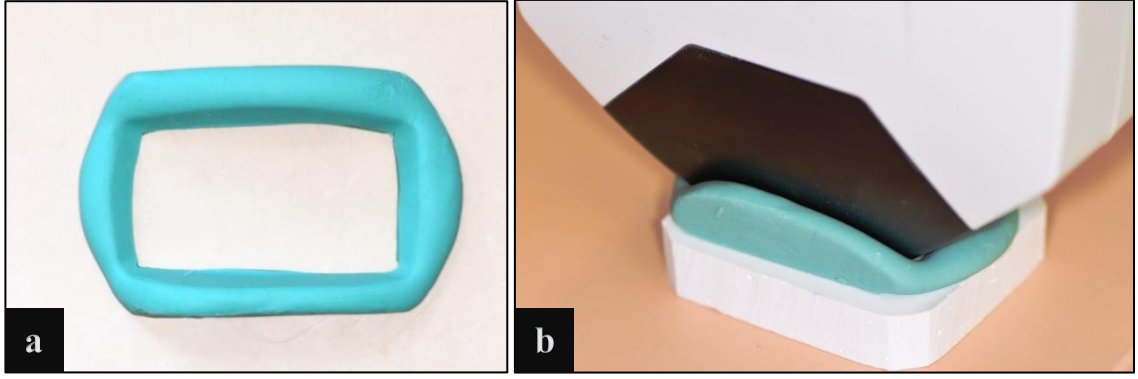
Şekil 3.1. Alçı kalıplara gömülen diş örnekleri

Spectro Shade Micro (MHT, International, Verona, Italy) renk ölçüm cihazı (Şekil 3.2) dijital görüntülemeyi spektrofotometrik analizle birleştiren bir sistemdir. Görüntüler $2 \times 45^\circ$ aydınlatma geometrisiyle elde edilmektedir. Renk değerlerine etki eden speküler yansımayı elimine etmek için polarize filtre kullanılmaktadır. Polarize görüntüler daha sonra renk analizi ve hesaplamalarında kullanılmakta veya cihazın datasında bulunan skalalarla karşılaştırılmaktadır. Yazılım sayesinde görüntüsü elde edilen dişin üzerindeki bütün alanların renk haritasını çıkarabilmektedir^{162, 165}. Analitik yazılıma ek olarak, dâhili bir bilgisayar mevcuttur¹⁶⁵. Ölçüm sırasında cihazın doğru pozisyonda olması için LCD dokunmatik ekranında rehber sistem kullanıcıyı yönlendirmektedir. LCD ekrandaki rehber sistem yani açı kontrolü, sarı çerçeve içerisindeki artı şeklinde yatay ve dikey referans çizgilerinden oluşmaktadır. Hem sarı çerçeve hem de yatay ve dikey sarı çizgiler görüntü alınırken sabit konumda kalır. Görüntüsü alınacak obje sarı çerçeve içerisinde olmalıdır. Çekim çizgisinin yatay çizgiye yakın olması ve yeşil renkte olması optimal çekim açısının bir göstergesidir. İdeal olarak, çekim çizgisi yatay sarı çizgi ile çakışmalı ve yeşil renkte olmalıdır. Görüntüler ve spektral data dâhili hafızasında saklanabilmekte veya bilgisayara aktarılabilmektedir^{162, 165}.



Şekil 3.2. Spectro Shade Micro (MHT, International, Verona, Italy) a. Önden görünüş b. Yandan görünüş

Spektrofotometreler farklı aydınlatma koşulları altında değişken sonuçlar verebilirler ¹⁶⁵. Bu nedenle, bu çalışmada standart aydınlatma koşullarını sağlamak amacıyla alçı kalıplar ile cihazın ölçüm ucu arasına dişin ölçüm yapılacak yüzeyine ışık girmesini önleyecek şekilde silikon ölçü maddesinden bir çerçeve yapılmıştır (Şekil 3.3).

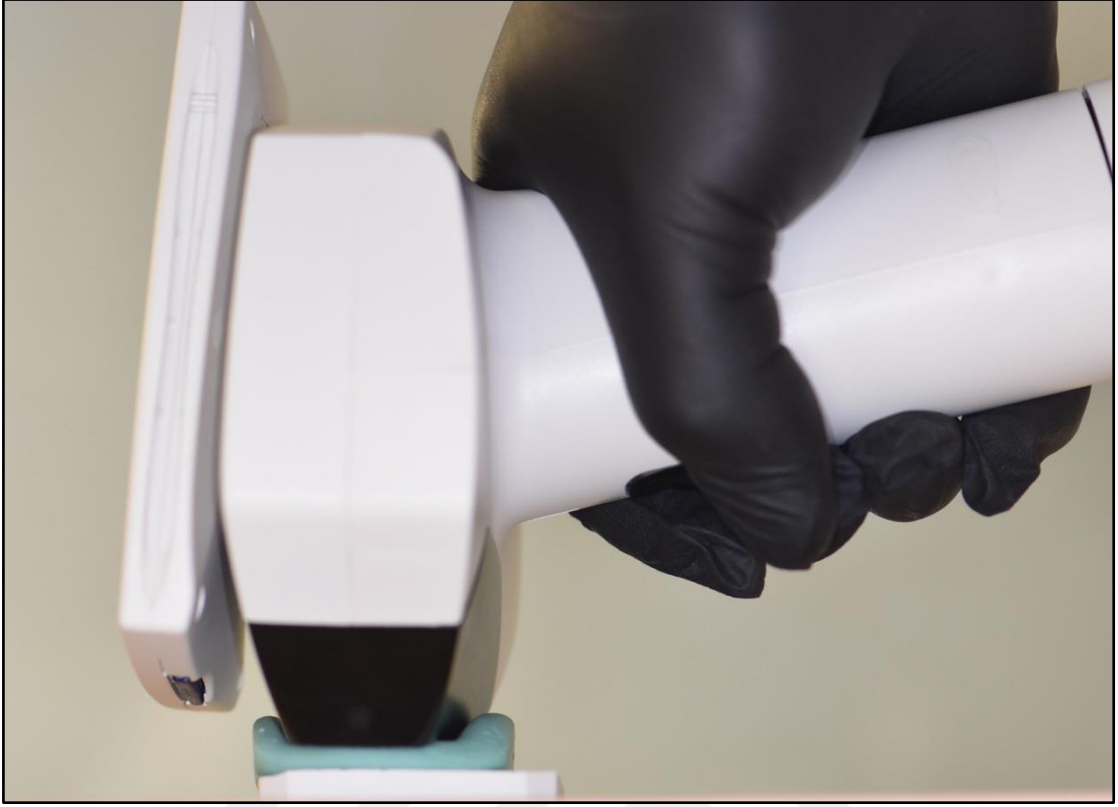


Şekil 3.3.a. Silikon çerçeve b. Silikon çerçevenin Spectro Shade Micro ve alçı blok arasına yerleştirilmesi

Spectro Shade Micro cihazı renk ölçümleri öncesinde üretici firmanın önerisi doğrultusunda beyaz ve yeşil kalibrasyon karoları kullanılarak kalibre edilmiştir. Daha sonra optik el parçası hedef görüntünün üstüne dik bir şekilde yerleştirilerek dişin bukkal yüzeyi LCD ekrandaki açı konfigürasyonu için sarı çerçeve içine gelecek şekilde ayarlanmıştır. Optik el parçası hareket ettirilerek çekim çizgisinin yatay çizgiyle çakışması ve yeşil olması sağlanarak görüntüler elde edilmiştir. Her dişin spektrofotometrik görüntüsü cihazın konumlandırılıp, kaldırılıp sonra tekrar konumlandırılmasıyla üç kez alınmıştır (Şekil 3.4). Bu üç ölçümünün ortalaması kullanılmıştır. Tüm ölçümler standardizasyonu sağlamak amacıyla aynı araştırmacı (Hasan Karadeniz) tarafından yapılmıştır.

Elde edilen spektrofotometrik görüntülerde renk ölçümü yapılacak olan dişin bukkal kron yüzeyi Spectro Shade Database Version 1.1.1.0 programı ile horizontal yönde insizal (İ), orta (O) ve gingival (G) olmak üzere üç eşit parçaya bölünmüştür. Bu üç bölgeden, CIE L*a*b* sistemi temel alınarak elde edilen veriler, başlangıç renk değerleri (T0) olarak not edilmiştir. Başlangıç renk ölçümleri yapılan dişler, alçı kalıplardan çıkarılarak renklendirme işlemi yapılana kadar yeniden distile suya bırakılmıştır.

Çalışmanın kahve ile renklendirme, beyazlatma ve debond aşamalarındaki renk ölçümleri de yukarıda anlatıldığı gibi yapılmış ve her aşamanın verileri elde edilmiştir.



Şekil 3.4. Renk ölçümünün yapılması

3.7. Braketlerin Yapıştırılması

Çalışmamızda alt ve üst premolar dişler için MBT 0.022 inch Mini Master Series (American Orthodontics, Sheboygan, NY, USA) metal braketler, yüksek doldurucu içeren adeziv rezin olan TRXT ve üreticisi tarafından renk değişimine dayanıklı olduğu bildirilen ve ayrı bir primeri olmayan adeziv rezin olan Orthocem kullanılarak yapıştırılmıştır. Çalışmamızda kullanılan adeziv rezinlerin bileşimi Tablo 3.1’de gösterilmiştir.

Tablo 3.1. Çalışmada kullanılan adezivlerin bileşimi (%Ağırlıkça)

Adeziv	Rezin	Doldurucu	Ek İçerikler
Transbond XT™	Bisfenol A digilisdil eter dimetakrilat (ağırlıkça %10–20) Bisfenol A bis(2-hidroksil eter) dimetakrilat (ağırlıkça % 5-10)	Silanla işlenmiş kuvars (ağırlıkça %70–80)	Diklorodimetilsilan silika ile reaksiyon ürünü (ağırlıkça % <2)
Orthocem	Bisfenol A digilisdil eter dimetakrilat (Bis-GMA) (ağırlıkça %25–35) Trietilen glikol dimetakrilat (TEGDMA) (ağırlıkça %10–15) Metakrilat fosfat monomeri (ağırlıkça% >2)	Silanla işlenmiş silikon dioksit (ağırlıkça %45-60)	Kamforokinon (ağırlıkça % <1) Sodyum florür (ağırlıkça % <1)

- **TRXT ile Braketlerin Yapıştırılması**

Grup 1, Grup 2, Grup3'te dişlerin bukkal yüzleri üretici firmanın önerisi doğrultusunda, %35'lik jel fosforik asitle (Scotchbond™ Universal Etchant, 3M Unitek, Monrovia, CA, ABD) 15 sn pürüzlendirilmiş, su ile 15 sn yıkanmış ve yağ içermeyen hava spreyi ile tebeşirimsi görüntü elde edilene kadar kurutulmuştur. Tebeşirimsi görüntü elde edilen mine yüzeyine primer olarak Transbond™ XT Light Cure Adhesive Primer (3M Unitek, Monrovia, California, USA) mikrofırça ile uygulanmış ve hava ile inceltirilmiştir.

Tabanına TRXT yerleştirilen braketler, dişlerin bukkal yüzeyinin mesio-distal ve oklüzo-gingival ortasında olacak şekilde yerleştirilmiş ve diş yüzeyine doğru bastırılmıştır.

Grup 1, Grup 2 ve Grup 3'teki örneklerin braketlenmesinde kullanılan kompozit adeziv, asit ve primer Şekil 3.5'de gösterilmiştir. Braket tabanının kenarlarından taşan adeziv artıklar ince uçlu bir sond yardımı ile dikkatlice temizlendikten sonra ,Woodpecker LED-E (Woodpecker Medical Instrument Co., Guilin, China) ışık cihazıyla mesial, distal, oklüzal ve gingival yönlerden beşer sn olacak şekilde 20 sn ışık uygulanmıştır.



Şekil 3.5. Grup 1,2 ve 3 için kullanılan kompozit adeziv, asit ve primer

▪ Orthocem ile Braketlerin Yapıştırılması

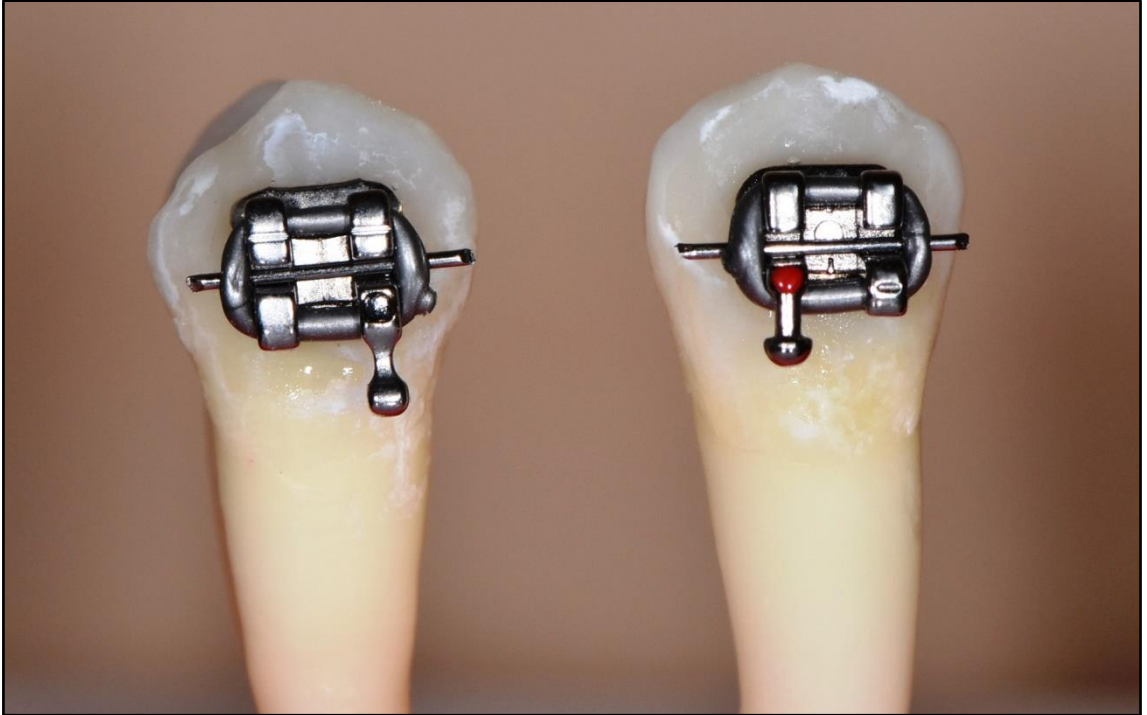
Grup 4'teki dişlerin bukkal yüzleri %37'lik jel fosforik asitle (Condac 37, FGM; Joinville, Brazil) 15 sn pürüzlendirilmiş , su ile 15 sn yıkanmış ve yağ içermeyen hava spreyi ile tebeşirimsi görüntü elde edilene kadar kurutulmuştur.

Tabanına Orthocem konulan braketler dişlerin bukkal yüzeyinin mesio-distal ve oklüzo-gingival ortasında olacak şekilde yerleştirilmiş ve diş yüzeyine doğru bastırılmıştır. Grup 4'teki örneklerin braketlenmesinde kullanılan kompozit adeziv ve asit Şekil 3.6'da gösterilmiştir. Braket tabanının kenarlarından taşan adeziv artıklar ince uçlu bir sond yardımı ile dikkatlice temizlendikten sonra Woodpecker LED-E (Woodpecker Medical Instrument Co., Guilin, China) ışık cihazıyla mesial, distal, oklüzal ve gingival yönlerden beşer sn olacak şekilde 20 sn ışık uygulanmıştır.



Şekil 3.6. Grup 4 için kullanılan kompozit adeziv ve asit

Bütün gruplarda ağız içi ortamı taklit etmesi amacıyla 0.014 inch ark teli (Adenta GmbH, Gilching, Germany) braket slotuna yerleştirilmiş ve metalik gri renk elastik (Unistick, American Orthodontics, USA; Power Sticks, Ortho Technology, USA) ile ligatüre edilmiştir (Şekil 3.7). Braket yapıştırılan ve ark teli yerleştirilen dişler tüm dişlerin işlemleri tamamlanana kadar yeniden distile su içine bırakılmıştır.



Şekil 3.7. Braket yapıştırılan dişlere ark teli ve elastik ligatür uygulaması

3.8. Örneklerin Renklendirme Periyodu ve Renk Ölçümü

Renklendirme aşamasında renklendirici olarak kullanılmak üzere Kuru Kahveci Mehmet Efendi Colombian Filtre Kahve (İstanbul,Türkiye) üreticinin önerisi doğrultusunda 7 gram kahveye 180 mililitre su olacak şekilde filtre kahve makinasında hazırlanmıştır. Tablo 3.2’de renklendirme periyodu için kullanılan solüsyonlar ve beyazlatma uygulamasının gruplara göre dağılımı gösterilmiştir.

Kontrol grubu olan Grup 1’deki örnekler distile su, Grup 2, Grup 3 ve Grup 4’deki örnekler ise oda sıcaklığında kahve solüsyonu içerisinde 7 gün boyunca bekletilmiştir. Renklendirme periyodu boyunca her 24 saatte bir solüsyonlar tazelenmiştir. Solüsyonlar yenilenmeden önce dişlerin içinde bulunduğu plastik kapaklı bölmeler akan su altında yıkanmış ve kurulanmıştır.

Tablo 3.2. Renklendirme periyodunun ve beyazlatma uygulamasının gruplara göre dağılımı

Grup Adı	Adeziv Rezin	Solüsyon	Beyazlatma
Grup 1	TRXT	Distile Su	-
Grup 2	TRXT	Kahve Solüsyonu	-
Grup 3	TRXT	Kahve Solüsyonu	+
Grup 4	Orthocem	Kahve Solüsyonu	-

Renklendirme periyodu sonunda, renk ölçümü yapılacak olan dişler teker teker solüsyondan çıkarılıp 5 sn distile su ile üzerinde olabilecek solüsyon artıklarından arındırmak için yıkanmış ve debonding pensi (Bracket Removing Pliers Straight, Dentaaurum; Ispringen, Germany) ile braketler çıkartılmıştır. Braketler çıkarıldıktan sonra her dişte ve braket altında kalan kompozit miktarları çıplak gözle reflektör ışığı altında değerlendirilerek Tablo 2.1’e göre ARI skorları kaydedilmiştir. Braketleri çıkarılan dişler bukkal yüzeyleri yukarı bakacak şekilde yeniden alçıya gömülmüş (Şekil 3.8), renklendirme sonrası spektrofotometrik görüntüsü alınmış, renk ölçümleri yapılmış ve elde edilen veriler (T1) not edilmiştir.



Şekil 3.8. Renklendirme periyodu sonrası örnekler

3.9. Beyazlatma Uygulaması ve Renk Ölçümü

Grup 3'te bulunan dişlerin T1 verileri elde edildikten sonra bu dişlere Opalescence Boost beyazlatma ajanı 20 dk uygulanarak beyazlatma işlemi yapılmıştır. Beyazlatma uygulaması öncesinde çıkarılan braketlerin yerlerine braket tabanını taklit edecek şekilde beyazlatma ajanının seti içerisinde çıkan doku bariyeri konulmuştur (Şekil 3.9).



Şekil 3.9. Çıkarılan braketlerin yerine doku bariyeri konulması

Beyazlatma uygulaması sonrasında Grup 3'te bulunan dişlerin yeniden spektrofotometrik görüntüsü alınarak renk ölçümleri yapılmış ve elde edilen veriler (T1B) not edilmiştir.

3.10. Debond Sonrası Diş Yüzeylerinin Temizlenmesi (Finishing/Polishing) ve Renk Ölçümü

Bütün gruplarda, braketler çıkarıldıktan ve renk ölçümleri tamamlandıktan hemen sonra diş yüzeyleri, 12 bıçaklı tungsten karbid frez (Drendel and Zweiling Diamant GmbH, Kalletal, Germany) ve angulduruva ile su soğutması altında düşük devirde (10.000 rpm) temizlenmiştir. Diş yüzeyinde artık adeziv kalıp kalmadığı reflektör ışığı altında görsel olarak değerlendirildikten sonra dişler flor içermeyen pomza (Imipomza, Imicryl, Konya Türkiye) ile 10 sn cilalanmıştır. Her 10 diş için yeni bir frez kullanılmıştır.

Tüm gruplarda temizleme işlemi tamamlanana kadar, temizlenen dişler distile su içinde oda ısısında bekletilmiştir. Daha sonra dişlerin spektrofotometrik görüntüsü alınarak renk ölçümleri yapılmış ve elde edilen veriler (T2) not edilmiştir.

3.11. Renk Değişikliği Değerlerinin Hesaplanması

Diş renginin belirlenmesinde CIE L*a*b* sistemi temel alınmıştır. CIE L*a*b* sistemi ile yapılan renk ölçümü sonucu ortaya çıkan ΔE değerleri insan gözü tarafından rengin ne ölçüde algılanabildiğini ifade etmektedir. $\Delta E = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2}$ formülüyle belirlenmektedir. ΔE formülündeki ΔL^* , Δa^* , Δb^* değerleri sırasıyla; $L^*1 - L^*0$, $a^*1 - a^*0$, $b^*1 - b^*0$ olarak birinci ve ikinci ölçüm arasındaki farkı tanımlamaktadır ^{170, 171}.

Mevcut çalışmanın veri setini oluşturan ΔE renk değişikliği değerleri;

- Grup 1 için distile suda bekleme sonrası- başlangıç aşaması farkı (T1-T0),
- Grup 2, Grup 3 ve Grup 4 için kahve solüsyonu sonrası – başlangıç aşaması farkı (T1-T0),
- Grup 3 için beyazlatma sonu-başlangıç aşaması farkı (T1B-T0),
- Grup 1, Grup 2, Grup 3 ve Grup 4 için diş yüzeylerinin temizlenmesi-başlangıç aşaması farkı (T2-T0)
- Grup 2, Grup 3 ve Grup 4 için diş yüzeylerinin temizlenmesi- kahve solüsyonu sonrası farkı (T2-T1)
- Grup 1 için diş yüzeylerinin temizlenmesi- distile suda bekleme sonrası farkı (T2-T1)

3.12. İstatistiksel Yöntem

Çalışmamızda elde edilen veriler IBM SPSS V23 ile analiz edildi. Normal dağılıma uygunluk Shapiro-Wilk testi ile incelendi (Tablo 3.3, Tablo 3.4). Üç ve üzeri gruplara göre normal dağılan verilerin karşılaştırılmasında tek yönlü varyans analizi kullanılarak çoklu karşılaştırmaları Tamhane's T2 testi ve Tukey HSD testi ile incelendi. Üç ve üzeri gruplara göre normal dağılmayan verilerin karşılaştırılmasında Kruskal Wallis H testi kullanıldı ve çoklu karşılaştırmalar Dunn testi ile incelendi. İkili gruplara göre normal dağılmayan verilerin karşılaştırılmasında Mann Whitney U testi kullanıldı. Analiz sonuçları nicel veriler için ortalama $\pm$ standart sapma ve ortanca (minimum – maksimum) şeklinde sunuldu. Önem düzeyi $p < 0,050$ olarak alındı.

Tablo 3.3. Grup içi karşılaştırmalardaki ΔE değerleri için Shapiro-Wilk testi sonuçları

Grup	Normal Dağılıma Uygunluk
Grup 1	Non-parametrik
Grup 2	Non-parametrik
Grup 3	Non-parametrik
Grup 4	Parametrik

Tablo 3.4. Gruplar arası karşılaştırmadaki ΔE değerleri için Shapiro-Wilk testi sonuçları

Bölge	Aşama	Normal Dağılıma Uygunluk
İnsizal	T1-T0	Non-parametrik
İnsizal	T2-T0	Non-parametrik
Orta	T1-T0	Non-parametrik
Orta	T2-T0	Parametrik
Gingival	T1-T0	Parametrik
Gingival	T2-T0	Non-parametrik
İnsizal	T1B-T0*T1-T0	Parametrik
Orta	T1B-T0*T1-T0	Parametrik
Gingival	T1B-T0*T1-T0	Parametrik
ARI Skoru	Transbond XT TM -Orthocem	Non-parametrik

*Grup 3 T1B-T0 verilerinin Grup 1,2 ve 4 T1-T0 verileri ile karşılaştırılması

4.BULGULAR

4.1. Renk Değişimlerinin Grup İçi Karşılaştırmaları

Renk değişimlerini gösteren ΔE değerlerinin ölçüm aşamalarına ve diş bölgelerine göre grup içi karşılaştırmaları sonucunda;

Grup 1' de T1-T0, T2-T0 ve T2-T1 aşamalarının ΔE değerleri arasında insizal ($p<0,001$), orta ($p<0,001$) ve gingival ($p<0,001$) bölgeler için istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur. İnsizal bölgede, T1-T0 ΔE ortancası 0,96, T2-T0 ΔE ortancası 0,28 ve T2-T1 ΔE ortancası 1,14 olarak elde edilmiştir. Orta bölgede, T1-T0 ΔE ortancası 1,21, T2-T0 ΔE ortancası 0,39 ve T2-T1 ΔE ortancası 1,12 olarak elde edilmiştir. Gingival bölgede, T1-T0 ΔE ortancası 1,44, T2-T0 ΔE ortancası 0,31 ve T2-T1 ΔE ortancası 1,37 olarak elde edilmiştir (Tablo 4.1).

Grup 1' de T1-T0 ($p=0,263$), T2-T0 ($p=0,487$) ve T2-T1 ($p=0,427$) aşamalarının kendi içinde insizal, orta, gingival bölgelerin ΔE ortanca değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır (Tablo 4.1).

Tablo 4.1. Grup 1 için diş bölgelerine ve aşamalarına göre ΔE değerlerinin karşılaştırılması

	T1-T0	T2-T0	T2-T1	Test ist.	p^c
İNSİZAL	1,15 $\pm$ 0,7 0,96 (0,17 - 2,83) ^a	0,37 $\pm$ 0,23 0,28 (0,15 - 1,06) ^b	1,16 $\pm$ 0,69 1,14 (0,25 - 2,88) ^a	23,396	<0,001
ORTA	1,25 $\pm$ 0,63 1,21 (0,21 - 2,79) ^a	0,55 $\pm$ 0,48 0,39 (0,07 - 2,09) ^b	1,14 $\pm$ 0,41 1,12 (0,46 - 1,96) ^a	17,970	<0,001
GİNGİVAL	1,45 $\pm$ 0,67 1,44 (0,42 - 3,06) ^a	0,44 $\pm$ 0,33 0,31 (0,09 - 1,45) ^b	1,39 $\pm$ 0,7 1,37 (0,29 - 2,91) ^a	25,115	<0,001
Test ist.	2,674	1,441	1,701		
p^c	0,263	0,487	0,427		

^cKruskall Wallis H testi, a-b: Aynı harfe sahip aşamalar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur (Dunn testi), ortalama $\pm$ s. sapma, ortanca (min. – maks.)

Grup 2' de T1-T0, T2-T0 ve T2-T1 aşamalarının ΔE değerleri arasında insizal ($p<0,001$), orta ($p<0,001$) ve gingival ($p<0,001$) bölgeler için istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur. İnsizal bölgede, T1-T0 ΔE ortancası 17,87, T2-T0 ΔE ortancası 4,04 ve T2-T1 ΔE ortancası 14,03 olarak elde edilmiştir. Orta bölgede, T1-T0 ΔE ortancası 8,64, T2-T0 ΔE ortancası 4,41 ve T2-T1 ΔE ortancası 5,21 olarak elde edilmiştir. Gingival bölgede, T1-T0 ΔE ortancası 13,5, T2-T0 ΔE ortancası 8,12 ve T2-T1 ΔE ortancası 4,74 olarak elde edilmiştir (Tablo 4.2).

Grup 2' de T1-T0 ($p<0,001$), T2-T0 ($p<0,001$) ve T2-T1 ($P<0,001$) aşamalarının kendi içinde insizal, orta ve gingival bölgelerinin ΔE ortanca değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur. T1-T0 aşamasında insizal bölge ΔE ortancası 17,87; orta bölge ΔE ortancası 8,64 ve gingival ΔE ortancası 13,5 olarak elde edilmiştir. T2-T0 aşamasında insizal ΔE ortancası 4,04; orta bölge ΔE ortancası 4,41 ve gingival bölge ΔE ortancası 8,12 olarak elde edilmiştir. T2-T1 aşamasında insizal ΔE ortancası 14,03; orta bölge ΔE ortancası 5,21 ve gingival bölge ΔE ortancası 4,74 olarak elde edilmiştir (Tablo 4.2).

Tablo.4.2. Grup 2 için diş bölgelerine ve aşamalarına göre ΔE değerlerinin karşılaştırılması

	T1-T0	T2-T0	T2-T1	Test ist.	p^c
İNSİZAL	17,27 $\pm$ 3,71 17,87 (10,52 - 22,59) ^{Aa}	4,61 $\pm$ 1,81 4,04 (1,84 - 8,03) ^{Bb}	14,04 $\pm$ 3,77 14,03 (8,64 - 20,35) ^{Ba}	42,119	<0,001
ORTA	9,04 $\pm$ 2,92 8,64 (4,36 - 16,59) ^{Bb}	4,59 $\pm$ 1,97 4,41 (1,54 - 9,58) ^{Ba}	5,57 $\pm$ 2,44 5,21 (1,96 - 11,73) ^{Aa}	23,078	<0,001
GİNGİVAL	14,33 $\pm$ 6,54 13,5 (4,51 - 25,67) ^{Ab}	7,46 $\pm$ 3,51 8,12 (1,06 - 15,43) ^{Aa}	7,34 $\pm$ 5,3 4,74 (1,28 - 17,09) ^{Aa}	15,937	<0,001
Test ist.	22,844	10,188	26,171		
p^c	<0,001	0,006	<0,001		

^cKruskal Wallis H testi, a-b: Aynı harfe sahip aşamalar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur (Dunn testi), A-B: Aynı harfe sahip bölgeler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur (Dunn testi), ortalama $\pm$ s. sapma, ortanca (min. – maks.)

Grup 3' de T1-T0, T1B-T0, T2-T0 ve T2-T1 aşamalarının ΔE değerleri arasında insizal ($p<0,001$), orta ($p<0,001$) ve gingival ($p<0,001$) bölgeler için istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur. İnsizal bölgede, T1-T0 ΔE ortancası 16,44; T1B-T0 ΔE ortancası 9,26; T2-T0 ΔE ortancası 2,93 ve T2-T1 ΔE ortancası 16,2 olarak elde edilmiştir. Orta bölgede, T1-T0 ΔE ortancası 8,78; T1B-T0 ΔE ortancası 5,06; T2-T0 ΔE ortancası 2,5 ve T2-T1 ΔE ortancası 7,86 olarak elde edilmiştir. Gingival bölgede, T1-T0 ΔE ortancası 15,74; T1B-T0 ΔE ortancası 8,72; T2-T0 ΔE ortancası 3 ve T2-T1 ΔE ortancası 14,12 olarak elde edilmiştir (Tablo 4.3).

Grup 3' de T1-T0 ($p<0,001$), T1B-T0 ($p=0,013$) ve T2-T1 ($p<0,001$) aşamalarının kendi içinde insizal, orta ve gingival bölgelerinin ΔE ortanca değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur.

Tablo.4.3 Grup 3 için diş bölgelerine ve aşamalarına göre ΔE değęerlerinin karşılaştırılması

	T1-T0	T1B-T0	T2-T0	T2-T1	Test ist.	p ^d
İNSİZAL	16,53 ± 4,21 16,44 (8,8-24,08) ^{Ab}	8,13 ± 3,82 9,26 (2,18-15,35) ^{Aa}	3,1 ± 1,49 2,93 (0,9-7,27) ^c	16,23 ± 3,23 16,2 (9,89-22,61) ^{Ab}	81,8 49	<0,001
ORTA	9,61 ± 3,37 8,78 (3,43-18,08) ^{Bb}	5,11 ± 2,41 5,06 (1,48-10,66) ^{Bc}	2,53 ± 1,51 2,5 (0,1-6,39) ^a	7,86 ± 1,92 7,86 (4,56-12,54) ^{Bb}	68,4 73	<0,001
GİNGİVAL	15,96 ± 3,66 15,74 (9,41-23) ^{Ab}	8,16 ± 3,87 8,72 (0,94-14,03) ^{Abc}	3,33 ± 2,46 3 (0,57-8,35) ^a	13,49 ± 3,99 14,12 (6,29-23,85) ^{Ab}	73,9 03	<0,001
Test ist.	23,892	8,682	1,525	35,248		
p ^d	<0,001	0,013	0,467	<0,001		

^dKruskall Wallis H testi, a-c: Aynı harfe sahip aşamalar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur (Dunn testi), A-B: Aynı harfe sahip bölgeler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur (Dunn testi), ortalama ± s. sapma, ortanca (min. – maks.)

T2-T0 (p=0,467) aşamasında ise bölgelere göre ΔE ortanca değęerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır. T1-T0 aşamasında insizal bölge ΔE ortancası 16,44; orta bölge ΔE ortancası 8,78 ve gingival bölge ΔE ortancası 15,74 olarak elde edilmiştir. T1B-T0 aşamasında insizal bölge ΔE ortancası 9,26; orta bölge ΔE ortancası 5,06 ve gingival bölge ΔE ortancası 8,72 olarak elde edilmiştir. T2-T1 aşamasında insizal bölge ΔE ortancası 16,2; orta bölge ΔE ortancası 7,86 ve gingival bölge ΔE ortancası 14,12 olarak elde edilmiştir (Tablo 4.3).

Grup 4' de T1-T0, T2-T0 ve T2-T1 aşamalarının ΔE değęerleri arasında insizal (p<0,001), orta (p<0,001) ve gingival (p<0,001) bölgeler için istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur. İnsizal bölgede, T1-T0 ΔE ortalaması 12,73; T2-T0 ΔE ortalaması 4,09 ve T2-T1 ΔE ortalaması 9,56 olarak elde edilmiştir. Orta bölgede, T1-T0 ΔE ortalaması 11,13; T2-T0 ΔE ortalaması 3,68 ve T2-T1 ΔE ortalaması 8,05 olarak elde edilmiştir. Gingival bölgede, T1-T0 ΔE ortalaması 9,28 T2-T0 ΔE ortalaması 5,88 ve T2-T1 ΔE ortalaması 3,93 olarak elde edilmiştir (Tablo 4.4).

Grup 4' de T1-T0 (p=0,004), T2-T0 (p=0,016) ve T2-T1 (p<0,001) aşamalarının kendi içinde insizal, orta ve gingival bölgelerinin ΔE ortalama değęerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur. T1-T0 aşamasında insizal bölge ΔE ortalaması 12,73; orta bölge ΔE ortalaması 11,13; ve gingival bölge ΔE ortalaması 9,28 olarak elde edilmiştir. T2-T0 aşamasında insizal bölge ΔE ortalaması 4,09; orta bölge ΔE ortalaması 3,68 ve gingival bölge ΔE ortalaması 5,88 olarak elde edilmiştir. T2-T1

aşamasında insizal bölge ΔE ortalaması 9,56; orta bölge ΔE ortalaması 8,05 ve gingival bölge ΔE ortalaması 3,93 olarak elde edilmiştir (Tablo 4.4).

Tablo.4.4. Grup 4 için diş bölgelerine ve aşamalarına göre ΔE değerlerinin karşılaştırılması

	T1-T0	T2-T0	T2-T1	Test ist.	p ^d
İNSİZAL	12,73 $\pm$ 3,11 ^{Bc} 12,51 (6,44 - 17,52)	4,09 $\pm$ 1,34 ^{ABb} 4,29 (1,31 - 6,52)	9,56 $\pm$ 3,1 ^{Aa} 9,01 (3,7 - 15,92)	78,895	<0,001
ORTA	11,13 $\pm$ 2,77 ^{ABc} 10,28 (7,32 - 17,21)	3,68 $\pm$ 1,31 ^{Bb} 3,83 (1,52 - 5,68)	8,05 $\pm$ 2,7 ^{Ba} 7,88 (3,67 - 14,36)	68,057	<0,001
GİNGİVAL	9,28 $\pm$ 3,54 ^{Ab} 9,15 (3,69 - 15,51)	5,88 $\pm$ 2,91 ^{Aa} 5,64 (0,92 - 12,05)	3,93 $\pm$ 2,07 ^{Aa} 3,56 (1,36 - 8,77)	17,384	<0,001
Test ist. p ^d	6,001 0,004	4,668 0,016	24,096 <0,001		

^dTek yönlü varyans analizi, a-c: Aynı harfe sahip aşamalar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur (Tukey HSD testi, Tamhane's T2 testi), A-B: Aynı harfe sahip bölgeler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur (Tukey HSD testi, Tamhane's T2 testi), ortalama $\pm$ s. sapma, ortanca (min. – maks.)

4.2. Renk Değişimlerinin Gruplar Arası Karşılaştırmaları

4.2.1. Başlangıç L*,a*,b* Değerlerinin Karşılaştırılması

T0 aşamasında gruplar arasında; insizal L*(p=0,051), insizal a*(p=0,711) ve insizal b*(p=0,237) değerleri için istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır. Orta L* (p=0,002) için istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur. Orta a* (p=0,066) ve orta b* (p=0,269) değerleri ise istatistiksel olarak anlamlı bir fark göstermemiştir. Gingival L* (p<0,001), gingival a* (p<0,001) değerleri için istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur. Gingival b* (p=0,617) değerleri ise istatistiksel olarak anlamlı bir fark göstermemiştir (Tablo 4.5).

4.2.2. Renk Değişimlerinin T1-T0 ve T2-T0 Aşamalarında Diş Bölgelerine Göre Karşılaştırılması

- **İnsizal bölgede;**

Grup 1, Grup 2, Grup 3 ve Grup 4' ün insizal bölge ΔE değerleri için T1-T0 (p<0,001) ve T2-T0 (p<0,001) aşamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur. T1-T0 aşamasında Grup 1 insizal bölge ΔE ortancası 0,96 iken Grup 2 insizal bölge ΔE ortancası 17,87; Grup 3 insizal bölge ΔE ortancası 16,44; Grup 4 insizal bölge ΔE ortancası 12,51 olarak elde edilmiştir.

Tablo.4.5. T0 aşaması için diş bölgelerine göre L*, a*, b* değerlerinin gruplar arasında karşılaştırılması

	Grup 1	Grup 2	Grup 3	Grup 4	Test ist.	p
İ-L	79,72 ± 1,93 79,73 (76,96 - 84,23)	78,4 ± 1,83 78,48 (75,3 - 81,23)	78,48 ± 1,25 78,6 (76,7 - 81,23)	78,9 ± 1,41 78,78 (76,66 - 81,13)	2,713	0,051 ^c
İ-a	1,2 ± 0,84 1,36 (-0,3 - 2,36)	1,46 ± 0,71 1,42 (0,4 - 2,66)	1,44 ± 0,5 1,53 (0,43 - 2,43)	1,37 ± 0,57 1,35 (0,46 - 2,43)	0,461	0,711 ^c
İ-b	17,22 ± 2,15 17,47 (12,1 - 20,93)	18,22 ± 2,12 17,83 (15,36 - 25,66)	18,39 ± 2 18,38 (15,23 - 22,53)	17,41 ± 1,47 17,37 (14,56 - 20,13)	4,240	0,237 ^d
O-L	82,81 ± 1,61 ^b 82,6 (80,63 - 86,16)	81,19 ± 1,79 ^a 80,77 (78,33 - 84,96)	80,9 ± 1,47 ^a 80,63 (77,6 - 84,03)	80,87 ± 2,08 ^a 80,88 (76,1 - 84,13)	5,554	0,002^c
O-a	0,82 ± 0,93 1,15 (-0,96 - 2,2)	1,15 ± 0,76 1,18 (-0,13 - 2,4)	1,44 ± 0,62 1,65 (0,4 - 2,36)	1,38 ± 0,83 1,48 (-0,16 - 2,56)	2,494	0,066 ^c
O-b	20,01 ± 2,77 20,23 (14,2 - 25,23)	21 ± 2,05 21,38 (17,6 - 23,56)	20,34 ± 2,31 20,7 (15,96 - 23,63)	19,67 ± 2,2 19,51 (15,96 - 23,33)	3,395	0,269 ^d
G-L	84,6 ± 1,52 ^b 84,43 (81,83 - 87,03)	82,71 ± 2,44 ^a 82,65 (78,66 - 86,73)	81,85 ± 2,15 ^a 81,72 (78,4 - 86,26)	81,56 ± 2,44 ^a 81,48 (76,63 - 86,63)	7,973	<0,001^c
G-a	-0,1 ± 0,83 ^b -0,05 (-1,73 - 1,4)	0,56 ± 0,78 ^{ab} 0,68 (-0,93 - 1,73)	0,84 ± 0,82 ^a 0,9 (-0,7 - 2,43)	1,04 ± 0,88 ^a 1,12 (-0,76 - 2,63)	7,216	<0,001^c
G-b	19,87 ± 2,38 19,92 (15,63 - 23,73)	20,04 ± 1,85 20,05 (16,4 - 23,2)	20,8 ± 3,29 21,53 (15,76 - 28,9)	20,25 ± 2,45 20,81 (16,1 - 23,06)	1,789	0,617 ^d

^cTek yönlü varyans analizi, ^dKruskal Wallis H testi, a-b: Aynı harfe sahip gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur (Tukey HSD testi, Dunn Testi), ortalama ± s. sapma, ortanca (min. – maks.)

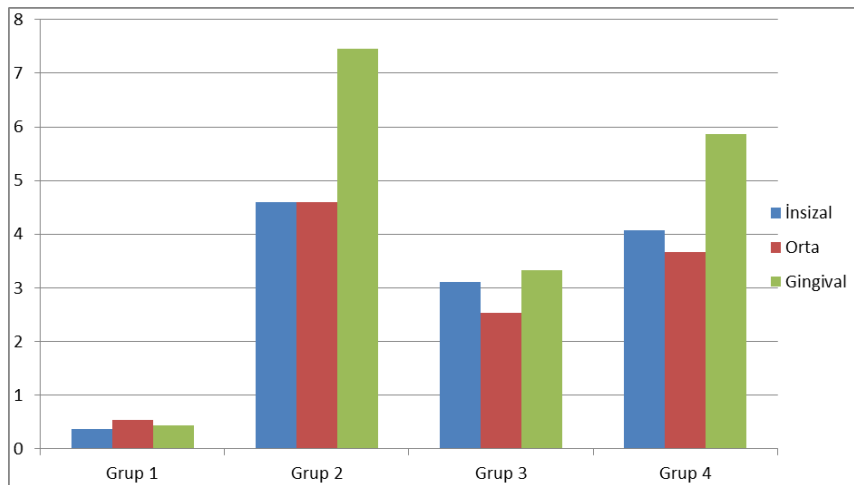
T2-T0 aşamasında Grup 1 insizal ΔE ortancası 0,28 iken Grup 2 insizal ΔE ortancası 4,04; Grup 3 insizal ΔE ortancası 2,93; Grup 4 insizal ΔE ortancası 4,29 olarak elde edilmiştir. Grup 2, 3 ve 4'ün ΔE değerleri benzer bulunmuştur.

- **Orta bölgede;**

Grup 1, Grup 2, Grup 3 ve Grup 4'ün orta bölge ΔE değerleri için T1-T0 ($p<0,001$) ve T2-T0 ($p<0,001$) aşamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur. T1-T0 aşaması Grup 1 orta bölge ΔE ortancası 1,21 iken Grup 2 orta bölge ΔE ortancası 8,64; Grup 3 orta bölge ΔE ortancası 8,78; Grup 4 orta bölge ΔE ortancası 10,28 olarak elde edilmiştir. Grup 2, 3 ve 4'ün ΔE değerleri benzer bulunmuştur. T2-T0 aşaması Grup 1 orta bölge ΔE ortalaması 0,55 iken Grup 2 orta bölge ΔE ortalaması 4,59; Grup 3 orta bölge ΔE ortalaması 2,53; Grup 4 orta bölge ΔE ortalaması 3,68 olarak elde edilmiştir (Tablo 4.6).

- **Gingival bölgede;**

Grup 1, Grup 2, Grup 3 ve Grup 4'ün gingival bölge ΔE değerleri için T1-T0 ($p<0,001$) ve T2-T0 ($p<0,001$) aşamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur. T1-T0 aşamasında Grup 1 için gingival bölge ΔE ortalaması 1,45; Grup 2 gingival bölge için ΔE ortalaması 14,33; Grup 3 için gingival bölge ΔE ortalaması 15,96; Grup 4 için gingival bölge ΔE ortalaması 9,28 olarak elde edilmiştir. T2-T0 aşamasında Grup 1 gingival bölge ΔE ortancası 0,31; Grup 2 için gingival bölge ΔE ortancası 8,12; Grup 3 için gingival bölge ΔE ortancası 3; Grup 4 için gingival bölge ΔE ortancası 5,64 olarak elde edilmiştir (Tablo 4.6) (Şekil 4.1).



Şekil 4.1 Grup 1, Grup 2, Grup 3 ve Grup 4'ün her üç bölge için T2-T0 ΔE değerleri

Tablo4.6. T1-T0, ve T2-T0 aşamalarında ΔE değerlerinin diş bölgelerine göre gruplar arasında karşılaştırılması

Bölge	Aşama	Grup 1	Grup 2	Grup 3	Grup 4	Test ist.	p
İNSİZAL	T1-T0	1,15 ± 0,7	17,27 ± 3,71	16,53 ± 4,21	12,73 ± 3,11	49,707	<0,001 ^e
		0,96 (0,17 - 2,83) ^b	17,87 (10,52 - 22,59) ^a	16,44 (8,82 - 24,08) ^a	12,51 (6,44 - 17,52) ^a		
	T2-T0	0,37 ± 0,23	4,61 ± 1,81	3,1 ± 1,49	4,09 ± 1,34	47,855	<0,001 ^e
		0,28 (0,15 - 1,06) ^b	4,04 (1,84 - 8,03) ^a	2,93 (0,9 - 7,27) ^a	4,29 (1,31 - 6,52) ^a		
ORTA	T1-T0	1,25 ± 0,63	9,04 ± 2,92	9,61 ± 3,37	11,13 ± 2,77	45,800	<0,001 ^e
		1,21 (0,21 - 2,79) ^b	8,64 (4,36 - 16,59) ^a	8,78 (3,43 - 18,08) ^a	10,28 (7,32 - 17,21) ^a		
	T2-T0	0,55 ± 0,48 ^c	4,59 ± 1,97 ^b	2,53 ± 1,51 ^a	3,68 ± 1,31 ^{ab}	58,139	<0,001 ^d
		0,39 (0,07 - 2,09)	4,41 (1,54 - 9,58)	2,5 (0,1 - 6,39)	3,83 (1,52 - 5,68)		
GİNGİVAL	T1-T0	1,45 ± 0,67 ^c	14,33 ± 6,54 ^b	15,96 ± 3,66 ^b	9,28 ± 3,54 ^a	141,068	<0,001 ^d
		1,44 (0,42 - 3,06)	13,5 (4,51 - 25,67)	15,74 (9,41 - 23)	9,15 (3,69 - 15,51)		
	T2-T0	0,44 ± 0,33	7,46 ± 3,51	3,33 ± 2,46	5,88 ± 2,91	49,447	<0,001 ^e
		0,31 (0,09 - 1,45) ^c	8,12 (1,06 - 15,43) ^b	3 (0,57 - 8,35) ^a	5,64 (0,92 - 12,05) ^{ab}		

^dTek yönlü varyans analizi, ^eKruskall Wallis H testi, a-c: Aynı harfe sahip gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur (Tamhane's T2 testi, Dunn testi), ortalama ± s. sapma, ortanca (min. – maks.)

4.2.3. Renk Değişimlerinin Grup 3 T1B-T0 ile Grup 1,2,4 T1-T0 Aşamasında Diş Bölgelerine Göre Gruplar Arasında Karşılaştırılması

Grup 3 T1B-T0 ΔE değerlerinin Grup 1, Grup 2 ve Grup 4 T1-T0 ΔE değerleri ile karşılaştırılmasında insizal ($p<0,001$), orta ($p<0,001$) ve gingival ($p<0,001$) bölgelerde istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur.

Grup 1 T1-T0 için insizal bölge ΔE ortalaması 1,15, Grup 2 T1-T0 için insizal bölge ΔE ortalaması 17,27; Grup 3 T1B-T0 için insizal bölge ΔE ortalaması 12,33 ve Grup 4 T1-T0 için insizal bölge ΔE ortalaması 12,73 olarak elde edilmiştir. Grup 1 T1-T0 için orta bölge ΔE ortalaması 1,25; Grup 2 T1-T0 için orta bölge ΔE ortalaması 9,04; Grup 3 T1B-T0 için orta bölge ΔE ortalaması 7,36 ve Grup 4 T1-T0 için orta bölge ΔE ortalaması 11,13 olarak elde edilmiştir. Grup 1 T1-T0 için gingival bölge ΔE ortalaması 1,45; Grup 2 T1-T0 için gingival ΔE ortalaması 14,33; Grup 3 T1B-T0 için gingival ΔE ortalaması 12,06 ve Grup 4 T1-T0 için gingival bölge ΔE ortalaması 9,28 olarak elde edilmiştir (Tablo 4.7).

4.3 ARI Skorlarının Çalışma Adezivleri Arasında Karşılaştırılması

TRXT ile bondlanan 58 braketin ve Orthocem ile bondlanan 20 braketin sökümünden sonra belirlenen ARI değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur ($p=0,026$).. TRXT grubunun ortalama ARI değeri 2 iken Orthocem grubunun ortalama ARI değeri 3 olarak belirlenmiştir (Tablo 4.8). Adezivlerin ARI skoru dağılımı Tablo 4.9'da gösterilmiştir.

Tablo 4.7. Grup 3 T1B-T0 ΔE değeri ile grup 1,2,4 T1-T0 ΔE değerlerinin gruplar arasında karşılaştırılması

	GRUP 1 T1-T0	GRUP 2 T1-T0	GRUP 3 T1B-T0	GRUP4 T1-T0	Test ist.	p ^d
İNSİZAL	1,15 ± 0,7 ^c 0,96 (0,17 - 2,83)	17,27 ± 3,71 ^b 17,87 (10,52 - 22,59)	12,33 ± 5,82 ^a 12,09 (2,18 - 24,08)	12,73 ± 3,11 ^a 12,51 (6,44 - 17,52)	229,960	<0,001
ORTA	1,25 ± 0,63 ^c 1,21 (0,21 - 2,79)	9,04 ± 2,92 ^{ab} 8,64 (4,36 - 16,59)	7,36 ± 3,68 ^b 7,1 (1,48 - 18,08)	11,13 ± 2,77 ^a 10,28 (7,32 - 17,21)	140,170	<0,001
GİNGİVAL	1,45 ± 0,67 ^c 1,44 (0,42 - 3,06)	14,33 ± 6,54 ^b 13,5 (4,51 - 25,67)	12,06 ± 5,42 ^{ab} 12,42 (0,94 - 23)	9,28 ± 3,54 ^a 9,15 (3,69 - 15,51)	96,150	<0,001

^dTek yönlü varyans analizi, a-c: Aynı harfe sahip gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur.(Tamhane's T2 testi), ortalama ± s. sapma, ortanca (min. – maks.)

Tablo 4.8. Adezivlere göre ARI skorlarının karşılaştırılması

	Ortalama ± s. sapma	Ortanca (min. - maks.)	Test ist.	p ^a
Transbond XT TM	2,4 ± 0,53	2 (1 - 3)	749,0	0,026
Orthocem	2,7 ± 0,47	3 (2 - 3)		

^aMann Whitney U testi

Tablo 4.9. ARI skoru dağılımı

ARI Skoru	0	1	2	3	Mine Kırığı	Toplam Örnek
Transbond XT TM	-	1	23	24	2	60
Orthocem	-	-	6	14	-	20

5.TARTIŞMA

Bu in vitro çalışma, iki farklı bonding adezivinin ve ofis tipi beyazlatma uygulamasının minenin renk değişikliği üzerine etkisini, braket bondlanmış premolar dişler üzerinde spektrofotometrik olarak incelemiştir.

Bu çalışmanın materyalini oluşturan premolar dişler, ortodontik amaçla en sık çekilen dişlerdir. Bu nedenle, ortodonti literatüründeki in vitro çalışmalarda da, insan dişi olarak genellikle premolar^{65, 172-176} dişler kullanılmıştır. Ancak, kesici¹⁷⁷ ve molar diş¹⁷⁸⁻¹⁸⁰ kullanan çalışmalar da mevcuttur. Çalışmamızın materyali, 12-18 yaş aralığındaki hastalardan toplanmıştır. Çünkü, bu yaş grubundaki adölesanların %64,9'unun dişlerinin rengini, %21,6'sının sıralanmasını, %13,5'inin büyüklüklerini¹⁸¹, üniversite öğrencilerinin ise %37,6'sının dişlerinin rengini, %36,9'nun sıralanmasını, %6'sının ise büyüklüklerini değiştirmek istediği bildirilmiştir¹⁸². Adölesan ve genç hastaların dişlerinin rengine ve sıralamasına ilişkin bu yüksek talepleri çalışma örneğimizin yaş aralığını belirlemiştir.

Bu çalışmada, sabit ortodontik aparey varlığında minedeki renk değişikliğinin değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Çünkü Aksoy'a göre, ortodonti hastalarının %80'ni çapraşıklık ve güzel gülümseme gibi estetik nedenlerle, %20'si çiğneme ve konuşma gibi fonksiyonel nedenlerle ortodonti kliniğine başvurmaktadır¹⁸³. Bu problemlerin tedavisi için kullanılan mekanikler içinde braket ve ark teli kombinasyonunun oluşturduğu sabit ortodontik apareyler önemli bir yer tutmaktadır¹⁸⁴. Ancak, bu apareylerin bonding adezivinden, gıda boyalarından kaynaklanan çeşitli nedenlerle dişlerde renk değişikliği oluşturduğu rapor edilmiştir¹⁷⁻²⁰. Bu nedenle, minenin renk değişikliği miktarını azaltmak için ortodontik adezivlerin iç ve dış kaynaklı renk bozulmalarını azaltmak gerektiği bildirilmiştir²⁰. Mevcut çalışma da, en çok kullanılan yüksek dolduruculu bonding adezivini (TRXT) renk bozulmasını azaltmak için ofis tipi beyazlatma uygulaması ile birlikte kullanırken, renk değişikliklerine karşı direnci arttırılmış primersiz ortodontik adezivi (Orthocem) tek başına kullanacak şekilde tasarlanmıştır.

Bu çalışmada, ofis tipi beyazlatma uygulamasının tercih edilme sebebi hasta uyumu gerektirmemesi, hekim kontrolünde olması, tek seansta kayda değer bir renk değişikliğinin elde edilebilmesi, hızlı sonuç alınmasıdır^{132, 185}. Literatür incelendiğinde

ortodontik tedavi sırasında yapılan beyazlatma uygulamalarının braket bağlantı dayanımını yönünden değerlendirildiği görülmüştür. Sadeghian ve ark.¹⁸⁶ ise Orthocem kullanarak braket yapıştırılan dişler üzerinde ofis tipi ve ev tipi beyazlatma uygulamaları yapmışlar ve bağlanma dayanımı açısından kontrol grubu ile karşılaştırmışlardır. Ofis ve ev tipi beyazlatma sonrasında, Orthocem ile yapıştırılan braketlerin klinik olarak yeterli bağlanma dayanımının alt sınırına yaklaştığını bildirmişlerdir. Sardarian ve ark.¹⁸⁷ in vitro çalışmalarının sonuçlarına dayanarak, ortodontik tedavi sırasında diş rengini iyileştirmek için beyazlatma işlemlerinin yapılabileceğini bildirmişlerdir. TRXT ile yapıştırılan braketlerde yapılan beyazlatma uygulamasının bağlanma dayanımını düşürdüğünü ancak, klinik olarak bağlanma kuvvetinin yeterli olduğunu rapor etmişlerdir. Bu nedenle, bu çalışmada Orthocem için beyazlatma uygulaması yapılmazken, TRXT için beyazlatma uygulaması 20 dk tek seans olarak, üreticinin önerileri dikkate alınarak yapılmıştır.

Bu çalışmaya dahil edilen dişler, organik artıklardan temizlenerek distile su içinde, oda ısısında, karanlık ortamda saklanmıştır. Bakteri ürememesi için distile su haftada bir yenilenmiştir. Literatürdeki çalışmalarda da mine yapısının ve bütünlüğünün değişmeden korunması için distile su^{33, 176, 180, 188-194}, Chloramin-T^{195, 196}, salin¹⁷⁷, timol¹⁹⁷⁻²⁰⁴, alkol²⁰⁵ ve formalin²⁰⁶ gibi pek çok solüsyon kullanılmıştır.

Braket bondingi öncesinde, dişlerin bukkal yüzeylerine pomza- su karışımı ve kıl fırça yardımı ile, yüzey profilaksisi yapılmıştır. Mine yüzeyinin organik artıklardan temizlenmesi için yapılan bu işlem daha önceki çalışmalarda da kullanılmıştır^{16, 173, 178, 195, 200, 207-211}.

Sabit ortodontik ataşmanların yapıştırılması için minenin pürüzlendirilmesinde maleik, poliakrilik, nitrik, oksalik ve fosforik asitin farklı konsantrasyonlarının ve farklı sürelerin kullanılabileceği bildirilmiştir^{40, 41, 47-56, 176, 180, 204, 212-214}. Klinik uygulamalarda ise daha çok fosforik asidin tercih edildiği ifade edilmiştir. Fosforik asidin konsantrasyonu ve uygulama süresi gibi mekanik bağlanmayı etkileyebilecek faktörler daha önceki çalışmalarda karşılaştırılmıştır^{40, 49-51, 53, 55, 56, 176, 180, 204, 212, 214}.

Zhu ve ark.⁵¹ 57 farklı mine pürüzlendirme tekniğini inceledikleri sistematik derlemede, sıklıkla fosforik asidin, nadiren oksalik asit ve maleik asitin kullanıldığını bildirmişlerdir. Fosforik asidin genellikle %30 ile % 40 arasında konsantrasyonda

kullanıldığını, uygulama sürelerinin ise 15 ile 120 sn arasında değiştiğini bildirmişlerdir⁵¹.

Wang ve Lu⁴⁹ 9-16 yaşları arasında hastalardan toplanan premolar dişler üzerinde yaptıkları in vitro çalışmada fosforik asidin uygulama süresini 15 sn olarak tavsiye etmişlerdir. Osorio ve ark.¹⁷⁶ ise çekilmiş premolar dişler ile yaptıkları in vitro çalışmalarında farklı uygulama sürelerini karşılaştırmış, bağlanma kuvvetinde 60 sn uygulama süresinin 15 sn süreye göre belirgin şekilde anlamlı artışa olduğunu bildirmişlerdir. Ancak 15 sn asitleme sonucu mine yüzeyinin daha pürüzsüz olduğunu ve oluşan bağlanma kuvvetinin klinik olarak yeterli olması nedeniyle daha uygun olduğunu belirtmişlerdir.

Fosforik asit, ticari olarak firmalar tarafından solüsyon veya jel formunda üretilmektedir. Branström ve ark. bir çok klinik durumda fosforik asidin jel formunun kullanılmasının, daha iyi kontrol sağladığını rapor etmiştir⁴⁰.

Çalışmamızda TRXT'nin kullanıldığı Grup 1, Grup 2 ve Grup 3'teki dişler, firmanın önerisi doğrultusunda jel formundaki %35'lik fosforik asit ile 15 sn pürüzlendirilmiştir. Orthocem'in kullanıldığı Grup 4'teki dişler, ise firmanın önerisi doğrultusunda jel formundaki %37'lik fosforik asit ile 15 sn pürüzlendirilmiştir.

Çalışmamızda adezivlerin polimerizasyonu için LED ışık kaynağı kullanılmış ve uygulama süresi olarak 20 sn tercih edilmiştir. Işıkla sertleşen kompozit adezivlerin polimerizasyonu için konvansiyonel halojen ışık kaynakları, hızlı halojen kaynakları, argon lazer, plazma ark ve LED ışık kaynakları üretilmiştir²¹⁵. LED ışık kaynaklarının mavi ışık üretmek için filtreye ihtiyaç duymaması, sarsıntıya ve çarpmaya dirençli olması, bu tip ışık kaynaklarının enerji kullanımının oldukça düşük olması ve taşınabilir olanların bulunması klinik kullanım için bu cihazları uygun hale getirmektedir^{27, 215}. Üşümez ve ark. yaptıkları in vitro çalışmada LED ışık kaynağının uygulama süresini bağlanma dayanımı açısından değerlendirmişlerdir. Uygulama süresi olarak 10,20 ve 40 sn karşılaştırıldığında, 10 sn uygulama bağlanma dayanımı açısından istatistiksel olarak daha düşük kopma direnci göstermiştir. Uygulama süresinin 20 sn ve 40 sn olması arasında ise istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır²¹⁶.

Ortodontik adezivlerin bağlanma kuvvetinin; tedavi süresince hekim tarafından uygulanan mekanik kuvvetlere, çiğneme kuvvetlerine, ark tellerinin ve hastanın kötü alışkanlıklarının oluşturduğu gerilimlere dayanabilecek güçte olmaları gerekmektedir.

Aktif tedavinin sonra ermesiyle braketlerin çıkarılması aşamasında mineye zarar vermeyecek miktarda bağlanma kuvvetine ihtiyaç vardır^{78, 79, 217}. Bu nedenle, adeziv materyallerin bağlanma kuvvetinin minenin koheviz kırılma gücü olan 14 MPa'dan daha düşük olması gerektiği bildirilmiştir^{63, 78}. Reynolds ve Brantley sırası ile ortodontik tedavi için bağlanma kuvvetinin 5,9 -7,8 MPa ve 6-8 MPa arasında olmasının yeterli olduğunu bildirmiştir^{27, 38}. Ayrıca Reynolds laboratuvar çalışmaları için bağlantı dayanımının 4,9 MPa olması gerektiğini bildirmiştir^{38, 218}. Klinik bir durumda ortodontik braketler için uygun bağlanma kuvvetinin 2,8 MPa ile 10 MPa arasında değiştiği yapılan çalışmalarda rapor edilmiştir^{219, 220}.

Lon ve ark.²²¹ sığır dişleri kullandıkları bağlanma dayanımı ile ilgili çalışmalarında, Orthocem' in in vitro bağlanma dayanımını 18,08 ± 8,5 MPa olarak bildirmişlerdir. Scribante ve ark.²²² sığır dişleri kullanarak yaptıkları in vitro çalışmada, Orthocem' in bağlanma dayanımını TRXT ile benzer bulmuşlardır. TRXT'nin bağlanma kuvvetinin çiğneme kuvvetlerine karşı yeterli olduğu, daha önceki çalışmalarda verimli ve kapsamlı bir şekilde test edilmiştir²²¹⁻²²⁶.

Çalışmamızda renklendirme solüsyonu olarak Grup 2, Grup 3, Grup 4'te filtre kahve, kontrol grubu olan Grup 1'de ise distile su kullanılmıştır^{227, 228}. Sık tüketilmesi ve güçlü bir renklendirici olması nedeniyle bu çalışmada renklendirici olarak kullanılan kahve, daha önceki renk değişikliği çalışmalarında da kullanılmıştır²²⁸⁻²³⁰. Çünkü, oral kavitedeki adeziv rezinlerin renklenme derecesine genellikle diyet alışkanlıkları etki etmektedir²³¹. Bu nedenle literatürde, kompozit rezinlerin renklenmesine yönelik yapılan in vitro çalışmalarda renklendirme solüsyonu olarak, çay, kahve, kırmızı şarap, kola gibi dünyada sıklıkla tüketilen içecekler kullanılmıştır²³²⁻²³⁶. Ayrıca, çekilmiş dişler üzerinde yapılan renklendirme çalışmalarında ise metilen mavisi, kola, kahve, çay, şarap, ketçap ve yoğurt kullanılmıştır^{20, 173, 227, 237}. Rezinlerde renklenme genellikle üç şekilde gerçekleşmektedir: Bakteri plağı ve çeşitli renklendirici maddelerin dolgu yüzeyinde birikimi sonucu oluşan dış kaynaklı renklenme, yüzeysel dolgu tabakasına renklendirici ajanın tutunması sonucu oluşan renklenme ve restorasyonun fiziko-kimyasal reaksiyonları sonucu daha derin tabakalarında oluşan iç kaynaklı renklenmedir^{236, 238}.

Çaydaki sarı renklendirici pigmentler kahvedekilere oranla daha yüksek polariteye sahiptirler ve yüzeye absorbe olduklarından fırçalama ile yüzeyden

uzaklaştırılabilirler. Kahve ise kompozit rezinlerin içeriğindeki organik faza penetre olabilen ve renklenmeye neden olabilecek düşük polariteli sarı pigmentleri salma özelliğine sahip bir renklendirici ajan olarak değerlendirilmektedir. Bu nedenle, çaya oranla kahvenin sebep olduğu renklenme daha zor uzaklaştırılmaktadır^{236, 239, 240}. Kahvenin, renklendiricilerin adsorpsiyonu ve absorpsiyonu nedeniyle tüm kompozit reçine tiplerinde daha fazla renk bozulmasına neden olduğu bildirilmiştir^{230, 241-243}.

Yapılan in vitro çalışmalarda renklendirme periyodu için farklı süreler, farklı sıcaklıklar ve farklı döngüler kullanılmıştır. Renklendirme periyodu için 2 günlük²²⁹, 7 günlük^{228, 239}, 15 günlük²³⁰, 28 günlük²³⁶, 30 günlük²⁴⁴ süreleri kullanan çalışmalar bulunmaktadır. Çalışmamızda da tüm örnekler 7 gün boyunca, gün aşırı tazelenen kahve solüsyonu ve kontrol grubunda distile su içerisinde bekletilmiştir. Güler ve ark.²⁴⁰ kahve üreticilerinin, 1 fincan içeceğin ortalama tüketim süresinin 15 dk olduğu ve kahve içenler arasında günde ortalama kahve tüketiminin 3,2 fincan olduğu iddialarından yola çıkarak, 24 saatlik saklama süresinin, içeceğin 1 ay boyunca tüketimini simüle ettiğini bildirmişlerdir. Yazdi ve ark. ise yaptıkları çalışmada günlük kahve tüketimini 3 fincan olarak hesaplamış ve 7 günlük sürenin 5,6 aya denk geldiğini rapor etmişlerdir²³⁹.

Bu çalışmada, tüm örnekler oda ısısındaki solüsyonlar içerisinde bekletilmiştir. Renklendirme periyodu süresince ağız içi ısıyı taklit etmek amacıyla örnekleri 37 °C'lik etüvdeki solüsyonlarda bekleten in vitro çalışmalar^{227, 232-234} olduğu gibi, kontrol grubu olarak distile su kullanan ve oda ısını tercih eden çalışmalar da mevcuttur^{235, 244}.

Bu çalışmada braket varlığında Spectro Shade Micro ile net görüntü elde etmek mümkün olmadığından, bütün gruplarda renklendirme solüsyonundan sonra braketler sökülerek renk ölçümü yapılmıştır. Grup 3'te, beyazlatma uygulamasından önce braketlerin yeniden bondlanması ölçüm sonuçlarını etkileyeceğinden diş eti bariyeri ile çıkarılan braketlerin tabanlarına denk gelen mine yüzeyi kapatılmıştır.

Mevcut çalışmanın son aşaması olan debonding ortodontik tedavide aktif dönemin sonra ermesiyle ortodontik ataşmanların ve rezin artıklarının diş yüzeyinden uzaklaştırılması olarak tanımlanır. Debonding işleminin amaçları sabit ataşmanların çıkarılması, diş yüzeyinde kalan rezin artıklarının temizlenmesi ve diş yüzeyinin en az madde kaybı ile ortodontik tedavi öncesi haline getirilmesidir^{78, 172, 245}. Önceki çalışmalarda mekanik yöntemlerin yanı sıra braketlerin çıkarılması için kimyasal çözücüler, ultrasonik aletler ve lazer gibi yöntemler bildirmiştir²⁴⁶⁻²⁴⁹. Bu yöntemler

arasında klinik uygulamada en yaygın olarak mekanik çıkarma yöntemleri kullanılmaktadır²⁵⁰. Mekanik olarak braketlerin diş yüzeyinden uzaklaştırılmasında Weingart ya da Howe pensi gibi yardımcı pensler, düz kesici pens ve braket sökümü için özel tasarlanmış penslerin kullanıldığı görülmektedir^{78, 80, 81}. Mevcut çalışmada, keskin uçlu braket söküm pensi ile oklüzo-gingival yönde braketlerin kanatlarının altından tutularak makaslama kuvvetiyle braketler mekanik olarak mine yüzeyinden uzaklaştırılmıştır.

Literatür incelendiği zaman ortodontik ataşmanların uzaklaştırılması sırasında adeziv tipteki kırılma ile rezinin tamamının diş yüzeyinden ayrılmasının renklenme riskini azaltılabileceğini bildiren araştırmacılar olduğu gibi mine hasarının oluşmaması için kırılmanın adezivin kendi içinde ya da koheziv tipte olması gerektiğini savunan araştırmacılar da vardır^{200, 251, 252}. Bu nedenle çalışmamızda, braketler söküldükten sonra Artun ve Belgrad⁸² tarafından tanımlanan ARI kullanılarak her dişin ARI skoru da kaydedilmiştir.

Ortodontik ataşmanların mine yüzeyinden uzaklaştırılması sonrası artık rezinin temizlenmesi için de birçok yöntem incelenmiştir. Bunlar arasında, kumlama²⁵³, ultrasonik aletler²⁵⁴, lazer²⁵⁵ uygulamaları, döner aletler ile beraber kullanılan zımpara diskler, beyaz taş frez, lastik frezler, elmas frezler ve tungsten karbid frezler yer almaktadır^{88, 89, 96, 256, 257}.

Elmas frezlerin artık adezivlerin temizlenmesinde klinik olarak verimli olmalarına rağmen mine yüzeyinde polisaj ile giderilemeyen derin oluklar oluşturdukları ve doku kaybına neden oldukları bildirilmiştir^{250, 257}. Elmas frezlere göre uygulama süresi daha uzun olmasına rağmen, tungsten karbid frezler kontrollü çalışma imkanı sağlamaktadırlar¹⁰⁰. Tungsten karbid frezler çeşitli boyutlarda, şekillerde ve bıçak sayısında üretilmektedirler. Campell artık adeziv rezinin temizlenmesinde en iyi yöntemin tungsten karbid frez kullanılarak yapılan temizleme yöntemi olduğunu, 12 ve 30 bıçaklı olanların mine yüzeyi için güvenli olduklarını bildirmiştir⁹⁹. Ulusoy ile Rouleau ve ark. yaptıkları in vitro çalışmalarda 12 bıçaklı tungsten karbid frezlerin artık adezivlerin temizlenmesinde etkili olduklarını rapor etmişlerdir^{90, 258}. Buna karşılık, Boncuk ve ark.²⁵⁹ sabit ortodontik tedaviye bağlı mine yüzeyinde gözlenen renk değişimlerini değerlendirdikleri in vitro çalışmada 12 bıçaklı tungsten karbid frezlerin kompozit frezlere oranla daha fazla renk değişimine neden olduğu bildirmişlerdir.

Zachrisson ve Artun¹⁰⁰ tungsten karbid frezlerin düşük hızlarda kullanılmasını tavsiye etmiştir. Campbell⁹⁹ ve Rouleau⁹⁰ yüksek hızda su soğutmalı tungsten karbid frezlerin kullanılmasını tavsiye ederken, Retief ve Denys⁸⁹, mine yüzeyinin temizliği sırasında adeziv kalıntılarını gözlemlemek için hava soğutmasını önermiştir. Uysal ve ark.²⁶⁰ çekilmiş üst santral dişler ile yaptıkları in vitro çalışmada su soğutması olmadan gerçekleştirilen tekniklerin su soğutması ile yapılanlara göre pulpada daha fazla ısı oluşumuna neden olduğunu rapor etmişlerdir.

Artık adezivin tungsten karbid frezlerle uzaklaştırılmasından sonra mine yüzeyinde meydana gelen pürüzlülüğün azaltılması amacıyla polisaj ve bitirme işlemlerinin gerekli olduğu belirtilmektedir^{99, 261}. Çalışmamızda braketler mine yüzeyinden çıkarıldıktan sonra kalan artık adezivler 12 bıçaklı tungsten karbid frez ile temizlenip kıl fırça ve pomza ile polisaj işlemi yapılmıştır.

Mevcut çalışmada renk değişimini ölçmek için, Spectro Shade Micro spektrofotometre cihazı kullanılmıştır. Kim-Pusateri ve ark.¹⁵⁷ iki spektrofotometre ve iki kolorimetre cihazı olmak üzere 4 farklı renk eşleştirme cihazını güvenilirlik ve doğruluk bakımından karşılaştırmışlardır. En güvenilir sonuçların sırasıyla Shade Vision (%99,0), Spectro Shade Micro (%96,9), Vita Easy Shade (%96,4) ve Shade Scan (%87,4) ile elde edildiğini belirtmişlerdir. En doğru sonuçların ise sırasıyla Vita Easy Shade (%92,6) Shade Vision (%84,8), Spectro Shade Micro (%80,2) ve Shade Scan (%66,8) olarak bildirmişlerdir.

Araştırmacılar Vita Easy Shade Compact ve Spectro Shade Micro ile yapılan renk ölçümlerinin son derece güvenilir ve tekrarlanabilir olduğunu, bu cihazların diş rengini belirlemek ve tedavi sonrası meydana gelen renk değişimlerini incelemek amacıyla klinik ve deneysel çalışmalarda kullanılabileceğini belirtmişlerdir^{166-168, 262}.

Dijital renk ölçüm yöntemlerinin kenar kaybı, kalibrasyon ve cihaz yazılımı gibi faktörlerden etkilendiği bildirilmiştir²⁶³. Renk ölçüm cihazı kullanılırken ölçüm yapılan zemin rengi ve yüzey aydınlatmasının sonuçların doğruluğunu etkileyebileceği ve renk farkını tespit edebilmek için yapılan farklı ölçümlerin aynı zemin üzerinde yapılması gerektiği, aksi durumda renk karşılaştırması yapılamayacağı rapor edilmiştir^{20, 240, 264, 265}. Bu çalışmada da Spectro Shade Micro cihazı renk ölçümleri öncesinde beyaz ve yeşil kalibrasyon karoları kullanılarak kalibre edilmiştir. Ayrıca, silikon çerçeve ile

dışarıdan ışık girişi engellenip, zemin ve aydınlatma ortamının renk değişimi üzerine olan etkisi elimine edilmiştir.

Literatürde, in vitro çalışmalarda dişlerin ölçüm yapılırken sabit kalması için soğuk akrilik^{173, 190, 195, 208, 266}, epoksi rezin²⁶⁷ veya dental alçıdan²⁶⁸⁻²⁷⁰ hazırlanan bloklar kullanılmıştır. Mevcut çalışmada, dişlerin renk ölçümü sırasında sabit kalması ve renk ölçümünün aynı zemin üzerinde yapılabilmesi için alçı bloklar kullanılmıştır. Alçı blokların tercih edilmesindeki amaç, başlangıç renk ölçümleri yapıldıktan sonra renklendirme periyodunda dişlerin kolaylıkla ve zarar görmeden alçı kalıplardan çıkarılabilmesidir. Böylece, renklendirme aşamasında dişlerin gömüldüğü bloklarda oluşacak olan renk değişiminin renklendirme sonrasındaki ölçümlerde standardizasyonu bozmasının önüne geçilmiştir. Tekrarlayan ölçümlerde dişler yeniden alçı bloklara gömülmüştür.

Mevcut çalışmada diş renginin belirlenmesinde CIE L*a*b* sistemi kullanılmıştır. İki farklı örnekten veya aynı örnekten farklı zamanlarda yapılan renk ölçümleri sonucunda elde edilen renk değişimlerinin matematiksel olarak büyüklüğü 'ΔE' olarak ifade edilmiş ve objektif bir değerlendirme olduğu bildirilmiştir²⁷¹⁻²⁷³. ΔE formülü ile elde edilen matematiksel değer, renk değişikliğinin uzaydaki yönü ve yapısından çok, toplam farkın miktarını ifade etmektedir¹⁷⁰. Araştırmacılar renk farklarının klinik olarak yorumlanmasını, kabul edilebilir ΔE değerlerini sınıflayarak sağlamışlardır. O'Brien renk değişikliklerinin klinik olarak yorumlanmasını, $\Delta E < 1$ mükemmel klinik renk eşleşmesi, $1 < \Delta E < 2$ iyi renk eşleşmesi, $2 \leq \Delta E \leq 3,5$ klinik olarak kabul edilebilir renk eşleşmesi, $\Delta E > 3,5$ uyumsuz eşleşme olarak yapmıştır¹⁶⁵. Birçok çalışmada ΔE eşik değeri olarak 3,7 kabul edilmiştir. İnsan gözü bu renk farklılıklarını gözleme açısından sınırlıdır ve 1'in altındaki değerleri klinik olarak algılayamamaktadır. $\Delta E < 1$ klinik olarak algılanamaz; $1 \leq \Delta E \leq 3,7$ klinik olarak algılanabilir ancak kabul edilebilir renk değişimini, $\Delta E > 3,7$ klinik olarak kabul edilmeyen görünür renk değişimini ifade etmektedir^{16, 20, 65, 172, 173, 242}. Çalışmamızda da ΔE eşik değeri olarak 3,7 kabul edilmiştir.

TRXT kullanılan Grup 1'deki dişler distile suda bekletildikten sonra (T1-T0) ΔE değerleri insizalde 0,9; orta bölgede 1,2 ve gingivalde 1,4 olarak hesaplanmış ve aralarında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır. Distile suda yaşlandırmanın minede oluşturduğu renk değişikliği her üç bölge için benzer ve klinik

olarak kabul edilebilir renk değişikliğini göstermektedir. Bu sonucun primerin inceltilmesi için uygulanan hava nedeniyle gingivale ve insizale yayılması ile ortaya çıktığı düşünölmektedir. Çünkü primer hidrofilik²⁷⁴ bir materyaldir ve distile suda beklerken mineye kıyasla daha fazla su absorbe ederek renk ölçümünde değişikliğe sebep olduğu düşünölmüştür. Ayrıca literatürde, çalışmamızda olduğu gibi oda ısısında ve distile suda bekletilen, ancak hiçbir işlem uygulanmayan mine yüzeyleri için de benzer ΔE değerleri rapor edilmiştir²⁷⁵.

Finishing/polishing aşaması sonrası (T2-T0) ΔE değerleri insizalde 0,2; orta bölgede 0,3 ve gingivalde 0,3 olarak hesaplanmıştır. Minenin üç bölgesinde de renk değişikliği, klinik olarak algılanamaz değerlerde ve distile su sonrası ΔE değerlerine göre önemli derecede düşüktür. Finishing/polishing aşamasından sonra mine renginin başlangıç renk değerlerine yaklaşması primer ve adezivin diş yüzeyinden uzaklaştırılmasıyla açıklanmıştır.

TRXT kullanılan Grup 2'deki dişler kahve solüsyonunda bekletildikten sonra (T1-T0) ΔE değerleri insizalde ve gingivalde sırasıyla 17,8 ve 13,5 olarak hesaplanmış ve birbirine benzer bulunmuştur. Ancak orta bölgedeki renk değişikliği 8,6' lık ΔE değeri ile önemli derecede az bulunmuştur. Renk ölçümü finishing/polishing işlemlerinden önce yapıldığından orta bölgede artık TRXT varlığı renk değişikliğinin miktarında etkili olmuştur. Finishing/polishing işlemlerinden sonra (T2-T0) ise insizal ve orta bölgelerdeki ΔE değerleri sırasıyla 4,6 ve 4,5 olarak birbirine benzer bulunurken, gingivalde 7,4' lük ΔE değeri diğer iki bölgeden önemli derecede yüksek olmuştur. Sonuçta TRXT kullanıldığında, gingivalde en fazla olacak şekilde kronun bütün bukkal yüzünde klinik olarak kabul edilemez düzeyde görünür renk değişikliği oluşmuştur. Bu farklılık gingival bölgedeki mine prizmalarının düzensiz oluşu, mine-sement birleşiminin anatomik olarak değişkenlik göstermesinden dolayı kahvenin bu bölgede absorpsiyon ve adsorpsiyonun daha fazla olması ve mine kalınlığının diğer bölgelere göre ince olması nedeniyle daha belirgin olması şeklinde yorumlanmıştır²⁷⁶.

TRXT ve beyazlatma uygulanan Grup 3'te, kahve solüsyonundan sonra (T1-T0) insizal ve gingival bölgelerde ΔE değerleri sırasıyla 16,5 ve 15,7 ile birbirine benzer bulunmuştur. Ancak orta bölgedeki renk değişikliği ΔE değeri 8,7 ile diğer iki bölgeye göre önemli derecede az oluşmuştur. Beyazlatma uygulamasından sonra ΔE değeri

insizal ve gingival bölgeler için benzer ancak orta bölge için bu bölgelerden önemli derece düşük bulunmuştur. Finishing/polishing işlemlerinden sonra (T2-T0) minede ΔE renk değişikliği üç bölge için birbirine benzer olarak, insizalde 2,9; ortada 2,5 ve gingivalde 3 olarak hesaplanmıştır. Bu değerlerin 3,7 olan klinik eşik değerinden düşük olması, dişin bukkal yüzünün tamamında klinik olarak algılanabilir ancak kabul edilebilir bir renk değişimini göstermiştir. Bu sonuç, TRXT kullanıldığında Opalescence Boost ile tek seansta yapılan beyazlatma uygulamasının debond sonrası minenin renk değişikliği üzerinde olumlu etkiye sahip olduğunu göstermiştir. Bizim sonucumuzla benzer şekilde, Jadad ve ark.²⁷⁸ ortodontik tedavisi devam hastalarda, ortodontik tedavi bitmeden 10 gün önce ve braketler çıkarıldıktan sonra Opalescence Treswhite Ortho (Ultradent, Opal Orthodontics, SouthJordan, Utah) ile ev tipi beyazlatma uygulaması yapmışlardır. Her iki grupta da Vita renk skalasına göre belirgin bir beyazlama oluştuğunu rapor etmişlerdir. Sardarian ve ark.¹⁸⁷, da ortodontik tedavi sırasında beyazlatma işlemlerinin yapılabileceğini, braketin altındaki alanda beyazlama olduğunu bildirmişlerdir. Gomes ve ark.²⁷⁹ sabit ortodontik tedavi gören hastalarda hidrojen peroksit ile beyazlatma sonrası mine yüzeyinde tek bir renk tonu olduğunu, beyazlatıcı ajanın braket varlığından etkilenmeden dağıldığını bildirmişlerdir. Mevcut çalışmada da braket altında kalan bölgede kahve sonrası renk değişikliği insizale göre daha az olmuştur. Araştırmacıların vaka raporları ile sundukları sonuç, çalışmamızın beyazlatma uygulanan grubunda elde ettiğimiz sonuç ile paraleldir. Bu nedenle, debond sonrasında insizalde meydana gelen beyazlama miktarı orta bölgeden daha fazla olmuş ve bütün diş yüzeyi aynı ΔE aralığında ölçülmüştür.

Orthocem kullanılan Grup 4'de kahve solüsyonundan sonra (T1-T0) insizal, orta ve gingival bölgelerde ΔE değerleri sırasıyla 12,7; 11,3 ve 9,2 olarak hesaplanmıştır. Bu grupta TRXT gruplarından farklı olarak insizal ve orta bölgelerde renk değişikliği fazla izlenmiştir. Ancak finishing/polishing işlemleri sonrasında (T2-T0) elde edilen ΔE değerleri istatistiksel olarak anlamlı derecede azalma göstererek sırasıyla 4,9; 3,6 ve 5,8 olarak değişmiştir. ΔE 'nin 3,7 olan klinik eşik değeri dikkate alındığında Grup 4 için debond sonrası sadece orta bölgede klinik eşik değerde renk değişikliği izlenmiştir. ARI skoru değerlendirmesine göre, kahve solüsyonu sonrasında braketler çıkarılınca, mine yüzeyinde kalan Orthocem miktarı TRXT' den önemli derecede fazla olmuştur. Bu da

Grup 4' de solüsyon sonrası orta bölgedeki artmış renk değişikliğinin sebebi olarak düşünülmüştür.

Eliades ve ark.²⁴² in vitro çalışmalarında, foto yaşlandırma ile 5 farklı adezivin içsel renk değişikliğini incelemiştir. TRXT için ΔE değeri klinik eşik değeri olan 3,7'nin altında bulunmuştur. Ancak araştırmacılar absorpsiyon ile oluşan dışsal renk değişikliğinin tahmin edilemediğini ve elde edilen sonucun klinik olarak materyallerin renk değişikliği hakkında güvenilirlik payının düşük olduğunu bildirmişlerdir. Mevcut çalışmada da TRXT kullanılan 3 gruptan distile su ile yaşlandırma yapılan Grup 1' de renk değişikliği klinik olarak kabul edilebilir düzeyde ölçülürken, Grup 2 ve 3' te kahve ile renklendirme sonrası TRXT' nin bulunduğu minenin orta bölgesinde klinik olarak kabul edilemez düzeyde renk değişikliği oluşmuştur. Bu sonucun absorpsiyon kaynaklı olduğu düşünülmüştür. Trakyalı ve ark.¹⁷² 5 farklı ortodontik adeziv kullandıkları araştırmalarında, bonding sonrası foto yaşlandırma yapmışlar ve tungsten karbid ile adezivler temizledikten sonra elde edilen ΔE değerinin $1,51 \pm 1,15$ olduğunu bildirmişlerdir. Hızlı yaşlandırma işleminin ortodontik yapıştırma sistemlerinin renk değişikliğine etkisinin klinik olarak gözlenmediğini rapor etmişlerdir. Araştırmacıların ulaştığı bu sonuç, bizim çalışmamızda Grup 1' de distile suda bekleterek yaptığımız yaşlandırma uygulaması sonrası elde ettiğimiz ΔE değeri ile benzer bulunmuştur.

Yukarıda her bir grubun kendi içinde minenin bölgelerine göre yapılan karşılaştırma gruplar arasında da yapılmıştır. Renklendirme solüsyonundan sonra (T1-T0) minenin insizal bölgesinde; TRXT kullanılan Grup 2' nin ΔE değeri 17,2 ve Grup 3' ün ΔE değeri 16,5 iken, Orthocem kullanılan Grup 4' te ΔE değeri 12,7 ile diğer iki gruba göre önemli derecede düşük bulunmuştur. Bu sonuç, Orthocem'in primersiz kullanılmasına karşılık TRXT' nin primer kullanılan bir adeziv olması ve dış yüzeyine uygulanan primerin hava ile inceltilirken insizal yönde yayılmasıyla ilişkilendirilmiştir.

İnsizal bölgede, finishing/polishing işlemleri sonrası (T2-T0) Grup 2'nin ΔE değeri 4, Grup 3' ün ΔE değeri 2,9 ve Grup 4' ün ΔE değeri 4,2 olarak hesaplanmış ve aralarında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır. Ancak, ΔE 'nin 3,7'lik klinik olarak kabul edilebilir eşik değerine göre, kabul edilebilir düzeyde renk değişikliği sadece beyazlatma uygulanan Grup 3 için ölçülmüştür. Grup 1' in mükemmel klinik renk eşleşmesini gösteren 0,2'lik ΔE değeri, primer ve yaşlanma kaynaklı renk değişikliklerinin geri dönüşümlü olduğunu düşündürmüştür. Debond

sonrasında, kahve dişlerin insizalinde klinik olarak kabul edilemez düzeyde renk değişikliği oluşturmuştur. Ancak TRXT ile birlikte beyazlatma uygulaması yapıldığında, bu bölgedeki renk değişikliği klinik olarak kabul edilebilir düzeye gerilemiştir.

Braket altında kalan orta bölgede, renklendirme aşamasından sonra (T1-T0) Grup 2'nin ΔE değeri 8,6 ve Grup 3'ün ΔE değeri 8,7 ve Orthocem'in kullanıldığı Grup 4'de ΔE değeri 10,2 olarak hesaplanmış ancak anlamlı bir fark oluşturmamıştır. Grup 2 ve 3'ün ΔE değerlerinin benzer olması iki grupta da TRXT kullanılmasıyla uyumludur. Buna karşılık, Orthocem' in kullanıldığı Grup 4'te renk değişikliğinin Grup 2 ve 3'ten daha fazla olması, braketlerin çıkarılmasından sonra, Orthocem'in TRXT' ye göre diş yüzeyinde daha fazla kalmasıyla ilişkilendirilmiştir. TRXT ve Orthocem arasında ARI skorunun önemli derecede fark göstermesi bu görüşü desteklemektedir. Bu fark, Orthocem'in TRXT'ye göre diş yüzeyinde daha fazla miktarda kaldığını göstermektedir. Bu renk değiştirmiş adeziv ΔE değerinin artmasına neden olmuştur. Grup 1'in orta bölgesinde renklendiriciye maruz kalmadığı halde ΔE değerinin 1,2 olması da braket çıkarıldığında diş yüzeyinde kalan TRXT artıkları ile ilişkilendirilmiştir. Finishing/polishing sonrası (T2-T0) bu ΔE değeri 0,5'e düşerek, mükemmel klinik renk eşleşmesi göstermiştir. Bu sonuç da minenin orta bölgesinde solüsyon sonrasında artan renk değişikliğinin minenin yüzeyindeki artıkların uzaklaştırılmasıyla normale dönmesi olarak yorumlanmıştır. Bu aşamada, orta bölgede Grup 2'nin ΔE değeri 4,5 ile klinik olarak kabul edilmez, beyazlatma uygulanan Grup 3'de ise ΔE değeri 2,5 ile klinik olarak kabul edilebilir renk değişikliğini göstermiştir. Orthocem'in kullanıldığı Grup 4'de ise ΔE değeri 3,6 ile klinik eşik değerde renk değişikliğini göstermiştir. Grup 2 ile Grup 3 arasındaki istatistiksel olarak da anlamlı olan bu fark, TRXT kullanıldığında Opalescence ile yapılan ofis tipi beyazlatma uygulamasının, minenin kahve kaynaklı renk değişikliği üzerinde olumlu bir etkiye sahip olduğunu göstermiştir. Orthocem grubunun ΔE değeri, adezivin mine yüzeyinden temizlenmesinden sonra istatistiksel olarak önemli derecede azalarak klinik olarak eşik değere ulaşmıştır. Bu sonuç, kahve kaynaklı renk değişikliğine karşı bonding adezivi olarak Orthocem'in TRXT' ye göre daha avantajlı olduğunu göstermiştir.

Gingival bölge için, renklendirme sonrası (T1-T0), TRXT kullanılan Grup 2'de ΔE değeri 14,3 ve Grup 3'de ΔE değeri 15,9 olarak birbirine benzer bulunmuştur.

Orthocem kullanılan Grup 4'ün ΔE değeri 9,2 ile Grup 2 ve Grup 3'ten önemli derecede düşük ölçülmüştür. Grup 3'te beyazlatma uygulaması sonrasında gingivalde ΔE değeri 12'ye düşerek Grup 2 ve Grup 4'ün ΔE değerleri arasında yer almıştır. Grup 4'de gingival renk değişikliğinin az olması, Orthocem'in primersiz bir adeziv olmasına bağlanmıştır. Buna karşılık TRXT primer ile kullanılan bir adezivdir ve dış yüzeyine uygulanan primer hava ile inceltirirken gingival yönde de yayılır. Distile suda bekletilen Grup 1'de gingival ΔE değerinin 1,45 olması da bu durumla açıklanmıştır.

Gingival bölgede finishing/polishing işlemleri sonrası (T2-T0) Grup 1 için ΔE değeri 0,3 ile mükemmel klinik renk eşleşmesi göstermiştir. Distile su sonrası 1,4 olan ΔE değerindeki bu azalma, gingival mine yüzeyindeki primer ve diğer eklentilerin temizlenmiş olmasıyla açıklanmıştır. TRXT'nin renklendiriciye maruz kalmadığında minenin gingivali için debond sonrasında görünür renk değişikliği oluşturmayacağı sonucuna da ulaşılmıştır. TRXT kullanılan Grup 2'de ΔE değeri 8,1 ile klinik olarak kabul edilmeyen görünür renk değişimini göstermiştir. TRXT ile birlikte beyazlatma uygulamasının kullanıldığı Grup 3'ün ΔE değeri 3 olarak hesaplanmıştır. Bu değer, minede klinik olarak kabul edilebilir renk değişimine karşılık gelmektedir ve Grup 2'ye göre istatistiksel olarak anlamlı derecede düşüktür. Orthocem' in kullanıldığı Grup 4'ün gingival ΔE değeri 5,6 ile klinik olarak kabul edilemez renk değişimini göstermiştir. Bu değer, hem Grup 2'ye hem de Grup 3'e benzer bulunmuştur. Gingival bölge içinde TRTX ile beyazlatma uygulaması daha etkili bulunmuştur.

Adeziv rezinlerin renk değişimleri ile ilgili kısıtlı çalışma bulunmaktadır^{18, 20, 172, 237, 259, 280}. Ortodontik kompozitlerin renk değişikliği inorganik dolgu içeriği, monomer tipi, polimerizasyon derecesi, hastanın oral hijyeni, diyeti ve diğer birçok faktörden etkilenmektedir²³⁷. Bizim çalışmamızda da farklı içeriğe sahip iki adezivin ve aynı adezivin farklı şekilde kullanımının minenin renk değişikliğine etkileri karşılaştırılmıştır.

Faltermeier ve ark.²⁰ in vitro çalışmalarında içlerinde TRXT'nin de olduğu 4 farklı ortodontik adezivin renk stabilitesini incelemiştir. Bu adezivlerin hem iç hem de dış renk bozunmasına karşı hassas olduğunu ve renk stabilitesi açısından yetersiz olduğunu bildirmişlerdir. Çörekçi ve ark.²³⁷ ise TRXT'nin de bulunduğu 6 farklı ortodontik adezivi renklendirme solüsyonlarında beklettikleri çalışmalarında tüm adezivler için, klinik eşik değerin ($\Delta E=3,7$) üzerinde renk değişikliği rapor etmişlerdir.

Araştırmacıların sonuçları doğrudan materyalin renklenmesi ile ilgilidir. Bizim çalışmamız ise renklendiriciye maruz kalmış materyalin bulunduğu diş yüzeyindeki renk değişikliğini değerlendirmiştir. Ancak TRXT kullandığımız gruplarda renklendirme solüsyonundan sonra elde ettiğimiz klinik eşik değerin üzerindeki ΔE değerleri araştırmacıların sonuçları ile paralellik göstermektedir.

Çörekçi ve ark.¹⁸ TRXT'nin de dahil olduğu 4 farklı geleneksel adeziv kullanarak yaptıkları klinik çalışmada, adezivlerin mine renk değişikliği üzerine etkilerini incelemişlerdir. Dişlerin sabit ortodontik tedavi sonrasında 1,12 ile 3,34 ΔE birimi arasında değişen klinik olarak algılanabilir renk değişiklikleri gösterdiğini ve gruplar arasında istatistiksel olarak farklılık olmadığını, benzer etkilere sahip olduklarını bildirmişlerdir. Bizim çalışmamızda da debond sonrasında TRXT ve Orthocem arasında minenin renk değişikliğine etkileri yönünden istatistiksel olarak bir farklılık bulunmamıştır.

Kaya ve ark.²⁸⁰ ise TRXT kullandıkları klinik çalışmalarında dişlerin mine yüzeyinde sabit ortodontik tedavi sonrasında hesaplanan ortalama ΔE değerinin $1,89 \pm 0,77$ olduğunu ve klinik olarak kabul edilebilir görünür renk değişiminin meydana geldiğini bildirmişlerdir. Bizim çalışmamızda renklendirici olarak kahve kullanılmayan TRXT'li Grup 1'de mükemmel eşleşme düzeyinde, renklendirici kullanılan TRXT'li Grup 2'de ise klinik olarak kabul edilemez düzeyde renk değişikliği oluşmuştur. Sonuçlarımızdaki farklılık, Grup 1 için araştırmacıların in vivo çalışmasına karşılık bizim çalışmamızın in vitro oluşu ile açıklanabilir. Grup 2 için örneklerimizin renklendiriciye maruz kalması aradaki farkın sebebi olarak düşünülmüştür.

Renklendirme aşamasından sonra braketler çıkarılırken Grup 1 ve Grup 3'te birer adet dişte mine kırığı meydana gelmiştir. Fitzgerald ve ark.²⁸¹ yaptıkları in vitro çalışmada oluşan mine kırıklarını dişlerin bloklara gömülürken oluşan ekzotermik sertleşme reaksiyonu nedeniyle ısının ortaya çıkması ve artan ısının minede mikro çatlaklar oluşturarak mineyi zayıflatması ile açıklamışlardır. Çalışmamızdaki diş kırıklarının da bu nedenle oluştuğu düşünülmüştür.

Bu çalışmanın limitasyonları, in vitro tasarımından kaynaklanmaktadır. Çünkü tükürük yapısı, diyet, oral hijyen uygulamaları gibi birçok etkene bağlı olan mine renk değişikliğini, tek bir renklendiricinin etkisi üzerinden incelemiştir. Ayrıca beyazlatma uygulamasının adezivlerin bağlanma dayanımı üzerindeki etkisini de

değerlendirmemiştir. Bu nedenle in vivo şartlarda, farklı beyazlatma uygulamaları kullanarak ve bağlanma dayanımını da dikkate alarak yapılacak çalışmalara ihtiyaç vardır.



6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu in vitro çalışmanın sonuçlarına göre;

1. Debond sonrası minede oluşan kahve kaynaklı renk değişikliğini klinik olarak kabul edilebilir düzeyde tutmak için Transbond XT™ ile bondlanmış braketli dişlere Opalacence Boost ile beyazlatma uygulamak, bonding adezivi olarak Orthocem ya da Transbond XT™ kullanmaktan daha etkilidir.
2. Debond sonrası minede oluşan kahve kaynaklı renk değişikliği, en fazla Transbond XT™ ile bondlanan dişlerde, daha sonra Orthocem ile bondlanan dişlerde ve en az Transbond XT™ ile bondlanıp ayrıca beyazlatma uygulanan dişlerde izlendi.
3. Transbond XT™ ile bondlanan ve sadece distile suda bekletilen dişlerde, debond sonrasında minedeki renk değişikliği klinik olarak mükemmel eşleşme düzeyinde izlendi.
4. Transbond XT™ ile bondlanan ve kahve solusyonunda bekletilen dişlerde, debond sonrasında, kronun insizal, orta ve gingival bölgelerinde klinik olarak kabul edilemez düzeyde renk değişikliği izlendi.
5. Orthocem ile bondlanan braketli dişlerde, debond sonrasında, kronun orta bölgesinde klinik olarak eşik değerde renk değişikliği izlenirken, insizal ve gingival bölgelerde klinik olarak kabul edilemez düzeyde renk değişikliği izlendi.
6. Transbond XT™ ile bondlanmış braketli dişlerde Opalacence Boost ile yapılan tek seanslık beyazlatma uygulaması, debond sonrasında, kronun insizal, orta ve gingival bölgelerinde klinik olarak kabul edilebilir düzeyde renk değişikliği oluşturdu.
7. Bu çalışmadaki bütün gruplarda, debond sonrası minedeki renk değişikliği kronun gingivalinde en yüksek, insizalinde daha düşük ve orta bölgesinde en düşük değerlerde ölçüldü.

Bu çalışmanın sonuçlarına dayanarak gelecek çalışmalar için aşağıdaki önerilerde bulunulabilir;

- İn vivo şartlarda braketli dişler için yapılan beyazlatma uygulamalarının etkileri incelenebilir.
- Farklı bonding adezivleri ve farklı primer uygulamalarının minenin renk değişikliği üzerine etkisini inceleyecek çalışmalar yapılabilir.

- Braketli dişlerde beyazlatma seanslarının sayısının arttırıldığı ve renk değişikliği ile birlikte bağlanma dayanımı ölçümlerinin de yapıldığı çalışmalar tasarlanabilir.
- Sunulan çalışmanın yöntemi flash-free braketler kullanılarak modifiye edilebilir.
- Kron bölümlerinin eşit boyutlarda hazırlandığı standart örnekler kullanılarak bonding adezivlerinin ya da farklı finishing/polishing yöntemlerinin minenin renk değişikliği üzerine etkileri incelenebilir.



KAYNAKLAR

1. Dolan TA. Identification of appropriate outcomes for an aging population. Spec Care Dentist.. 1993;13(1):35-9.
2. Slade GD. Measuring oral health and quality of life. Chapel Hill. 1997;3:385.
3. Sürmelioglu D, Kolsuz H, Yavuz SA, Çifçi Z, Durdu M, Güngörmüş Z. Anterior estetik restorasyonların yaşam kalitesi üzerine etkisinin değerlendirilmesi. Adıyaman Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi.6(2):132-9.
4. Alkhatib M, Holt R, Bedi R. Prevalence of self-assessed tooth discolouration in the United Kingdom. J Dent . 2004;32(7):561-6.
5. Desai S, Upadhyay M, Nanda R. Dynamic smile analysis: changes with age. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2009;136(3):310. e1-. e10.
6. Van Der Geld P, Oosterveld P, Berge SJ, Kuijpers-Jagtman AM. Tooth display and lip position during spontaneous and posed smiling in adults. Acta Odontol Scand. 2008;66(4):207-13.
7. Sabri R. The eight components of a balanced smile. J Clin Orthod. 2005;39(3):155-67.
8. Bos A, Hoogstraten J, Prahl-Andersen B. On the use of personality characteristics in predicting compliance in orthodontic practice. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2003;123(5):568-70.
9. Lew KK. Attitudes and perceptions of adults towards orthodontic treatment in an Asian community. Community Dent Oral Epidemiol. 1993;21(1):31-5.
10. Ülgen M. Ortodonti: anomaliler, sefalometri, etoloji, büyüme ve gelişim, tanı: Yeditepe Üniversitesi; 2000.
11. Vallittu P, Vallittu A, Lassila V. Dental aesthetics—a survey of attitudes in different groups of patients. J Dent . 1996;24(5):335-8.
12. Samorodnitzky-Naveh GR, Geiger SB, Levin L. Patients' satisfaction with dental esthetics. J Am Dent Assoc. 2007;138(6):805-8.
13. Lawson J, Warren JJ, Levy SM, Broffitt B, Bishara SE. Relative esthetic importance of orthodontic and color abnormalities. Angle Orthod. 2008;78(5):889-94.
14. Proffit WR, Fields Jr HW, Sarver DM. Contemporary orthodontics: Elsevier Health Sciences; 2006.
15. Graber T, Vanarsdall Jr R, Vig K. Orthodontics. Current principles and techniques, Mosby. Year Book Inc, St Louis University of Michigan. 1994:233-8.

16. Karamouzos A, Athanasiou AE, Papadopoulos MA, Kolokithas G. Tooth-color assessment after orthodontic treatment: a prospective clinical trial. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2010;138(5):537. e1-. e8.
17. Kaya Y, Alkan Ö, Değirmenci A, Keskin S. Long-term follow-up of enamel color changes after treatment with fixed orthodontic appliances. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2018;154(2):213-20.
18. Çörekçi B, Toy E, Öztürk F, Malkoc S, Öztürk B. Effects of contemporary orthodontic composites on tooth color following short-term fixed orthodontic treatment: a controlled clinical study. *Turk J Med Sci.* 2015;45(6):1421-8.
19. Preoteasa C, Sultan AN, Popa L, Ionescu E, Iosif L, Ghica M, et al. Wettability of some dental materials. *Optoelectronics and Advanced Materials-Rapid Communications.* 2011;5(August 2011):874-8.
20. Faltermeier A, Rosentritt M, Reicheneder C, Behr M. Discolouration of orthodontic adhesives caused by food dyes and ultraviolet light. *Eur J Orthod* 2008;30(1):89-93.
21. Consolaro A, Consolaro RB, Francischone L. Clarifications, guidelines and questions about the dental bleaching" associated" with orthodontic treatment. *Dental Press J Orthod.* 2013;18:4-10.
22. Lunardi N, Correr A-B. Spectrophotometric evaluation of dental bleaching under orthodontic bracket in enamel and dentin. *J Clin Exp Dent.* 2014;6(4):e321.
23. Dezotti MS, Souza Júnior MHS, Nishiyama CK. Evaluation of pH variation and cervical dentin permeability in teeth submitted to bleaching treatment. *Pesqui Odontol Bras.* 2002;16:263-8.
24. Palo R, Bonetti-Filho I, Valera M, Camargo C, Camargo S, Moura-Netto C, et al. Quantification of peroxide ion passage in dentin, enamel, and cementum after internal bleaching with hydrogen peroxide. *Oper Dent.* 2012;37(6):660-4.
25. Kwon SR, Wertz PW. Review of the mechanism of tooth whitening. *J Esthet Restor Dent.* 2015;27(5):240-57.
26. Sondhi A. Precise bracket placement: effective and efficient indirect bonding. Graber TM, Vanarsdall RL, Vig KWL *Orthodontics Current Principles and Techniques*, 4th ed St Louis: Elsevier Mosby. 2005;661.
27. Aksoy A, Şahin Ş. Ortodontide kullanılan materyallerin ve adeziv sistemlerin tutuculuklarına genel bir bakış *BSJ Health Sci.*1(3):58-69.
28. Buonocore MG. A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces. *J Dent Res.* 1955;34(6):849-53.

29. Newman GV. Epoxy adhesives for orthodontic attachments: progress report. *Am J Orthod.* 1965;51(12):901-12.
30. Harari D, Aunni E, Gillis I, Redlich M. A new multipurpose dental adhesive for orthodontic use: an in vitro bond-strength study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2000;118(3):307-10.
31. Bishara SE, Ajlouni R, Laffoon JF, Warren JJ. Comparison of shear bond strength of two self-etch primer/adhesive systems. *Angle Orthod.* 2006;76(1):123-6.
32. Burgess AM, Sherriff M, Ireland AJ. Self-etching primers: is prophylactic pumicing necessary? A randomized clinical trial. *Angle Orthod.* 2006;76(1):114-8.
33. Reisner KR, Levitt HL, Mante F. Enamel preparation for orthodontic bonding: a comparison between the use of a sandblaster and current techniques. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1997;111(4):366-73.
34. Zachrisson B, Usumez S, Buyukyilmaz. Bonding in orthodontics. *Orthodontics: Current Principles and techniques* Missouri: Mosby. 2012:727-84.
35. Ten Cate J. Physicochemical aspects of fluoride-enamel interactions. *Fluoride in dentistry.* 1996.
36. Lundeen T. Clinical significance of dental anatomy, histology, physiology, and occlusion. *Sturdevant's Art and Science of Operative Dentistry.* 1995:10-59.
37. Peşkersoy C. Sağlıklı ve Çürük Diş Dokularının Mekanik Özelliklerinin Nanoindentasyon Yöntemiyle Karşılıklı Olarak İncelenmesi. *Ege Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi.* 43(2):129-39.
38. Reynolds I. A review of direct orthodontic bonding *Br J Orthod.* .. 1975;2(3):171-8.
39. Buonocore M, Matsui A, Gwinnett A. Penetration of resin dental materials into enamel surfaces with reference to bonding. *Archives of Oral Biology.* 1968;13(1):61-120.
40. Brännström M, Malmgren O, Nordenvall K. Etching of young permanent teeth with an acid gel. *Am J Orthod.* 1982;82(5):379-83.
41. Gardner A, Hobson R. Variations in acid-etch patterns with different acids and etch times. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2001;120(1):64-7.
42. Johnston CD, Burden DJ, Hussey DL, Mitchell CA. Bonding to molars-the effect of etch time (an in vitro study). *Eur J Orthod.* 1998;20(2):195-9.

43. Abreu LG, Paiva SM, Pretti H, Lages EMB, Júnior JBN, Ferreira RAN. Comparative study of the effect of acid etching on enamel surface roughness between pumiced and non-pumiced teeth. *J Int Oral Health*. 2015;7(9):1.
44. Halpern RM, Rouleau T. The effect of air abrasion preparation on the shear bond strength of an orthodontic bracket bonded to enamel. *Eur J Orthod*. 2010;32(2):224-7.
45. Olsen ME, Bishara SE, Damon P, Jakobsen JR. Comparison of shear bond strength and surface structure between conventional acid etching and air-abrasion of human enamel. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 1997;112(5):502-6.
46. Kiryk J, Matys J, Nikodem A, Burzyńska K, Grzech-Leśniak K, Dominiak M, et al. The effect of Er: Yag laser on a shear bond strength value of orthodontic brackets to enamel—A preliminary study. *Materials*. 2021;14(9):2093.
47. Franchi M, Breschi L. Effects of acid-etching solutions on human enamel and dentin. *Quintessence Int*. 1995;26(6).
48. Bas-Kalkan A, Orhan M, Üsümez S. Minenin farklı içerikli asitler ile pürüzlendirilmesinin braket tutuculuğuna etkisi. *Türk Ortodonti Dergisi*. 2007;1:35-42.
49. Wang WN, Lu TC. Bond strength with various etching times on young permanent teeth. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 1991;100(1):72-9.
50. Sadowsky P, Retief D, Cox P, Hernández-Orsini R, Rape W, Bradley E. Effects of etchant concentration and duration on the retention of orthodontic brackets: an in vivo study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 1990;98(5):417-21.
51. Zhu JJ, Tang AT, Matinlinna JP, Hägg U. Acid etching of human enamel in clinical applications: a systematic review. *J Prosthet Dent*. 2014;112(2):122-35.
52. Al Shamsi A, Cunningham J, Lamey P, Lynch E. Shear bond strength and residual adhesive after orthodontic bracket debonding. *Angle Orthod*. 2006;76(4):694-9.
53. Carstensen W. Effect of reduction of phosphoric acid concentration on the shear bond strength of brackets. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 1995;108(3):274-7.
54. Retief D. A comparative study of three etching solutions: effects on enamel surface and adhesive-enamel interface. *J Oral Rehabil*. 1975;2(1):75-96.
55. Gottlieb E, Retief D, Jamison H. An optimal concentration of phosphoric acid as an etching agent. Part I: Tensile bond strength studies. *J Prosthet Dent*. 1982;48(1):48-51.
56. Legler L, Retief D, Bradley E. Effects of phosphoric acid concentration and etch duration on enamel depth of etch: an in vitro study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 1990;98(2):154-60.

57. Borsatto MC, Catirse ABEB, Palma Dibb RG, Nascimento TNd, Rocha RASdS, Corona SAM. Shear bond strength of enamel surface treated with air-abrasive system. *Braz Dent J.* 2002;13:175-8.
58. van Waveren Hogervorst WL, Feilzer AJ, Prahl-Andersen B. The air-abrasion technique versus the conventional acid-etching technique: A quantification of surface enamel loss and a comparison of shear bond strength. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2000;117(1):20-6.
59. Türköz Ç, Ulusoy Ç. Evaluation of different enamel conditioning techniques for orthodontic bonding. *Korean J Orthod.* 2012;42(1):32-8.
60. Sabuncuoğlu FA, Erşahan Ş, Ertürk E. Mineye farklı yüzey pürüzlendirme metotlarıyla yapıştırılmış braketlerin makaslama bağlanma dayanımları. *J Dent Fac Atatürk Uni.* 2016;26(1):65-72
61. Von Fraunhofer J, Allen D, Orbell G. Laser etching of enamel for direct bonding. *Angle Orthod.* 1993;63(1):73-6.
62. Üşümez S, Orhan M, Üşümez A. Laser etching of enamel for direct bonding with an Er, Cr: YSGG hydrokinetic laser system *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2002;122(6):649-56.
63. Retief D. Failure at the dental adhesive—etched enamel interface. *J Oral Rehabil.* 1974;1(3):265-84.
64. Ewoldsen N, Demke RS. A review of orthodontic cements and adhesives. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2001;120(1):45-8.
65. Eliades T, Kakaboura A, Eliades G, Bradley TG. Comparison of enamel colour changes associated with orthodontic bonding using two different adhesives. *Eur J Orthod.* 2001;23(1):85-90.
66. Yoshida Y, Van Meerbeek B, Nakayama Y, Snauwaert J, Hellemans L, Lambrechts P, et al. Evidence of chemical bonding at biomaterial-hard tissue interfaces. *J Dent Res.* 2000;79(2):709-14.
67. Donly KJ, Istre S, Istre T. In vitro enamel remineralization at orthodontic band margins cemented with glass ionomer cement. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1995;107(5):461-4.
68. Millett D, McCabe J. Orthodontic bonding with glass ionomer cement. *Eur J Orthod.* 1996;18(1):385-99.
69. Miller JR, Mancl L, Arbuckle G, Baldwin J, Phillips RW. A three-year clinical trial using a glass ionomer cement for the bonding of orthodontic brackets. *Angle Orthod.* 1996;66(4):309-12.

70. McCabe JF. Resin-modified glass-ionomers. *Biomaterials*. 1998;19(6):521-7.
71. Summers A, Kao E, Gilmore J, Gunel E, Ngan P. Comparison of bond strength between a conventional resin adhesive and a resin-modified glass ionomer adhesive: an in vitro and in vivo study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2004;126(2):200-6.
72. Miletic V. Dental composite materials for direct restorations: Belgrade:Springer; 2018.p.3-11
73. Altun C. Kompozit dolgu materyallerinde son gelişmeler. *Gulhane Med J*. 2005;47(1):77-82.
74. Pehlivan N, Karacaer Ö. Diş hekimliğinde kullanılan kompozit rezinlerin güçlendirilmesi. *Acta Odontol Turc*. 2014;31(3):160-6.
75. Başaran G, Veli İ. Modern etching and bonding materials in orthodontics. *Principles in Contemporary Orthodontics*. 2011:181-212
76. Gange P. The evolution of bonding in orthodontics. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2015;147(4):S56-S63.
77. Ireland A, Hosein I, Sherriff M. Enamel loss at bond-up, debond and clean-up following the use of a conventional light-cured composite and a resin-modified glass polyalkenoate cement. *Eur J Orthod*. 2005;27(4):413-9.
78. Özbek A, Aksoy A. Ortodontide debonding yöntemleri. *BSJ Health Sci*.1(2):40-5.
79. Görükmez E, Aksakallı S. Ortodontide braket sökümü yapılırken dikkat edilmesi gerekenler. *J Dent Fac Atatürk Uni*. 26(4).
80. Oliver R. The effect of different methods of bracket removal on the amount of residual adhesive. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 1988;93(3):196-200.
81. Zachrisson BU. A posttreatment evaluation of direct bonding in orthodontics. *Am J Orthod*. 1977;71(2):173-89.
82. Årtun J, Bergland S. Clinical trials with crystal growth conditioning as an alternative to acid-etch enamel pretreatment. *Am J Orthod*. 1984;85(4):333-40.
83. Türköz Ç, Ulusoy Ç, Gencer D. Yeniden Kazanılmış Braketlerin Bağlanma Kuvvetlerinin Farklı Yapıştırıcılar ile Değerlendirilmesi. *ADO Klinik Bilimler Dergisi*. 2010;4(3):657-62.
84. Ulusoy Ç, Varlık SK. Dört farklı ortodontik braketin kesme bağlanma kuvvetlerinin ve kopma sonrası oluşan artık adeziv miktarının incelenmesi. *GÜ Diş Hek Fak Derg*. 2008;25(2):7-12.

85. Janiszewska-Olszowska J, Szatkiewicz T, Tomkowski R, Tandecka K, Grocholewicz K. Effect of orthodontic debonding and adhesive removal on the enamel—current knowledge and future perspectives—a systematic review. *Med Sci Monit.* 2014;20:1991.
86. Janiszewska-Olszowska J, Tomkowski R, Tandecka K, Stepień P, Szatkiewicz T, Sporniak-Tutak K, et al. Effect of orthodontic debonding and residual adhesive removal on 3D enamel microroughness. *Peer J.* 2016;4:e2558.
87. Fjeld M, Øgaard B. Scanning electron microscopic evaluation of enamel surfaces exposed to 3 orthodontic bonding systems. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2006;130(5):575-81.
88. Burapavong V, Marshall G, Apfel D, Perry H. Enamel surface characteristics on removal of bonded orthodontic brackets. *Am J Orthod.* 1978;74(2):176-87.
89. Retief D, Denys F. Finishing of enamel surfaces after debonding of orthodontic attachments. *Angle Orthod.* 1979;49(1):1-10.
90. Rouleau Jr BD, Marshall Jr GW, Cooley RO. Enamel surface evaluations after clinical treatment and removal of orthodontic brackets. *Am J Orthod.* 1982;81(5):423-6.
91. Hosein I, Sherriff M, Ireland AJ. Enamel loss during bonding, debonding, and cleanup with use of a self-etching primer. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2004;126(6):717-24.
92. Banerjee A, Paolinelis G, Socker M, McDonald F, Watson TF. An in vitro investigation of the effectiveness of bioactive glass air-abrasion in the 'selective' removal of orthodontic resin adhesive. *Eur J Oral Sci.* 2008;116(5):488-92.
93. Bora N, Baruah N. Debonding in orthodontics: A review. *University J Dent Scie.* 2015;1(5):77-81.
94. Eliades T, Gioka C, Eliades G, Makou M. Enamel surface roughness following debonding using two resin grinding methods. *Eur J Orthod.* 2004;26(3):333-8.
95. Zarrinnia K, Eid N, Kehoe M. The effect of different debonding techniques on the enamel surface: an in vitro qualitative study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1995;108(3):284-93.
96. Karan S, Kircelli BH, Tasdelen B. Enamel surface roughness after debonding: comparison of two different burs. *Angle Orthod.* 2010;80(6):1081-8.
97. Jefferies SR. Abrasive finishing and polishing in restorative dentistry: a state-of-the-art review. *Dent Clin North Am.* 2007;51(2):379-97.

98. Eminkahyagil N, Arman A, Çetinşahin A, Karabulut E. Effect of resin-removal methods on enamel and shear bond strength of rebonded brackets. *Angle Orthod.* 2006;76(2):314-21.
99. Campbell PM. Enamel surfaces after orthodontic bracket debonding. *Angle Orthod.* 1995;65(2):103-10.
100. Zachrisson BU, Årthun J. Enamel surface appearance after various debonding techniques. *Am J Orthod.* 1979;75(2):121-37.
101. Radlanski RJ. A new carbide finishing bur for bracket debonding. *J Orofac Orthop.* 2001;62(4):296-304.
102. Hong Y, Lew K. Quantitative and qualitative assessment of enamel surface following five composite removal methods after bracket debonding. *Eur J Orthod.* 1995;17(2):121-8.
103. Gökçe G. Complications and risks of orthodontic treatment. *Dent&Med J-R.* 3(2):38-51.
104. DiBiase A. The timing of orthodontic treatment. *Dental Update.* 2002;29(9):434-41.
105. Travess H, Roberts-Harry D, Sandy J. Orthodontics. Part 6: Risks in orthodontic treatment. *Br Dent J.* 2004;196(2):71-7.
106. Dinçyürek G, Arman A. Ortodontik Tedavinin Komplikasyonları. *Turk J Orthod.* 2006;19:79-96. 2006.
107. Alqahtani MQ. Tooth-bleaching procedures and their controversial effects: A literature review. *Saudi Dent J.* 2014;26(2):33-46.
108. Dwinelle W. Ninth annual meeting of American Society of Dental Surgeons: article X. *Am J Dent Sci.* 1850;1:57-61.
109. Haywood VB. History, safety, and effectiveness of current bleaching techniques and applications of the nightguard vital bleaching technique. *Quintessence Int.* 1992;23(7).
110. Goldstein RE. In-office bleaching: where we came from, where we are today. *J Am Dent Assoc.* 1997;128:11S-5S.
111. Sulieman M. An overview of bleaching techniques: 1. History, chemistry, safety and legal aspects. *Dental update.* 2004;31(10):608-16.
112. Joiner A. The bleaching of teeth: a review of the literature. *J Dent.* 2006;34(7):412-9.

113. Buchalla W, Attin T. External bleaching therapy with activation by heat, light or laser—a systematic review. *Dental materials*. 2007;23(5):586-96.
114. Çelik Ç. Diş Renklenmelerinin Tedavisi. *Türkiye Klinikleri J Restor Dent-Special Topics*. 2017;3(2):104-12.
115. Tredwin C, Naik S, Lewis N, Scully C. Hydrogen peroxide tooth-whitening (bleaching) products: review of adverse effects and safety issues. *Br Dent J*. 2006;200(7):371-6.
116. Dahl J, Pallesen U. Tooth bleaching—a critical review of the biological aspects. *Crit Rev Oral Biol & Med*. 2003;14(4):292-304.
117. Mena-Serrano AP, Parreiras S, Nascimento Ed, Borges C, Berger S, Loguercio A, et al. Effects of the concentration and composition of in-office bleaching gels on hydrogen peroxide penetration into the pulp chamber. *Operative dentistry*. 2015;40(2):E76-E82.
118. Elfallah HM, Bertassoni LE, Charadram N, Rathsam C, Swain MV. Effect of tooth bleaching agents on protein content and mechanical properties of dental enamel. *Acta Biomater*. 2015;20:120-8.
119. Seghi R, Denry I. Effects of external bleaching on indentation and abrasion characteristics of human enamel in vitro. *J Dent Res*. 1992;71(6):1340-4.
120. Chen J-H, Xu J-W, Shing C-X. Decomposition rate of hydrogen peroxide bleaching agents under various chemical and physical conditions. *J Prosthet Dent*. 1993;69(1):46-8.
121. Basting RT, Rodrigues A, Serra MC. The effect of 10% carbamide peroxide, carbopol and/or glycerin on enamel and dentin microhardness. *Operative Dentistry-University of Washington-*. 2005;30(5):608.
122. Batmaz SG, Barutçugil Ç, DüNDAR A, Yıldız B. Farklı Beyazlatma Sistemlerinin Etkinliğinin Karşılaştırılması. *Akd Med J*. 2021;7(1):119-24.
123. Attin T, Hannig C, Wiegand A, Attin R. Effect of bleaching on restorative materials and restorations—a systematic review. *Dental Materials*. 2004;20(9):852-61.
124. Rotstein I. Role of catalase in the elimination of residual hydrogen peroxide following tooth bleaching. *J Endod*. 1993;19(11):567-9.
125. Arı H, Üngör M. In vitro comparison of different types of sodium perborate used for intracoronar bleaching of discoloured teeth. *Int Endod J*. 2002;35(5):433-6.
126. Güler B, Özyürek T, İsmail U. Renklenmiş kök kanal tedavili sol üst çene lateral ve kanin dişlerin tedavisi: Olgu sunumu. *J Dent Fac Atatürk Uni*. 2015;25(1):90-4.

127. Rodrigues JA, Oliveira GPF, Amaral CM. Effect of thickener agents on dental enamel microhardness submitted to at-home bleaching. *Braz Oral Res.* 2007;21:170-5.
128. Şişmanoğlu S. An overview of vital tooth bleaching. *A J Health Sci.* 2020;2(2):115-39.
129. Berga Caballero A, Forner Navarro L, Amengual Lorenzo J. In vivo evaluation of the effects of 10% carbamide peroxide and 3.5% hydrogen peroxide on the enamel surface. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal.* 2007;12(5):404-7.
130. Carey CM. Tooth whitening: what we now know. *J Evid Based Dent Pract.* 2014;14:70-6.
131. Karadaş M, Seven N. Vital dişlerde beyazlatma. *J Dent Fac Atatürk Uni.* 2014;24(3):126-35.
132. Kısacık FÖ, Keçeci AD, Adanır N. Vital ağartma tedavilerinde başarının ve renk stabilitesinin ölçülmesi. *SDU Journal of Health Science Institute/SDÜ Sağlık Bilimleri Enstitüsü Dergisi.* 2012;3(2).
133. Bowles WH, Ugwueri Z. Pulp chamber penetration by hydrogen peroxide following vital bleaching procedures. *J Endod.* 1987;13(8):375-7.
134. Ontiveros JC, Paravina RD. Color change of vital teeth exposed to bleaching performed with and without supplementary light. *J Dent.* 2009;37(11):840-7.
135. Sulieman M. An overview of bleaching techniques: 3. In-surgery or power bleaching. *Dental update.* 2005;32(2):101-8.
136. Haywood VB. Nightguard vital bleaching: current concepts and research. *J Am Dent Assoc.* 1997;128:19S-25S.
137. Haywood vB. Current status of nightguard vital bleaching. *Compendium.* 2000;21(28):S10-S7.
138. de Almeida LC, Costa CA, Riehl H, dos Santos PH, Sundfeld RH, Briso AL. Occurrence of sensitivity during at-home and in-office tooth bleaching therapies with or without use of light sources. *Acta Odontol Latinoam.* 2012;25(1):3-8.
139. Kartal N, Arısoy S. OTC Grubundaki ilaçların avantaj ve dezavantajlarının incelenmesi. *Sağ Aka Derg.* 2017;4(4):314-21.
140. Özdoğan ZC, Çelik Ç. Diş renkleşmeleri ve beyazlatma tedavileri. *7tepe Klinik Dergisi.* 13(1):37-44.
141. Poyser NJ, Kelleher MG, Briggs PF. Managing discoloured non-vital teeth: the inside/outside bleaching technique. *Dental update.* 2004;31(4):204-14.

142. Plotino G, Buono L, Grande NM, Pameijer CH, Somma F. Nonvital tooth bleaching: a review of the literature and clinical procedures. *J Endod.* 2008;34(4):394-407.
143. Harrington GW, Natkin E. External resorption associated with bleaching of pulpless teeth. *J Endod.* 1979;5(11):344-8.
144. Jahangiri L, Reinhardt SB, Mehra RV, Matheson PB. Relationship between tooth shade value and skin color: an observational study. *J Prosthet Dent.* 2002;87(2):149-52.
145. Hattab FN, Qudeimat MA, AL-Rimawi HS. Dental discoloration: an overview. *J Esthet Restor Dent.* 1999;11(6):291-310.
146. Sproull RC. Color matching in dentistry. Part I. The three-dimensional nature of color. *J Prosthet Dent.* 1973;29(4):416-24.
147. Brewer JD, Wee A, Seghi R. Advances in color matching. *Dent Clin North Am.* 2004;48(2):341-58.
148. Wee AG. Description of color, color replication process and esthetics. *Contemporary fixed prosthodontics* Rosenstiel SF, Land MF, Fujimoto J 4th ed St Louis: Mosby. 2006:710-2.
149. O'brien WJ. *Dental materials and their selection*, 2002. Quintessence. 2002.
150. Okubo SR, Kanawati A, Richards MW, Childressd S. Evaluation of visual and instrument shade matching. *J Prosthet Dent.* 1998;80(6):642-8.
151. Sproull RC. Color matching in dentistry. Part II. Practical applications of the organization of color. *J Prosthet Dent.* 1973;29(5):556-66.
152. Dancy WK, Yaman P, Dennison JB, O'Brien WJ, Razzoog ME. Color measurements as quality criteria for clinical shade matching of porcelain crowns. *J Esthet Restor Dent.* 2003;15(2):114-22.
153. Keskin Y, Kansu G, Özkan Y. Dezenfeksiyon işleminden sonra protez kaide rezinlerinin renk sabitliğinin değerlendirilmesi. *Ankara Univ Diş Hek Fak Derg.* 2000;27(1):69-76
154. Müdüroğlu R, Kıvrak TÇ, Nalçacı A. Renk Belirlenmesinde Kullanılan Yöntem ve Cihazlar. *Cumhuriyet Dent J.* 2018;21(1):61-9.
155. Seghi RR, Hewlett E, Kim J. Visual and instrumental colorimetric assessments of small color differences on translucent dental porcelain. *J Dent Res.* 1989;68(12):1760-4

156. Bayındır F, AG W. Diş rengi seçiminde bilgisayar destekli sistemlerin kullanımı. Hacettepe Dişhekimliği Fakültesi Dergisi. 2006;30(3):40-6.
157. Kim-Pusateri S, Brewer JD, Davis EL, Wee AG. Reliability and accuracy of four dental shade-matching devices. J Prosthet Dent. 2009;101(3):193-9.
158. Turgut S, Bağış B. Diş hekimliğinde renk ve renk ölçüm yöntemleri. J Dent Fac Atatürk Uni. 2012;5:65-75.
159. Wee AG, Lindsey DT, Kuo S, Johnston WM. Color accuracy of commercial digital cameras for use in dentistry. Dental Materials. 2006;22(6):553-9.
160. Bayindir F, Bayindir YZ, Gozalo-Diaz DJ, Wee AG. Coverage error of gingival shade guide systems in measuring color of attached anterior gingiva. J Prosthet Dent. 2009;101(1):46-53.
161. Khurana R, Tredwin C, Weisbloom M, Moles D. A clinical evaluation of the individual repeatability of three commercially available colour measuring devices. Br Dent J. 2007;203(12):675-80.
162. Chu SJ, Trushkowsky RD, Paravina RD. Dental color matching instruments and systems. Review of clinical and research aspects. J Dent. 2010;38:e2-e16.
163. Cal E, Güneri P, Kose T. Comparison of digital and spectrophotometric measurements of colour shade guides. J Oral Rehabil. 2006;33(3):221-8.
164. Ishikawa-Nagai S, Ishibashi K, Tsuruta O, Weber H-P. Reproducibility of tooth color gradation using a computer color-matching technique applied to ceramic restorations. J Prosthet Dent. 2005;93(2):129-37.
165. Kurt M, Turhan BAL B, Bal C. Güncel Renk Ölçüm Yöntemleri: Sistematik Derleme. Türkiye Klinikleri Journal of Dental Sci. 2016;22(2):130-146.
166. Lasserre J-F, Pop-Ciutrla I-S, Colosi H-A. A comparison between a new visual method of colour matching by intraoral camera and conventional visual and spectrometric methods. J Dent. 2011;39:e29-e36.
167. Yuan K, Sun X, Wang F, Wang H, Chen J-h. In vitro and in vivo evaluations of three computer-aided shade matching instruments. Operative dentistry. 2012;37(3):219-27.
168. Dozić A, Kleverlaan CJ, El-Zohairy A, Feilzer AJ, Khashayar G. Performance of five commercially available tooth color-measuring devices. J Prosthodont. 2007;16(2):93-100.
169. Silvestre CF, Rêgo DB, Arruda CNFd, Pires-de-Souza FdCP, Regis RR, Negreiros WAd, et al. Whitening effect of 35% hydrogen peroxide in simulation of tooth with orthodontic bracket. J Esthet Restor Dent. 2021;33(4):668-74.

170. Wee AG, Monaghan P, Johnston WM. Variation in color between intended matched shade and fabricated shade of dental porcelain. *J Prosthet Dent.* 2002;87(6):657-66.
171. Buchalla W, Attin T, Hilgers RD, Hellwig E. The effect of water storage and light exposure on the color and translucency of a hybrid and a microfilled composite. *J Prosthet Dent.* 2002;87(3):264-70.
172. Trakyalı G, Özdemir FI, Arun T. Enamel colour changes at debonding and after finishing procedures using five different adhesives. *Eur J Orthod.* 2009;31(4):397-401.
173. Joo H-J, Lee YK, Lee DY, Kim YJ, Lim YK. Influence of orthodontic adhesives and clean-up procedures on the stain susceptibility of enamel after debonding. *Angle Orthod.* 2011;81(2):334-40.
174. Korkmaz YN, Bulut M. Effect of mouthwashes on the discoloration of bracket-bonded tooth surfaces: an in vitro study. *Clin Oral Investig.* 2020;24(11):3855-61.
175. Farawati FA, Hsu SM, O'Neill E, Neal D, Clark A, Esquivel-Upshaw J. Effect of carbamide peroxide bleaching on enamel characteristics and susceptibility to further discoloration. *J Prosthet Dent.* 2019;121(2):340-6.
176. Osorio R, Toledano M, Garcia-Godoy F. Bracket bonding with 15-or 60-second etching and adhesive remaining on enamel after debonding. *Angle Orthod.* 1999;69(1):45-8.
177. Ulker M, Uysal T, Ramoglu SI, Ucar FI. Bond strengths of an antibacterial monomer-containing adhesive system applied with and without acid etching for lingual retainer bonding. *Eur J Orthod.* 2009;31(6):658-63.
178. Bishara SE, Oonsombat C, Ajlouni R, Laffoon JF. Comparison of the shear bond strength of 2 self-etch primer/adhesive systems. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2004;125(3):348-50.
179. Paschos E, Okuka S, Ilie N, Huth KC, Hickel R, Rudzki-Janson I. Investigation of shear-peel bond strength of orthodontic brackets on enamel after using Pro Seal™. *J Orofac Orthop.* 2006;67(3):196-206.
180. Tanna N, Kao E, Gladwin M, Ngan PW. Effects of sealant and self-etching primer on enamel decalcification. Part I: an in-vitro study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2009;135(2):199-205.
181. Aikins E, daCosta O, Onyeaso C, Isiekwe M. Subjective Opinions of Dental Attractiveness and Orthodontic Treatment Need among Nigerian Adolescents. *IOSR-JDMS.* 2014;13(8):43-8.

182. Al-Zubair NM, Idris FA, Al-Selwi FM. The subjective orthodontic treatment need assessed with the aesthetic component of the Index of Orthodontic Treatment Need. *The Saudi J Dent Res.* 2015;6(1):9-14.
183. Aksoy A. İlk pilot ağız dış hastalıkları hastanesi ortodonti bölümüne başvuran hastaların sosyo-ekonomik profili. *SDÜ Tıp Fak Derg.* 2005;12(2):38-45.
184. Papageorgiou SN, Koletsi D, Iliadi A, Peltomaki T, Eliades T. Treatment outcome with orthodontic aligners and fixed appliances: a systematic review with meta-analyses. *Eur J Orthod.* 2020;42(3):331-43.
185. Tüzel S, Can SHE. Vital diş beyazlatma teknikleri ve güncel yaklaşımlar. *Curr Res Dental Sci.* 32(3):239-49.
186. Sadeghian S, Garavand S, Davoudi A. Effect of different bleaching treatment protocols on shear bond strength of bonded orthodontic brackets with no-primer adhesive resin. *J Orthod Sci.* 2021;10.
187. Sardarian A, Malekpour B, Roshan A, Danaei SM. Bleaching during orthodontic treatment and its effect on bracket bond strength. *Dent Res J.* 2019;16(4):245-250,
188. Aljubouri Y, Millett D, Gilmour W. Laboratory evaluation of a self-etching primer for orthodontic bonding. *Eur J Orthod.* 2003;25(4):411-5.
189. Attar N, Taner TU, Tülümen E, Korkmaz Y. Shear bond strength of orthodontic brackets bonded using conventional vs one and two step self-etching/adhesive systems. *Angle Orthod.* 2007;77(3):518-23.
190. Arhun N, Arman A, Sesen Ç, Karabulut E, Korkmaz Y, Gokalp S. Shear bond strength of orthodontic brackets with 3 self-etch adhesives. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2006;129(4):547-50.
191. Arnold RW, Combe EC, Warford Jr JH. Bonding of stainless steel brackets to enamel with a new self-etching primer. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2002;122(3):274-6.
192. MacColl G, Rossouw P, Titley K, Yamin C. The relationship between bond strength and orthodontic bracket base surface area with conventional and microetched foil-mesh bases. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1998;113(3):276-81.
193. McCourt JW, Cooley RL, Barnwell S. Bond strength of light-cure fluoride-releasing base-liners as orthodontic bracket adhesives. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1991;100(1):47-52.
194. Sargison A, McCabe J, Millett D. A laboratory investigation to compare enamel preparation by sandblasting or acid etching prior to bracket bonding. *Br J Orthod.* 1999;26(2):141-6.

195. Korbmacher H, Huck L, Adam T, Kahl-Nieke B. Evaluation of an antimicrobial and fluoride-releasing self-etching primer on the shear bond strength of orthodontic brackets. *Eur J Orthod.* 2006;28(5):457-61.
196. Gia KY, Dunn WJ, Taloumis LJ. Shear bond strength comparison between direct and indirect bonded orthodontic brackets. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2003;124(5):577-81.
197. Damon PL, Bishara SE, Olsen ME, Jakobsen JR. Effects of fluoride application on shear bond strength of orthodontic brackets. *Angle Orthod.* 1996;66(1):61-4.
198. Bishara SE, Soliman MM, Oonsombat C, Laffoon JF, Ajlouni R. The effect of variation in mesh-base design on the shear bond strength of orthodontic brackets. *Angle Orthod.* 2004;74(3):400-4.
199. Bishara SE, VonWald L, Olsen ME, Laffoon JF. Effect of time on the shear bond strength of glass ionomer and composite orthodontic adhesives. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1999;116(6):616-20.
200. Bishara SE, VonWald L, Laffoon JF, Warren JJ. Effect of a self-etch primer/adhesive on the shear bond strength of orthodontic brackets. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2001;119(6):621-4.
201. Bishara SE, Laffoon JF, VonWald L, Warren JJ. The effect of repeated bonding on the shear bond strength of different orthodontic adhesives. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2002;121(5):521-5.
202. David VA, Staley RN, Bigelow HF, Jakobsen JR. Remnant amount and cleanup for 3 adhesives after debracketing. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2002;121(3):291-6.
203. Influence of modifying the resin coat application protocol on bond strength and microleakage of metal orthodontic brackets. *Angle Orthod.* 2010;80(2):378-384
204. Vilchis RJS, Hotta Y, Yamamoto K. Examination of enamel-adhesive interface with focused ion beam and scanning electron microscopy. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2007;131(5):646-50.
205. Bryant S, Retief D, Bradley Jr E, Denys F. The effect of topical fluoride treatment on enamel fluoride uptake and the tensile bond strength of an orthodontic bonding resin. *Am J Orthod.* 1985;87(4):294-302.
206. Owens Jr S, Miller B. A comparison of shear bond strengths of three visible light-cured orthodontic adhesives. *Angle Orthod.* 2000;70(5):352-6.
207. Bishara SE, Oonsombat C, Soliman MM, Warren J. Effects of using a new protective sealant on the bond strength of orthodontic brackets. *Angle Orthod.* 2005;75(2):243-6.

208. Tuncer C, Tuncer BB, Ulusoy Ç. Effect of fluoride-releasing light-cured resin on shear bond strength of orthodontic brackets. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2009;135(1):14. e1-. e6.
209. Varlik SK, Ulusoy Ç. Effect of light-cured filled sealant on shear bond strength of metal and ceramic brackets bonded with a resin-modified glass ionomer cement. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2009;135(2):194-8.
210. Bulut H, Türkün M, Türkün LŞ, Işıksal E. Evaluation of the shear bond strength of 3 curing bracket bonding systems combined with an antibacterial adhesive. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2007;132(1):77-83.
211. Maijer R, Smith D. Variables influencing the bond strength of metal orthodontic bracket bases. *Am J Orthod.* 1981;79(1):20-34.
212. Bin Abdullah MS, Rock W. The effect of etch time and debond interval upon the shear bond strength of metallic orthodontic brackets. *Br J Orthod.* 1996;23(2):121-4.
213. Meng CL, Wang WN, Yeh IS. Fluoridated etching on orthodontic bonding. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1997;112(3):259-62.
214. Rossouw PE, editor A historical overview of the development of the acid-etch bonding system in orthodontics. *Semin Orthod.* 2010;16(1):2-23
215. Mills R, Jandt K, Ashworth S. Dental composite depth of cure with halogen and blue light emitting diode technology. *Br Dent J.* 1999;186(8):388-91.
216. Üşümez S, Büyükyılmaz T, Karaman A. Effect of light-emitting diode on bond strength of orthodontic brackets. *Angle Orthod.* 2004;74(2):259-63.
217. Minick GT, Oesterle LJ, Newman SM, Shellhart WC. Bracket bond strengths of new adhesive systems. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2009;135(6):771-6.
218. Yetkin D. Flor salan farklı bonding materyallerinin ortodontik braketlerin bağlanma dayanımına etkilerinin değerlendirilmesi. İstanbul Medipol Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Uzmanlık Tezi. 2016;55-57
219. Pickett KL, Lionel Sadowsky P, Jacobson A, Lacefield W. Orthodontic in vivo bond strength: comparison with in vitro results. *Angle Orthod.* 2001;71(2):141-8.
220. Ryou DB, Park HS, Kim KH, Kwon TY. Use of flowable composites for orthodontic bracket bonding. *Angle Orthod.* 2008;78(6):1105-9.
221. Lon LFS, Knop LAH, Shintcovsk RL, Guariza Filho O, Raveli DB. Shear bond strength of three different bonding systems for orthodontic brackets. *Braz J Oral Sci.* 2018;17:e18138-e.

222. Scribante A, Sfondrini MF, Fraticelli D, Daina P, Tamagnone A, Gandini P. The influence of no-primer adhesives and anchor pylons bracket bases on shear bond strength of orthodontic brackets. *BioMed Res Int*. 2013;7:315023
223. Dos Santos Oliveira BL, Costa AR, Correr AB, Crepaldi MV, Correr-Sobrinho L, dos Santos JCB. Influence of adhesive and bonding material on the bond strength of bracket to bovine tooth. *Braz J Oral Sci*. 2017;16:1-7.
224. Chung CH, Friedman SD, Mante FK. Shear bond strength of rebonded mechanically retentive ceramic brackets. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2002;122(3):282-7.
225. Pithon MM, Santos RLd, Oliveira MVd, Sant'Anna EF, Ruellas ACdO. Evaluation of the shear bond strength of two composites bonded to conditioned surface with self-etching primer. *Dental Press J Orthod*. 2011;16:94-9.
226. Mehta F, Mehta S, Kumar A, Gandhi V. Effect of Repeated Bonding on the Shear Bond Strength of Transbond XT (3M Unitek). *IOSR J Dent Med Sci*. 2016;15(5):14-21.
227. Ye C, Zhao Z, Zhao Q, Du X, Ye J, Wei X. Comparison of enamel discoloration associated with bonding with three different orthodontic adhesives and cleaning-up with four different procedures. *J Dent*. 2013;41:e35-e40.
228. Ergücü Z, Türkün LS, Aladag A. Color stability of nanocomposites polished with one-step systems. *Operative Dentistry*. 2008;33(4):413-20.
229. Güler AU, Güler E, Yücel AÇ, Ertaş E. Effects of polishing procedures on color stability of composite resins. *J Appl Oral Sci*. 2009;17:108-12.
230. Mundim FM, Garcia LdFR, Pires-de-Souza FdCP. Effect of staining solutions and repolishing on color stability of direct composites. *J Appl Oral Sci*. 2010;18:249-54.
231. Kivrak TÇ, Gökay O. Kompozit rezinlerin renk stabilitesine etki eden faktörler. *AÜ Diş Hek Fak Derg*. 2018;45(2):105-14
232. Cangül ÖÜS, Adıgüzel Ö, Ünal ÖÜS, Tekin S, Sonkaya E, Erpaçal B. Farklı kahve türlerinde bekletilen kompozit rezinlerin renk stabilitelerinin incelenmesi. *7tepe Klinik Dergisi*. 2020;16(2):117-22.
233. Lee YK, Powers JM. Discoloration of dental resin composites after immersion in a series of organic and chemical solutions. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater*. 2005;73B(2):361-7.
234. Ertaş E, Güler AU, Yücel AC, Köprülü H, Güler E. Color stability of resin composites after immersion in different drinks. *Dent Mater J*. 2006;25(2):371-6.

235. Andreevski A, Kovacevska I. The effect of every day drinks on composite restorations aesthetics: in vitro study. IOSR-JDMS. 2020;16:37-42
236. Yamanel K. Farklı İçeceklerin Diş Rengindeki Restoratif Materyallerin Renk Stabiliteleri Üzerine Etkisi. SDÜ Sağlık Bilimleri Dergisi. 2018;9(2):26-31.
237. Çörekçi B, Irgin C, Malkoç S, Öztürk B. Effects of staining solutions on the discoloration of orthodontic adhesives: an in-vitro study. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2010;138(6):741-6.
238. Çelik N, Sağsöz Ö, Gündoğdu M. Farklı içeceklerin posterior kompozitlerin renk değişikliği ve yüzey pürüzlülüğü üzerine etkisinin değerlendirilmesi. J Dent Fac Atatürk Uni. 2017;27(1):27-33.
239. Yazdi HK, Nasoohi N, Benvidi M. In vitro efficacy of listerine whitening mouthwash for color recovery of two discolored composite resins. Frontiers Dent. 2019;16(3):181.
240. Guler AU, Yilmaz F, Kulunk T, Guler E, Kurt S. Effects of different drinks on stainability of resin composite provisional restorative materials. J Prosthet Dent. 2005;94(2):118-24.
241. ElEmbaby AE, Slais M, Alawami A, Alabbad M, Alsowyan M, Hanna N, et al. Spectrophotometric Analysis of Different Flowable Restorative Materials. J Contemp Dent Pract. 2021;22(2):111-6.
242. Eliades T, Gioka C, Heim M, Eliades G, Makou M. Color stability of orthodontic adhesive resins. Angle Orthod. 2004;74(3):391-3.
243. Um CM, Ruyter I. Staining of resin-based veneering materials with coffee and tea. Quintessence Int. 1991;22(5).
244. Yazkan B, Recen D. Color stability comparisons of different type composite resins after curing and when aged in various staining solutions. Ann Med Res. 2020; 27(10):2574-2579
245. Özer T, Başaran G, Kama JD. Surface roughness of the restored enamel after orthodontic treatment. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2010;137(3):368-74.
246. Ma T, Marangoni RD, Flint W. In vitro comparison of debonding force and intrapulpal temperature changes during ceramic orthodontic bracket removal using a carbon dioxide laser. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 1997;111(2):203-10.
247. Brosh T, Kaufman A, Balabanovsky A, Vardimon AD. In vivo debonding strength and enamel damage in two orthodontic debonding methods. J Biomech. 2005;38(5):1107-13.

248. Larmour C, McCabe J, Gordon P. An ex vivo investigation into the effects of chemical solvents on the debond behaviour of ceramic orthodontic brackets. *Br J Orthod.* 1998;25(1):35-9.
249. Boyer DB, Engelhardt G, Bishara SE. Debonding orthodontic ceramic brackets by ultrasonic instrumentation. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1995;108(3):262-6.
250. Fan XC, Chen L, Huang XF. Effects of various debonding and adhesive clearance methods on enamel surface: an in vitro study. *BMC Oral Health.* 2017;17(1):1-10.
251. Urabe H, Rossouw P, Titley K, Yamin C. Combinations of etchants, composite resins, and bracket systems: an important choice in orthodontic bonding procedures. *Angle Orthod.* 1999;69(3):267-75.
252. Britton JC, McInnes P, Weinberg R, Ledoux WR, Retief DH. Shear bond strength of ceramic orthodontic brackets to enamel. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1990;98(4):348-53.
253. Kim S-S, Park W-K, Son W-S, Ahn H-S, Ro J-H, Kim Y-D. Enamel surface evaluation after removal of orthodontic composite remnants by intraoral sandblasting: a 3-dimensional surface profilometry study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2007;132(1):71-6.
254. Krell KV, Courey JM, Bishara SE. Orthodontic bracket removal using conventional and ultrasonic debonding techniques, enamel loss, and time requirements. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1993;103(3):258-66.
255. Thomas BW, Hook CR, Draughn RA. Laser-aided degradation of composite resin. *Angle Orthod.* 1996;66(4):281-6.
256. Webb BJ, Koch J, Hagan JL, Ballard RW, Armbruster PC. Enamel surface roughness of preferred debonding and polishing protocols. *J Orthod.* 2016;43(1):39-46.
257. Mohebi S, Shafiee H-A, Ameli N. Evaluation of enamel surface roughness after orthodontic bracket debonding with atomic force microscopy. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2017;151(3):521-7.
258. Ulusoy Ç. Comparison of finishing and polishing systems for residual resin removal after debonding. *J Appl Oral Sci.* 2009;17:209-15.
259. Boncuk Y, Cehreli ZC, Polat-Özsoy Ö. Effects of different orthodontic adhesives and resin removal techniques on enamel color alteration. *Angle Orthod.* 2014;84(4):634-41.
260. Uysal T, Eldeniz AU, Usumez S, Usumez A. Thermal changes in the pulp chamber during different adhesive clean-up procedures. *Angle Orthod.* 2005;75(2):220-5.

261. Pignatta LMB, Duarte Júnior S, Santos ECA. Evaluation of enamel surface after bracket debonding and polishing. *Dental Press J Orthod*. 2012;17:77-84.
262. Llena C, Lozano E, Amengual J, Forner L. Reliability of two color selection devices in matching and measuring tooth color. *J Contemp Dent Pract*. 2011;12(1):19-23.
263. Bolt R, Ten Bosch J, Coops JC. Influence of window size in small-window colour measurement, particularly of teeth. *Phys Med Biol*. 1994;39(7):1133-1142.
264. Yu B, Lee YK. Color difference of all-ceramic materials by the change of illuminants. *Am J Dent*. 2009;900(2M2):1.0.
265. Patel SB, Gordan VV, Barrett AA, Shen C. The effect of surface finishing and storage solutions on the color stability of resin-based composites. *J Am Dent Assoc*. 2004;135(5):587-94.
266. Raji SH, Ghorbanipour R, Majdzade F. Effect of clearfil protect bond and transbond plus self-etch primer on shear bond strength of orthodontic brackets. *Dent Res J*. 2011;8(Suppl1):94-99.
267. Graf I, Jacobi BE. Bond strength of various fluoride-releasing orthodontic bonding systems Experimental study. *J Orofac Orthop*. 2000;61(3):191-8.
268. Chitnis D, Dunn WJ, Gonzales DA. Comparison of in-vitro bond strengths between resin-modified glass ionomer, polyacid-modified composite resin, and giomer adhesive systems. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2006;129(3):330. e11-. e16.
269. Bishara SE, Ostby AW, Ajlouni R, Laffoon JF, Warren JJ. Early shear bond strength of a one-step self-adhesive on orthodontic brackets. *Angle Orthod*. 2006;76(4):689-93.
270. Zeppieri IL, Chung C-H, Mante FK. Effect of saliva on shear bond strength of an orthodontic adhesive used with moisture-insensitive and self-etching primers. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2003;124(4):414-9.
271. Seghi RR, Johnston WM, O'brien W. Spectrophotometric analysis of color differences between porcelain systems. *J Prosthet Dent*. 1986;56(1):35-40.
272. Hasegawa A, Ikeda I, Kawaguchi S. Color and translucency of in vivo natural central incisors. *J Prosthet Dent*. 2000;83(4):418-23.
273. Saraç D, Saraç YŞ, Yüzbaşıoğlu HE. Farklı kompozitlerle bir renk skalası arasındaki renk farklılıkları. *GÜ Diş Hek Fak Derg*. 2005;22(2):77-82.
274. Berkmen B. Adeziv sistemlerin sınıflandırılması.A.Ü Diş Hek Fak Derg. 2019;46(2):115-126.

275. Javali MA, Abdul Khader M, Alqahtani RM, Almufarrij MJ, Alqahtani TM, Addas MK. Spectrophotometric analysis of dental enamel staining to antiseptic and dietary agents: In vitro study. *International J Dent*. 2020;2020.
276. Burke S, Efes BG. Diş Renklenmeleri ve Güncel Tedavileri. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*. (43):55-68.
277. Roberson T, Heymann HO, Swift Jr EJ. Sturdevant's art and science of operative dentistry: Elsevier Health Sciences; 2006.s.476-483
278. Jadad E, Montoya J, Arana G, Gordillo LAA, Palo RM, Loguercio AD. Spectrophotometric evaluation of color alterations with a new dental bleaching product in patients wearing orthodontic appliances. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2011;140(1):e43-e7.
279. Gomes MN, Dutra H, Morais A, Sgura R, Devito-Moraes AG. In-Office Bleaching During Orthodontic Treatment. *J Esthet Restor Dent*. 2017;29(2):83-92.
280. Kaya Y, Tunca M, Alkan Ö. Sabit ortodontik tedavi sonrasında mine yüzeyinde gözlenen renk değişimlerinin SpectroShade MicroTM ile değerlendirilmesi. *Acta Odontol Turc*. 2021;38(2):42-8.
281. Fitzgerald I, Bradley GT, Bosio JA, Hefti AF, Berzins DW. Bonding with self-etching primers—pumice or pre-etch? An in vitro study. *Eur J Orthod*. 2012;34(2):257-61.