

T.C.
HATAY MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ
ORTODONTİ ANABİLİM DALI

**ORTODONTİK BONDİNG İŞLEMİNDE FARKLI PRİMERLERİN VE
RENKLENDİRİCİ SOLÜSYONLARIN ETKİSİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ**

UZMANLIK TEZİ

Hatice Kübra EREN

Danışman

Doç. Dr. Fundagül BİLGİÇ ZORTUK

HATAY-2022

T.C.
HATAY MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ
ORTODONTİ ANABİLİM DALI

**ORTODONTİK BONDİNG İŞLEMİNDE FARKLI PRİMERLERİN VE
RENKLENDİRİCİ SOLÜSYONLARIN ETKİSİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ**

UZMANLIK TEZİ

Hatice Kübra EREN

Danışman

Doç. Dr. Fundagül BİLGİÇ ZORTUK

Bu tez, Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından 21.DHU.003 no'lu proje olarak desteklenmiştir.

HATAY-2022

Kabul ve Onay

T.C.

HATAY MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ

DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ

ORTODONTİ ANABİLİM DALI

ORTODONTİK BONDİNG İŞLEMİNDE FARKLI PRİMERLERİN VE RENKLENDİRİCİ SOLÜSYONLARIN ETKİSİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

UZMANLIK TEZİ

Hatice Kübra EREN

Bu tez aşağıda isimleri yazılı tez jürisi tarafından 17/10/2022 günü sözlü olarak yapılan tez savunma sınavında oybirliği ile kabul edilmiştir.

Tez Jürisi:

Jüri Başkanı : Doç. Dr. Fundagül BİLGİÇ ZORTUK

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Yazgı AY ÜNÜVAR

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Eyüp Burak KÜÇÜK

Bu Tez Dekanlığımız Ortodonti Anabilim Dalında Hazırlanmıştır.

17/10/2022

Prof. Dr. Nizami DURAN

Diş Hekimliği Fakültesi Dekan V.

TEŞEKKÜR

Ortodonti uzmanlık eğitimimde ve tezimin hazırlanmasında tecrübe, bilgi, zaman ve desteğini hiçbir zaman benden esirgemeyen değerli tez danışmanı hocam Doç. Dr. Fundagül BİLGİÇ ZORTUK'a,

Ortodonti uzmanlık eğitimim boyunca pek çok şey öğrendiğim, klinik ve akademik deneyimlerini her zaman esirgemediğimiz bizimle paylaşan değerli hocam Dr. Öğr. Üyesi Eyüp Burak KÜÇÜK'e,

Uzmanlık eğitimimde bilgi ve deneyimlerinden faydalanma imkanı bulduğum değerli hocamlarım Dr. Öğr. Üyesi Hakkı YILMAZ ve Dr. Mohammed Alraawi' ye,

Ortodonti Anabilim Dalı'nda beraber çalışma fırsatı bulduğum sevgili asistan arkadaşlarıma,

Hayatım boyunca sonsuz sevgi ve özverileri ile her zaman yanımda olan, varlıklarından gurur duyduğum, annem Halime CANBAZ, babam Zeyti CANBAZ ve abim Hüseyin CANBAZ'a,

Her zaman yanımda olan sabrını, sevgisini ve desteğini benden esirgemeyen, meslektaşım ve sevgili eşim Orhun EREN'e teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

Kabul Ve Onay	II
TEŞEKKÜR	III
İÇİNDEKİLER	IV
ŞEKİLLER DİZİNİ	VI
ÇİZELGELER DİZİNİ	VII
SİMGE VE KISALTMALAR DİZİNİ	VIII
ÖZET	IX
ABSTRACT	XI
1.GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	3
2.1 Adezyon	3
2.2 Dış Hekimliğinde Adezyon	3
2.2.1 Minenin Yapısı ve Mineye Bağlanma	3
2.3 Adeziv Sistemlerin Sınıflandırılması	5
2.3.1 Asitle Yıkanan Sistemler	5
2.3.2 Kendinden Asitli Sistemler	6
2.3.3 Cam iyonomer Adezivler	7
2.3.4 Universal Adezivler	8
2.3.5 Primersiz Tek Adımlık Adeziv Sistem	9
2.4. Yapıştırma İşlemi (Bonding) Öncesinde Mine Yüzeylerinin Hazırlanması	9
2.4.1 Asit ile Pürüzlendirme	10
2.4.2 Lazer ile Pürüzlendirme	11
2.4.3 Kumlama Yöntemi ile Pürüzlendirme	11
2.5 Mine Yüzeyinin Örtülenmesi	12
2.6 Yapıştırma İşlemi (Bonding)	12
2.7 Söküm, Temizleme ve Cila Yöntemlerinin Mine Yüzeyine Etkisi	13
2.7.1 El aletleri ile temizleme	13
2.7.1.1 Küret ile kazıma	13
2.7.1.2 Temizleme pensi ile kazıma	13
2.7.2 Ultrasonik aletler ile temizleme	14
2.7.3 Hava abrazyonu ile temizleme	14
2.7.3.1 Alüminyum oksit hava abrazyonu	14
2.7.3.2 Biyoaktif-cam hava abrazyonu	14
2.7.4 Dönen aletler ile temizleme	14
2.7.4.1 Tungsten karbid frezler	15
2.7.4.2 Elmas frezler	15
2.7.4.3 Abrasiv diskler ve cila lastikleri	15
2.7.4.4 Güçlendirilmiş kompozit frezler ile temizleme	16
2.8 Bağlanma Dayanımının Değerlendirilmesi	17
2.8.1 Bağlanma Dayanımı Testi	17
2.8.2 Bağlanma Dayanımı Testini Etkileyen Faktörler	17
2.9 Işık ve Renk	18
2.9.1 Işık ve Renk Terimleri	18
2.9.2 Munsell Renk Sistemi	19
2.9.3 Cielab Renk Sistemi	20
2.9.4 Renk Ölçüm Yöntemleri	22
2.9.4.1 Görsel Ölçüm	22

2.9.4.2 Cihaz ile Ölçüm	22
2.9.4.2.1 Kolorimetre	22
2.9.4.2.2 Spektoradyometre	23
2.9.4.2.3 Spektrofotometre	23
2.9.4.2.4 Dijital Kamera	24
2.10 Dişlerin Renk Özellikleri	24
2.11 Diş Renklenmesi	24
2.12 Ortodontide Renk	25
2.13 Laboratuvar Deneylerinde Kullanılan Yaşlandırma Yöntemleri	26
2.13.1 Depolama ile yaşlandırma	26
2.13.2 Okluzal yükleme ile yaşlandırma	26
2.13.3 Termal Siklus ile yaşlandırma	27
2.14 Hipotez	27
3.GEREÇ VE YÖNTEM	28
3.1 Çalışmamızda Kullanılacak Örnek Sayısının Belirlenmesi	28
3.1.1 Dişlerin Saklanma Koşulları	28
3.2 Dişlerin Hazırlanması	28
3.3 Hazırlanan Örneklerin Gruplara Ayrılması	29
3.4 Renk Ölçüm Standardizasyonunun Sağlanması	32
3.5 Tüm Grupların Renginin Ölçülmesi	32
3.6 Braketlerin Dişlere Uygulanması	33
3.7 Dişlerin Solüsyonlarda Bekletilmesi	38
3.8 Bağlanma Dayanımı Testinin Uygulanması	39
3.9 Kopma Bölgelerinin Stereomikroskop ile Skorlanması	41
3.10 Artık adezivin temizlenmesi	42
3.11 İstatistiksel Yöntem	42
4.BULGULAR	44
4.1 Bağlanma Dayanımına Ait Bulgular	44
4.2 Renklenme testine Ait Bulgular	45
4.3 Tüm Gruplara Ait AAE (Artık Adeziv Endeksi) Bulguları	45
5.TARTIŞMA	49
5.1 Gereç ve Yöntemin Tartışması	49
5.2 Renk ile İlgili Bulguların Tartışması	55
5.3 Bağlanma Dayanımı ile İlgili Bulguların Tartışması	57
6. SONUÇ VE ÖNERİLER	62
7. KAYNAKLAR	63
8. EK	72
EK-1:Etik Kurul Onayı	72
ÖZGEÇMİŞ	73

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1 Adeziv Sistemlerin Sınıflandırılması.....	5
Şekil 2.2 Munsell Renk Sistemi.....	20
Şekil 2.3 Cielab Renk Sistemi	21
Şekil 3.1 Dişlerin Akrilik Rezine Gömülmesi	29
Şekil 3.2 Çalışmamızdaki Örneklerin Gruplara Ayrılması.....	31
Şekil 3.3 Örneklerin Numaralandırılması	31
Şekil 3.4 Dişlere Polisaj Uygulanması	32
Şekil 3.5 Renk Ölçümü Yapılan Kutu	32
Şekil 3.6 Vita Easyshade Spektrofotometre Cihazı	33
Şekil 3.7 Birinci Grupta Kullanılan Malzemeler	34
Şekil 3.8 Birinci Grupta Yapılan Bonding İşlemi.....	34
Şekil 3.9 İkinci Grupta Kullanılan Malzemeler	35
Şekil 3.10 İkinci Grupta Yapılan Bonding İşlemi	35
Şekil 3.11 Üçüncü Grupta Kullanılan Malzemeler.....	36
Şekil 3.12 Üçüncü Grupta Yapılan Bonding İşlemi	36
Şekil 3.13 Dördüncü Grupta Kullanılan Malzemeler	37
Şekil 3.14 Dördüncü Grupta Yapılan Bonding İşlemi.....	37
Şekil 3.15 Çalışmada Kullanılan Kahve	38
Şekil 3.16 Çalışmada Kullanılan Çay	38
Şekil 3.17 Çalışmamızda Kullanılan Kola.....	39
Şekil 3.18 Çalışmamızda Kullanılan Etüv Cihazı	39
Şekil 3.19 Çalışmamızda Kullanılan Instron Cihazı.....	40
Şekil 3.20 Örneklerin Instron Cihazına Yerleştirilmesi.....	40
Şekil 3.21 Stereo Mikroskop Kullanılarak Örneklerin İncelenmesi.....	41
Şekil 3.22 Artık Adezivlerin Temizlenmesi Ve Polisaj Uygulaması	42
Şekil 4.1 AAE Skoru 2 Olan Örneğe Ait Stereomikroskop Görüntüsü.....	47
Şekil 4.2 AAE Skoru 3 Olan Örneğe Ait Stereomikroskop Görüntüsü.....	48
Şekil 4.3 AAE Skoru 4 Olan Örneğe Ait Stereomikroskop Görüntüsü.....	48
Şekil 4.4 AAE Skoru 5 Olan Örneğe Ait Stereomikroskop Görüntüsü.....	48

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1 O'brien Renk Uyum Skalası.....	21
Çizelge 3.1 Çalışmamızda Kullanılan Adezivlerin İçerik Ve Özellikleri	30
Çizelge 3.2 AAE İndeksi	42
Çizelge 4.1 Primer ve Solüsyonun Bağlanma Dayanımı Üzerine Etkisinin İncelenmesi ...	44
Çizelge 4.2 Primer ve Solüsyona Göre Bağlanma Dayanımı	44
Çizelge 4.3 Primer ve Solüsyonun ΔE Üzerine Etkisinin İncelenmesi	45
Çizelge 4.4 Primer ve Solüsyona Göre ΔE	45
Çizelge 4.5 Primerlere Göre AAE Skorlarının Karşılaştırılması.....	46
Çizelge 4.6 Solüsyonlara Göre AAE Skorlarının Karşılaştırılması.....	46
Çizelge 4.7 Gözlemciler Arası Uyumun Değerlendirilmesi	47



SİMGE VE KISALTMALAR DİZİNİ

>	:Büyüktür
CIE	:Commission de l' Eclairage
Dk	:Dakika
Δ	:Delta
Er:YAG	:Erbiyum İtriyum Aluminyum Garnet Lazer
Er, Cr:YSGG	:Erbiyum Kromyum YSGG Lazer
=	:Eşittir
GPa	:Gigapascal
CO₂	:Karbondiyoksit
<	:Küçüktür
LED	:Light Emission Diode
MPa	:Megapascal
μ	:Mikron
μm	:Mikrometre
mm	:Milimetre
N	:Newton
Nm	:Nanometre
Nd:YAG	:Neodimyum İtriyum Aluminyum Garnet Lazer
sn	:Saniye
°C	:Santigrat derece
SEP	:Self Etching Primers
SPSS	:Statistical Package for the Social Sciences
%	:Yüzde

ÖZET

ORTODONTİK BONDİNG İŞLEMİNDE FARKLI PRİMERLERİN VE RENKLENDİRİCİ SOLÜSYONLARIN ETKİSİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Giriş ve Amaç: Farklı renklendirici solüsyonların ve braketlerin yapıştırılmasında kullanılan farklı primer sistemlerin, minedeki renk değişimi ve bağlanma dayanımına etkisinin in-vitro olarak karşılaştırılması amaçlanmaktadır.

Gereç ve Yöntem: Çalışmamızda toplamda 120 adet çekilmiş premolar diş kullanılmıştır. Dört ana grubu ayrılan dişlere, 1.grupta %37 lik ortofosforik asit+Transbond XT Primer, 2.grupta 3M Single Bond Universal (3M Espe Amerika), 3.grupta Transbond Plus SEP (3M ESPE Dental Products; 3M Center, St Paul, MN, USA), 4. grupta G-Premio Bond (GC, Tokyo, Japan) kullanılarak bonding işlemi uygulanmıştır. Bonding işlemi sonrası tüm örnekler 24 saat boyunca distile suda 37°C' ye sabitlenen etüvde bekletilmiştir. Her bir grup kendi içinde 3 alt gruba ayrılmış ve A grubunda bulunan dişler kahve ve çay karışımının olduğu kaba, B grubundaki dişler kola bulunan kaba ve C grubundaki dişler distile su bulunan kaba tüm yüzeyleri sıvıya temas edecek şekilde yerleştirilmiştir. Saklama kapları, 37°C' ye sabitlenen etüvde 72 saat bekletilerek ağız içi ortamının taklit edilmesi sağlanmıştır ve sonrasında tüm dişlere, universal test cihazı kullanılarak bağlanma dayanımı testi uygulanmıştır. Bağlanma testi sonrasında diş yüzeyinde kalan adeziv artıkları stereomikroskop altında Artık Adeziv Endeksi (AAE) kullanılarak skorlanmıştır. Diş yüzeylerinde bulunan artık adezivler 12 bıçaklı tungsten karbid frez ile düşük devirli mikromotor kullanılarak temizlenmiştir. Çalışmamızdaki tüm dişlerden bonding işlemi öncesi ve bağlanma dayanımı testi sonrası olmak üzere iki ayrı zamanda Vita Easysshade spektrofotometre cihazı kullanılarak renk ölçüm işlemi yapılmıştır.

Bulgular: Farklı primerlerin kullanıldığı gruplar arasında %37' lik ortofosforik asit grubunun bağlanma dayanımı ortalaması (33,5) diğer gruplardan yüksek bulunmuştur. Transbond Plus SEP (19,9), 3M Single Bond (20,57) ve G-Premio Bond (20,75) kullanılan gruplar arasında bağlanma dayanımı açısından anlamlı bir farklılık bulunmamıştır. Kullanılan çay-kahve, kola ve distile su solüsyonlarının bağlanma dayanımı üzerindeki etkileri açısından fark olmadığı bulunmuştur. Primerlere göre AAE skorlarının dağılımları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur ($p=0,001$). Solüsyonlara göre AAE skorlarının dağılımları arasında istatistiksel olarak farklılık yoktur ($p=0,335$). Primer gruplarının ve solüsyon gruplarının renk değişimi bakımından etkisi istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur, ($p=0,001$), ($p=0,023$).

Sonuç: Çalışmamızda %37 ortofosforik asit+Transbond XT primer kullanılan gruptaki bağlanma dayanımı diğer tüm gruplardan istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek bulunmuştur. Ancak diğer tüm primer gruplarında da bağlanma dayanımının klinik olarak yeterli olduğu tespit edilmiştir. Çay- kahve solüsyonunun kullanıldığı gruptaki renk değişimi distile sudan anlamlı derece yüksek bulunmuş olup, çalışmamızda kullanılan diğer tüm solüsyonların renk değişikliğine sebep olduğu görülmüştür. En fazla renk değişimi çay-kahve solüsyonu ve Transbond Plus SEP primer kullanıldığı zaman görülmüştür. Diğer primer gruplarının renk değişimine etkileri arasında anlamlı bir farklılık bulunmamıştır.

Anahtar Kelimeler: Bağlanma dayanımı, mine renk değişimi, primer, solüsyon.



ABSTRACT

EVALUATION OF THE EFFECT OF DIFFERENT PRIMER AND COLORING SOLUTIONS IN THE ORTHODONTIC BONDING PROCESS

Introduction and Aim: This in vitro study evaluates the effect of different coloring solutions and different primer systems used in the bonding of brackets on enamel color change and bond strength.

Material and Methods: In this study, a total of 120 extracted premolar teeth were used. Teeth divided into four main groups; brackets were bonded with 37% orthophosphoric acid+Transbond XT Primer in group 1, 3M Single Bond Universal (3M Espe America) in group 2, Transbond Plus SEP in group 3 (3M ESPE Dental Products; 3M Center, St Paul's), MN, USA), and G-Premio Bond (GC, Tokyo, Japan) in group 4. After the bonding process, all samples were kept in an oven fixed at 37°C in distilled water for 24 hours. Each group was divided into 3 subgroups and the teeth in group A were placed in a cup containing coffee and tea mixture, the teeth in group B were placed in a cup containing cola, and the teeth in group C were placed in distilled water in such a way that all their surfaces were in contact with the liquid. The storage containers were kept in an oven fixed at 37°C for 72 hours to simulate the oral environment, and then bond strength test was applied to all teeth using a universal test device. Residual adhesive remaining on the tooth surface after the bond test were scored under the stereomicroscope using the Residual Adhesive Index (ARI). Residual adhesives on tooth surfaces were cleaned using a 12-blade tungsten carbide bur and a low-speed micromotor. Color measurements of all teeth were performed by using the Vita Easyshade spectrophotometer at 2 different times: before bonding and after bond strength test.

Results: Among the groups in which different primers were used, the average bond strength of the 37% orthophosphoric acid group (33.5) was found to be higher than the other groups. There was no significant difference in bond strength between the groups using Transbond Plus SEP (19.9), 3M Single Bond (20.57) and G-Premio Bond (20.75). No significant differences were observed in bond strength between tea-coffee, cola and distilled water groups. A statistically significant difference was found between the distributions of ARI scores according to the primers ($p=0.001$). There was no statistical difference between the distributions of ARI scores according to the solutions ($p=0.335$). The effect of primer and solution groups on colour change was statistically significant, respectively ($p=0.001$), ($p=0.023$).

Conclusion: In our study, the bond strength in the group using 37% orthophosphoric acid+Transbond XT primer was statistically significantly higher than all other groups. However, it was determined that the bond strength was clinically sufficient in all other primer groups. The colour change in the group using tea and coffee solution was significantly higher than distilled water and it was observed that all other solutions used in this study caused colour change. The highest colour change was observed when tea-coffee solution and Transbond Plus SEP primer were used. There was no significant difference between the effects of other primer groups on colour change.

Keywords: bond strength, tooth color change, primer, solution.

1.GİRİŞ

Geçmişte sabit ortodontik tedavide diş hareketi, dişlerin etrafına uygulanan bantlara lehimlenen braketler ile sağlanmaktaydı fakat bu bantların kullanımı diş eti travmasına ve bantların altında dekalsifikasyon alanlarının oluşması gibi birçok soruna sebep olmaktaydı. Aynı zamanda bantlar kullanılarak yapılan ortodontik tedavilerin sonunda bantların çıkarılmasıyla dişlerin aralarında kapatılması gereken boşluklar oluşmaktaydı. Tüm bu olumsuzlukların önüne geçebilmek için braketlerin diş yüzeyine doğrudan yapıştırıldığı bir yöntemle ihtiyaç duyulmuştur.¹

Buonocore'un 1955 yılında mine yüzeyini % 85'lik ortofosforik asitle pürüzlendirme tekniğini tanıtmasıyla birlikte diş hekimliğinde büyük bir gelişme dönemi başlamıştır.² Newman ise 1965 yılında, % 40'lık fosforik asit kullanarak asitle pürüzlendirmeyi ilk kez ortodonti pratiğinde uygulamış ve epoksi rezin kullanarak braketi doğrudan diş yüzeyine uygulamıştır.³ Zachrisson ise 705 ataçmanı direk bonding yöntemiyle yapıştırmış ve tam bir rutin ortodontik tedavi periyodunu takiben ayrıntılı bir tedavi sonrası değerlendirme yapan ilk kişi olmuştur.⁴

Ortodontik tedavinin başarılı olabilmesi için braket ve diş arasındaki bağlanma dayanımı çiğneme kuvvetlerine karşı yeterli dirençte olmalı ve tedavi sırasında uygulanan mekanik kuvvetlerin iletimini sağlayabilmelidir. Aynı zamanda, braket söküm aşamasında minede bir hasar olmaksızın braketlerin kolaylıkla çıkarılabilmesine izin vermelidir. ^{5,6} Braket bağlantısında yaşanan bir başarısızlık, ortodontik tedavi süresinin uzamasına, malzeme ve personelde ek maliyetlere ve hastanın tedaviye uyumunun azalmasına yol açmaktadır.^{7,8}

Geçmişte ortodontik tedaviler esas olarak okluzyonun ve fonksiyonların iyileştirilmesine odaklanmıştı ancak günümüzde estetik beklentiler de fonksiyonel talepler kadar önem teşkil etmektedir. Diş estetiğini belirleyen en önemli faktörlerden biri de renktir.⁹ Sabit ortodontik tedavi sırasında ve sonrasında mine yüzeyinde renklenme, mikroçatlak, aşınma ve beyaz nokta lezyonu gibi istenmeyen değişiklikler gözlenebilmektedir.^{10,11} Mine yüzeyinin asitlenmesi, seçilen adeziv materyal, braket korozyonu, debonding prosedürleri, hastanın diyeti ve oral hijyeni gibi farklı etkenler mine yüzeyinin renklenmesine sebep olmaktadır. ¹²

Mine prizmalarına 50 mikrometreye kadar penetre olabilen rezinlerin, debonding ve temizleme prosedürleriyle diş yüzeyinden uzaklaştırılamadıkları için renklenmeye sebep oldukları da bilinmektedir.^{11,13} Renkli gıdalar ve ortodontik tedavide kullanılan metallerin korozyonu sonucu ortaya çıkan ürünler de minedeki renk değişimine sebep olmaktadır.¹⁴

Literatür incelendiğinde farklı primer sistemlerinin ve farklı sıvıların kullanımının ortodontik tedavide hem mineye bağlanma başarısı hem de mine yüzeyinde gözlenen renk değişimleri üzerine etkisini inceleyen çalışma bulunamamıştır.

Bu tez çalışmasında, farklı renklendirici solüsyonların ve braketlerin yapıştırılmasında kullanılan farklı primer sistemlerin, minedeki renk değişimi ve bağlanma dayanımına etkisinin in-vitro olarak karşılaştırılması amaçlanmaktadır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1 Adezyon

Adezyon, iki farklı yüzeyin fiziksel veya kimyasal bağlanma kuvvetleri tarafından bir arada tutulmasıdır.¹⁵ Adezyonun oluşmasını sağlayan madde adeziv olarak adlandırılmaktadır. Fiziksel, kimyasal ve mekanik olmak üzere üç çeşit bağlanma mekanizması bulunmaktadır. Fiziksel bağlanma, zayıf bir bağlanma türüdür ve hidrojen bağları, Van der Waals kuvvetleri veya diğer elektrostatik etkileşimlerle oluşmaktadır. Kimyasal bağlanma, iyonik, kovalent ve metalik bağlar gibi kimyasal bağlarla oluşmaktadır. Mekanik bağlanma, düzenli olmayan yüzeyler arasında görülen güçlü bir bağlanma türüdür.¹⁶

2.2 Diş Hekimliğinde Adezyon

İyi bir adezyondan bahsedebilmemiz için, adeziv ve mine veya dentin arasında yakın temas olmalıdır. Aynı zamanda adezivin yüzey gerilimi, alt tabakanın yüzey enerjisinden daha düşük olmalıdır.¹⁶ Modern adeziv diş hekimliğinin temeli, 1955 yılında Buonocore' un asitlerin mine yüzeyini değiştirmek, “adezyona daha açık hale getirmek” için kullanılabileceğini bildirmesiyle atılmıştır.²

Herhangi bir dental materyalin birincil adeziv mekanizmaları; yüzey ıslanabilirliği, mikroretansiyon ve kimyasal bağlanma olmak üzere üç ana mekanizmayla gerçekleşmektedir.¹⁷

2.2.1 Minenin Yapısı ve Mineye Bağlanma

Diş minesi, ağırlıkça %96 olan yüksek mineral içeriği nedeniyle mineralize dokular arasında benzersizdir. Vücuttaki en sert madde olan mine, düşük su ve ağırlıkça %4 organik madde içeriğine sahiptir. Kolajen içermeyen mine aynı zamanda avasküler ve innerve olmayan bir dokudur. Mine, hacminin yüzde 87' sini ve ağırlığının yüzde 95' ini oluşturan, oldukça organize, sıkıca paketlenmiş hidroksiapatit kristallerden oluşmaktadır. Çoğu

hidroksiapatit kristalitleri sıkı bir şekilde paketlenmiş altıgen prizmalardan oluşurken, diğer hidroksiapatit kristalitleri daha fazla su ve organik madde içeren prizmatik alanda daha gevşek bir şekilde düzenlenmiştir.^{18, 19}

Diş minesinin yüzey enerjisi dentine göre daha yüksektir. Ayrıca diş minesi dentine göre daha fazla inorganik madde ve daha az su içermektedir. Tüm bu özellikleri sayesinde mine yüzeyi, adeziv materyallerin bağlanması için dentine göre daha uygundur.¹⁶

Ortodontik braketleri mineye yapıştırmaya yönelik tüm modern yaklaşımlar, mine yüzeyine reçine infiltrasyonuna dayanmaktadır. Mikromekanik retansiyon, yüzey alanı ve yüzey enerjisini arttırmak için mine dokusunun kaybına sebep olmasına rağmen pürüzlendirme işlemi yapılmaktadır. Bu işlem için asitleme, kumlama ve lazer uygulamaları gibi farklı pürüzlendirme yöntemleri kullanılmaktadır.^{18,20} Mine yüzeyinin pürüzlendirilmesi amacıyla maleik, poliakrilik, sitrik, nitrik, oksalik ve fosforik asit gibi birçok asit çeşidinin farklı konsantrasyon, süre ve formlarda kullanıldığı görülmektedir.^{21, 22}

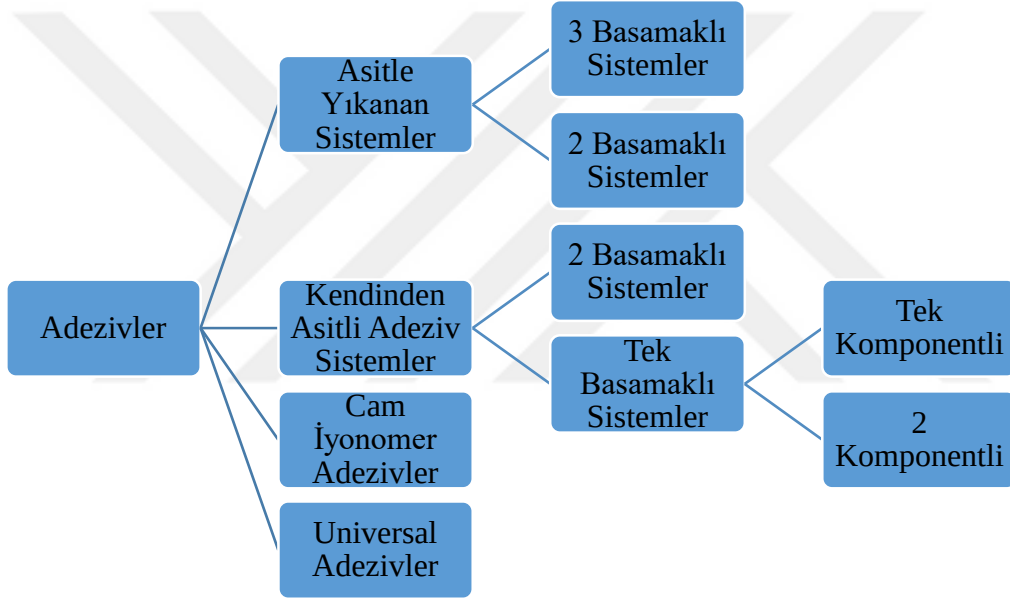
Araştırma sonuçları, asitle pürüzlendirme işleminin mine yüzeyinde 10 ile 30 µm arasında mine kaybı da dahil olmak üzere iyatrojenik etkilere neden olduğu konusunda genel bir fikir birliği içindedir.²³

Mine yüzeyine asit uygulanması sonucu mine prizmaları ve interprizmatik alanlarda oluşan çözünmeler sonucu yüzeyde mikropöröz alanlar oluşur ve bu durum yüzey geriliminin azalmasıyla sonuçlanır. Asitlenmiş mine prizmaları arasında kalsiyum monofosfat ve kalsiyum sülfat bileşenleri oluşur. Mine yüzeyinin yıkanması ile bu artık ürünler dıştan uzaklaştırılır ve mine prizmalarında mikro delikler açığa çıkar. Adeziv materyaller bu deliklere penetre olur ve pürüzlendirilmiş mine prizmaları arasında tutunur.^{24,25}

Ortodontik adeziv, ortodontik tedavi sırasında braketin mine yüzeyine bağlı kalmasını sağlamalı ve gerektiğinde braketin mineye hasar vermeden kolayca çıkarılmasına izin vermelidir.²⁶ Çiğneme sırasında bir brakete iletilen ortalama kuvvetin 40 ile 120 Newton arasında olduğu rapor edilmiştir. Braket ve diş arasındaki bağlanma kuvvetinin klinik olarak yeterli olabilmesi için 6-10 MPa arasında olması gerektiği ancak mine yüzeyinde hasara sebep olmamak için de 14 MPa' yı aşmaması gerektiği bildirilmiştir.^{27- 29}

2.3 Adeziv Sistemlerin Sınıflandırılması

Adeziv sistemlerinin sınıflandırılmasında geliştirildikleri tarihler esas alınarak yapılan kronolojik sınıflandırma, kimyasal içeriklerine göre yapılan yapısal sınıflandırma ve uygulama adımlarının sayısına göre yapılan sınıflandırma gibi farklı sınıflandırma yöntemleri tercih edilmiştir. Modern adezivler sistemler, etki mekanizmaları ve uygulama yöntemlerine göre asitlenen ve yıkanan adezivler, kendinden asitli adezivler ve rezin modifiye cam iyonomer adezivler olmak üzere üç ana başlık altında sınıflandırılmaktadır (Şekil 2.1).^{30,31}



Şekil 2.1. Adeziv Sistemlerin Sınıflandırılması^{30,31}

2.3.1 Asitle Yıkayan Sistemler

Bu sistemler, en az iki adımı ve en geleneksel biçiminde asit, primer ve bond uygulaması olmak üzere üç adımı içermektedirler. Basitleştirilmiş iki aşamalı yöntem, ikinci ve üçüncü adımı birleştirir, ancak yine de ayrı bir “asitleme ve yıkama” aşamasına ihtiyaç duyulmaktadır.³⁰

Bu sistemlerde smear tabakasını kaldırmak ve yüzey koşullarını değiştirmek için dış yüzeyine ayrı bir asit uygulanır ve yıkanıp kurutulur. Birçok çalışma, % 33-37'lik ortofosforik asit kullanımını tavsiye etmektedir.¹⁸ İn vitro olarak farklı konsantrasyonlarda fosforik asit kullanıldığında, %30' dan daha düşük konsantrasyonların, bağlanma için yetersiz mine çözünmesine sebep olduğu görülmüştür.³²

İn-vitro ve in-vivo çalışmalar incelendiğinde, asitle yıkanan sistemlerin kullanımıyla minede güçlü bir bağlanma kuvveti sağlandığı görülmektedir.³³⁻³⁵ İki basamaklı asitlenen-yıkanan adeziv sistemlerle karşılaştırıldığında üç basamaklı sistemlerin oluşturduğu bağların daha dayanıklı olduğu gösterilmiştir.^{36,37} Bu nedenle üç basamaklı asitle yıkanan sistemler altın standart olarak görülmektedir.³³

Bağlanma konusunda başarılı olmasına rağmen bu sistemin de dezavantajları bulunmaktadır. Konvansiyonel sistemlerin, kendinden asitli primer ve rezin cam iyonmer sistemleriyle karşılaştırıldığı bir çalışmada en fazla renk değişikliğine sebep olduğu gözlemlenmiştir.³⁸ Konvansiyonel pürüzlendirme yöntemi ve iki farklı kendinden asitli adeziv yönteminin karşılaştırıldığı bir çalışmada, kendinden asitli primerlerin daha az reçine penetrasyonu sağladıkları ve bu yüzden diğer tüm faktörler eşit olduğunda daha az iyatrojenik renk değişikliğine sebep oldukları görülmüştür.³⁹

2.3.2 Kendinden Asitli Sistemler

Kendinden asitli sistemler, asidik bir fonksiyonel gruba sahip rezin monomerleri sayesinde dış sert dokularını demineralize ederken aynı zamanda rezin infiltrasyonu da sağlamaktadırlar.¹⁷ Bu sistemlerde smear tabakası ve mineral faz yüzeyden uzaklaştırılmaz ancak asidik monomerler, smear poroziteleri ve dış yüzeyinden dokuya nüfuz eder.⁴⁰

Kendinden asitli sistemler kullanılarak pürüzlendirilen mine yüzeyinin, konvansiyonel asit kullanılarak pürüzlendirilen mine yüzeyinden farklı olarak mikrotag ve makrotag formasyonu ile birlikte görülen belirgin bal peteği görünümünün aksine 5-10 µm kalınlığında düzensiz fakat pürüzsüz hibrid tabakası ve düzenli olmayan tag formasyonundan oluştuğu görülmüştür. Bu sistemlerde bağlanmanın büyük bölümü, konvansiyonel sistemin aksine minedeki kalsiyumlara bağlanarak kimyasal yolla gerçekleşmektedir. Taramalı elektronik mikroskobu görüntülerinde kendinden asitli

sistemlerin daha kısa rezin uzantıları sağladığı görülmüştür fakat rezin uzunluğu, bağ kuvvetinin bir belirleyicisi değildir ve bu sistemlerde de yeterli bağlanma sağlanabilmektedir.^{41,21}

Klinik olarak, bu sistemler ekstra bir asitleme ve durulama adımını gerektirmediğinden uygulama süresi azalmakta ve daha da önemlisi daha az teknik hassasiyet gerekmektedir.³⁰

Literatür incelendiğinde kendinden asitli primerlerin bağlanma dayanımı değerlerinin konvansiyonel sistemlerden daha düşük olduğu görülmektedir.⁴²⁻⁴⁵ Ancak konvansiyonel sistemlerle kendinden asitli sistemleri karşılaştıran bazı çalışmalarda da bağlanma değerleri arasında anlamlı bir farklılık bulunamamıştır.^{46,47} Dört farklı kendinden asitli primer sisteminin karşılaştırıldığı bir çalışmada Transbond Plus SEP grubunda bağlanma dayanımı diğer gruplardan anlamlı derecede yüksek bulunmuştur.⁴⁸ Büyükyılmaz ve ark.⁴⁹ konvansiyonel sistem ile üç farklı kendinden asitli primeri karşılaştırdıkları çalışmalarında Transbond Plus SEP kullanılan grubun bağlanma dayanımı değerleri konvansiyonel sistemlerden ve diğer kendinden asitli primerlerden anlamlı derecede yüksek bulmuştur. Bazı çalışmalarda ise farklı kendinden asitli primerlerin bağlanma dayanımı değerlerinin benzer, ancak konvansiyonel sistemle karşılaştırıldığında ise daha düşük olduğu tespit edilmiştir.^{50,51} Bağlanma dayanımları düşük bulunmalarına rağmen kendinden asitli primerlerin bağlanma dayanımı değerlerinin klinik kullanım için yeterli (6-8 MPa) olduğu bildirilmiştir.^{50,52}

2.3.3 Cam iyonomer Adezivler

Cam iyonomerler; cam doldurucu partiküller, polialkenoik asit kopolimeri ve su içeren özel bir birleşime sahiptirler.³³ Cam iyonomerler, prensipte herhangi bir ön yüzey işlemi olmaksızın diş dokusuna kendiliğinden yapışan tek malzeme olarak bilinmektedirler.³⁰ Cam iyonomer simanların hem in vitro hem de in vivo olarak florür salınımı ve demineralizasyonu azaltmada etkili olduğu yapılan çalışmalarda kanıtlanmıştır. Cam iyonomerler, kalsiyum köprüleri, hidrojen bağları veya Van der Waals kuvvetleri yoluyla mine yüzeyine kimyasal olarak bağlanırlar ancak bağlanma kuvvetleri, kompozit rezinlerden oldukça zayıftır.^{53,54}

Cam iyonomer adezivlerin özelliklerini geliştirmek amacıyla içerisine rezin komponentleri eklenerek rezin modifiye cam iyonomerler geliştirilmiştir. Resin modifiye cam iyonomerler, konvansiyonel cam iyonomer adezivlerden daha yüksek bağlanma dayanımı ve daha az başarısızlık göstermişlerdir. Diş dokusuna yapışma reaksiyonu esas olarak cam iyonomer bileşenlerine dayanır ve hem mikro-mekanik hibridizasyonu hem de kimyasal etkileşimi içermektedir.³³ Mine yüzeyinin asitle pürüzlendirilmesi, cam iyonomerlerin mineye bağlanması için mutlaka gerekli olmasa da, resin ile modifiye edilmiş cam iyonomerler için öncesinde bir asit uygulaması önerilmektedir. Summers ve ark.⁵⁵ %10'luk poliakrilik asit+resin modifiye cam iyonomer ve %37'lik fosforik asit+kompozit resin kullanarak braket uygulamışlar ve resin modifiye cam iyonomerler ile elde edilen bağlanma dayanımı değerlerinin anlamlı derecede düşük olduğunu bulmuşlardır. 2007 yılında yapılan bir çalışmada kendinden asitli primerler ile resin modifiye cam iyonomer simanlar karşılaştırılmış klinik olarak kabul edilebilir ve benzer bağlanma dayanımı gösterdikleri rapor edilmiştir.⁵⁶

2.3.4 Universal Adezivler

Universal adezivler, asitle yıkanan sistemler, kendinden asitli sistemler ve selektif asitleme gibi farklı uygulamalarla kullanılmak üzere tasarlandıkları için universal ismini almışlardır. Bu sistemler, “multi-mode” veya “çok amaçlı” adezivler olarak da anılmaktadırlar.^{57,58}

Universal adezivler, tek basamaklı kendinden asitli primerlerde olduğu gibi bütün adeziv içeriklerini tek bir şişede bulundurmaktadırlar ve benzer içeriklere sahiptirler.⁵⁷ Tek basamaklı kendinden asitli sistemlerle benzer bir bileşime sahip olsalar da, çoğu universal adeziv, hidroksiapatit içindeki kalsiyuma iyonik olarak bağlanan spesifik karboksilat ve/veya fosfat monomerleri de içerir. Bu monomerler arasında metakriloiloksidesil dihidrojen fosfat (10- MDP) artık çoğu universal adezivin bileşimine dahil edilmiştir ve hem mine hem de dentinde mikromekanik bağlanmanın yanı sıra kimyasal bağlanma gerçekleştirerek bağlanma dayanımını arttırmaktadır.⁵⁹

Tayebi ve ark.⁶⁰ 60 adet kompozit disk kullanarak konvansiyonel asitleme sistemi ve universal adeziv sistemlerini karşılaştırdıkları çalışmalarında bağlanma dayanımları arasında anlamlı bir farklılık bulunamamıştır.

Karadaş ve ark.⁶¹ dört farklı universal adeziv materyalini hem kendinden asitli sistemler gibi hem de fosforik asit kullanarak asitle yıkanan sistemler de olduğu gibi kullanıp bağlanma dayanımı etkinliğini araştırmışlardır. Bu çalışmanın sonucunda universal adezivlerin fosforik asit uygulaması ile bağlanma dayanımı kuvvetlerinin arttığı ancak universal adezivlerin her iki şekilde uygulamasının da benzer bağlanma değerleri oluşturdukları bildirilmiştir.

2.3.5 Primersiz Tek Adımlık Adeziv Sistem

Primersiz tek adımlık adeziv sistemlerde primer doğrudan kompozit materyalinin içerisine eklenmiştir. Bu sistemde dişler asitlenir, yıkanır ve kurutulur ve sonrasında primer ya da bağlayıcı ajana ihtiyaç duyulmadan sadece kompozit uygulanır. Primer ile yapıştırıcıyı birleştiren bu bağlanma sisteminin, ortodontik braketlerin yapıştırılması için yeterli mekanik özelliklere sahip olduğu bulunmuştur.⁶²

2.4. Yapıştırma İşlemi (Bonding) Öncesinde Mine Yüzeylerinin Hazırlanması

Ortodontik ataçmanlar diş yüzeyine yapıştırılmadan önce mine yüzeyindeki pelikül ve diğer organik artıkların uzaklaştırılması gerekmektedir. Mine yüzeyinin temizlenmesiyle birlikte, minenin ıslanabilirliği ve bağlanma dayanımı artırılmış olmaktadır. Mine yüzeyinin temizliği düşük devirli döner el aletiyle, pomza ve lastik kullanılarak yapılmalı ve işlem sırasında dişetinde kanamaya sebep olunmamalıdır.^{63,64}

Mine yüzeyi pürüzsüzdür ve yeterli retansiyon alanı bulunmamaktadır. Yapıştırma işlemi öncesi hem minenin yüzey enerjisini değiştirmek hem de retansiyon alanını arttırmak amacıyla farklı pürüzlendirme teknikleri tercih edilmektedir.²⁷

2.4.1 Asit ile Pürüzlendirme

Mine yüzeyinin pürüzlendirilmesi amacıyla en sık olarak fosforik asit kullanılsa da farklı çalışmalarda poliakrilik asit, maleik asit, sitrik, oksalik asit veya nitrik asit gibi farklı asitlerin de kullanıldığı görülmektedir.^{21,22}

Mine yüzeyinin asitle pürüzlendirilmesi esnasında kullanılan asidin çeşidi, konsantrasyonu, formu ve uygulama süresinin işlemin başarısında etkili olduğu bilinmektedir.⁶⁵

Carstensen ve ark.²² nın %2, %5 ve %37 lik fosforik asit konsantrasyonlarının bağlanma dayanımına etkisini karşılaştırdıkları çalışmalarında, fosforik asit oranının %37 olduğu grupta bağlanma dayanımı tüm gruplardan yüksek bulunmuştur.

Bir başka çalışmada %37'lik fosforik asitin 15, 30, 60, 90 ve 120 saniyelik uygulamaları karşılaştırılmış ve 120 sn'lik uygulamada bağlanma dayanımının anlamlı derecede azaldığı ve 30 sn'den fazla olan uygulamalarda mine yüzeyinin hasar görebileceği ifade edilmiştir.⁶⁶

Bin Abdullah ve Rock⁶⁷ yaptıkları çalışma sonucunda 15 sn asitlemenin rutin yapıştırma prosedüründe yeterli olacağını, ancak braketler 5 dk içerisinde ligatüre edilecekse bu sürenin 30 sn'ye çıkarılması gerektiğini ifade etmişlerdir. Aynı zamanda 60 sn asit uygulamasının çok şiddetli olduğunu ve mine yüzeyine zarar verebileceği için kullanılmaması gerektiğini bildirmişlerdir.

Birçok çalışma %37'lik ortofosforik asitin 15-30 sn arasında uygulanması tavsiye edilmektedir.^{66,68}

Kullanılan asit, solüsyon veya jel formunda olabilmektedir. Klinik olarak bir jeli kontrol etmek, dişeti dokusuna zarar verebilecek ve kontrolsüz kanamaya neden olabilecek bir asit solüsyonundan daha kolay olduğu için jel formundaki asitlerin kullanılması tavsiye edilmektedir.²¹

2.4.2 Lazer ile Pürüzlendirme

Lazer uygulamaları mine yüzeyi üzerinde temel olarak termal kökenli etkilere yol açmakta ve pulpa dokusu üzerinde olumsuz etkileri görülebilmektedir.⁶⁹ Lazer uygulanan yüzeydeki hidroksiapatit matriks içinde sıkışmış bulunan su sürekli buharlaşmakta ve bu esnada mikro patlamalar meydana gelmektedir. Mine yüzeyinin pürüzlendirilmesinde tercih edilen lazerin çeşidine ve uygulanan enerji miktarına bağlı olarak mine yüzeyinde 10-20 µm derinliğinde, asit uygulamasına benzer bir pürüzlenme ve düzensiz alanlar oluşmaktadır.⁷⁰

Mine yüzeyini pürüzlendirmek için CO₂ lazer, Nd:YAG lazer, Er:YAG lazer ve Er:Cr:YSGG lazer sistemleri kullanılmaktadır.^{69,71,72} CO₂ lazer ve Nd:YAG lazer sistemleri kullanılarak yapılan çalışmalarda mine yüzeyinde çatlak oluşumuna sebep oldukları ve pulpada olumsuz termal değişiklikler oluşturdukları gözlemlenmiştir.⁷³ Bu olumsuz etkiler Er:Cr:YSGG lazer sistemlerinde daha az görülmektedir.⁷⁴

Ortodontik tedavide mine yüzeyinin pürüzlendirilmesi amacıyla Nd:YAG lazer kullanılan bir çalışmada lazerle pürüzlendirmenin oldukça uzun sürdüğü, bağlanma dayanımı kuvvetinin yetersiz olduğu ve hastaların işlem sırasında rahatsızlık duydukları tespit edilmiştir.⁷⁵ Ortodontik tedavi amacıyla çekilmiş 40 adet premolar dişin kullanıldığı başka bir çalışmada mine yüzeyinin Er,Cr:YSGG hidrokinetik lazer sistemiyle pürüzlendirilmesiyle ortofosforik asitle elde edilen pürüzlendirmeye benzer bağlanma kuvvetleri elde edilmiştir.⁷⁰

Lazer ile pürüzlendirme işlemi geleneksel asit yöntemine göre daha hızlı, kullanışlı, hijyenik ve pratik bulunmasına rağmen maliyetli olması sebebiyle kullanımı yaygınlaşmamıştır.⁷⁰

2.4.3 Kumlama Yöntemi ile Pürüzlendirme

Alüminyum oksit partiküllerinin yüksek hava basıncı kullanılarak diş yüzeyine püskürtülmesini içeren bir pürüzlendirme tekniğidir. Kumlamada kullanılan materyalin partikül büyüklüğü, partiküllerin şekli, abrazivin sertliği, partiküllerin uygulama hızı, uygulama süresi, uygulama mesafesi ve açısı, hava basıncı ve pürüzlendirilen yüzeyin mikro yapısı gibi faktörlere bağlı olarak mine yüzeyinin pürüzlülüğü değişmektedir.⁷⁶

Canay ve ark.⁷⁷ %37'lik ortofosforik ve 50 µ alüminyum oksit kumu ile pürüzlendirme işlemleri sonucunda ortodontik braketlerin bağlanma dayanımı değerlerini karşılaştırmışlar ve tek başına kumlama ile oluşturulan pürüzlendirmenin yeterli bağlanma dayanımı oluşturmadığını bulmuşlardır. Bir başka çalışmada kumlama yöntemiyle pürüzlendirmenin, altın, porselen ve amalgam yüzeylere uygulandığında bağlanma kuvvetini arttırdığı tespit edilmiştir.⁶⁹

Kumlama ile pürüzlendirme işlemi eğer ağız ortamında yapılacak ise çevreye saçılacak kum materyalini önlemek için güçlü bir aspiratöre ihtiyaç duyulmaktadır. Gerekli önlemler alınmadığı takdirde etrafa saçılan kum materyali yanak mukozasında batma hissi uyandırmakta ve klinik ortamında kirliliğe sebep olmaktadır.⁷⁸

2.5 Mine Yüzeyinin Örtülenmesi

Mine yüzeyinin pürüzlendirilmesi sonucu tebeşirimsi mat beyaz bir yüzey elde edilir. Bu yüzeye primer uygulanır ve sonrasında hava sıkılarak bu tabakanın inceltilmesi sağlanır. Primerler, asit uygulanması sonucu minede oluşabilecek demineralizasyonu önlemek, kenar sızıntısını azaltmak, mine yüzeyinin daha iyi ıslanmasını sağlamak ve braket tabanı ile mine yüzeyi arasında kimyasal bir bağlantı kurmak amacıyla kullanılmaktadırlar. Mine yüzey örtücülerinin kullanılması nem kontrolü açısından büyük bir önem teşkil etmektedir çünkü primer uygulandıktan sonra nem kontrolü kritik olmaktan çıkmaktadır.^{26,79}

2.6 Yapıştırma İşlemi (Bonding)

Yapıştırma prosedürü braketin transferi, pozisyonlanması, uyumlanması ve adeziv artıklarının uzaklaştırılması basamaklarını içermektedir. İlk olarak klinisyen, braket, braket tutucuyla sıkıca tutup braket tabanına adeziv uygulamalı ve sonrasında zaman kaybetmeden diş üzerindeki doğru konumuna en yakın noktaya yerleştirmelidir. Sonrasında braket mesiodistal ve insizogingival olarak doğru yerine yerleştirmek için ağız içi ayna ve çeşitli ölçüm cihazları kullanarak braket pozisyonlandırılmalıdır. Braket pozisyonu doğru bir şekilde ayarlandıktan sonra scaler kullanılarak braket diş yüzeyine doğru bastırılmalıdır. Braket tabanından taşan adeziv artıkları diş fırçalama ve diğer mekanik yöntemlerle

temizlenemeyeceği için adeziv sertleşmeden temizlenmesi önerilmektedir. Bu artıkların temizlenmemesi durumunda gingival irritasyon ve braket tabanının çevresinde plak birikimi görülebilmektedir. Temizlenmemiş adeziv artıkları zamanla renklenerek estetiği de olumsuz etkilemektedir.⁸⁰

2.7 Söküm, Temizleme ve Cila Yöntemlerinin Mine Yüzeyine Etkisi

Söküm (debonding) işlemi esnasında, diş yüzeyinde iyatrojenik bir hasara neden olmadan mümkün olduğunca tedavi öncesi durumuna yakın kalacak şekilde ortodontik ataşmanları ve tüm adeziv artıklarının diş yüzeyinden uzaklaştırılması amaçlanmaktadır.⁸⁰ Ancak ortodontik tedavi sonrası mine yüzeyinde kopma, kırılma aşınma, çizilme, beyaz lezyonlar ve renk değişikliği gibi istenmeyen değişimler meydana geldiği birçok çalışmada bildirilmiştir. Klinik debonding işlemi ise aynı şekilde ortodontik ataşmanların diş yüzeyinden uzaklaştırılması ve mine yüzeyinde kalan adeziv artıklarının temizlenmesi aşamalarını içermektedir.

2.7.1 El aletleri ile temizleme

2.7.1.1 Küret ile kazıma

Tedavi sonrası yüzeyde kalan artık adeziv artıkları, keskin ve orak şekilli el aletleri yardımıyla kazıma yapılarak diş yüzeyinden uzaklaştırılır. Bu yöntem, mine yüzeyinde hasara yol açtığı ve adeziv artıklarını uzaklaştırmada yetersiz olduğu için tercih edilmemektedir.⁸¹

2.7.1.2 Temizleme pensi ile kazıma

Bu yöntemde, bir ucunda tungsten karbiden yapılmış bir bıçağı ve diğer ucunda ise dişlerin okluzal kısmına oturacak şekilde tasarlanmış plastik bir parçası bulunan bir pens kullanılmaktadır. Bu pens yardımıyla gingivo-oklüzal yönde sıyırma hareketiyle adeziv

artıkları diş yüzeyinden uzaklaştırılmaktadır. Premolar ve kanin dişleri gibi kurvatürü olan dişlerde etkili olsa da diş yüzeyinde hasar oluşturan bir yöntemdir.^{82,83}

2.7.2 Ultrasonik aletler ile temizleme

Artık adezivlerin, ultrasonik el aletleri kullanılarak ses dalgalarına benzeyen mekanik titreşimler yardımıyla diş yüzeyinden uzaklaştırılması işlemidir. İşlem süresinin uzun olması, yüksek ısı nedeniyle pulpal hassasiyet gelişmesi ve mine yüzeyine zarar vermesi nedeniyle tavsiye edilmemektedir.^{82,83}

2.7.3 Hava abrazyonu ile temizleme

2.7.3.1 Alüminyum oksit hava abrazyonu

Alüminyum oksit partiküllerinin kontrollü olarak diş yüzeyine gönderilerek artık adezivlerin temizlendiği bu yöntemin mine kaybına yol açtığı bildirilmiştir. Bu yöntemde kullanılan alüminyum oksit partiküllerinin boyutları ortalama 27-50 mikron, basma direnci 270 GPa ve sertliği 2700' dür.⁸⁴

2.7.3.2 Biyoaktif-cam hava abrazyonu

Pudra formundaki biyoaktif cam partikülleri kullanılarak yapılan temizleme yöntemidir. Bu partiküllerin basma direnci 35 GPa, sertliği 458 ve boyutları ortalama 27-53 mikrondur. Yumuşak partiküller kullanıldığı ve hafif kuvvet uygulandığı için alüminyum oksit hava abrazyonu tekniğine göre daha konservatif olduğu belirtilmiştir.⁸⁴

2.7.4 Döner aletler ile temizleme

Döner aletlere takılan çeşitli boy ve tasarımdaki materyallerle diş yüzeyindeki artıkların meziodistal yönde temizlendiği bir yöntemdir. Bu yöntemde düşük veya yüksek

hızlı sistemler hekim tercihine bağılı olarak kullanılmaktadır. Tercih edilen döner alet sistemleri, hava soğutmalı, su soğutmalı ve soğutmasız sistemlerden oluşabilmektedir fakat su soğutmalı sistemlerin mine yüzeyi için en güvenilir yöntem olduğu tespit edilmiştir.⁸²

2.7.4.1 Tungsten karbid frezler

Düşük veya yüksek hızda çalışabilen bu frezler, 8 - 40 arasında değişen bıçak sayısına sahiptirler ve farklı soğutma sistemleriyle birlikte kullanılabilirler.⁸⁴

Hosein ve ark.⁸⁵ farklı primer sistemleri kullanarak yüksek ve düşük devirli 12 bıçaklı tungsten karbid frez kullanımını karşılaştırdıkları çalışmalarında en az mine kaybının kendinden asitli adeziv sistem ve düşük devirli frez kullanımında olduğunu bildirmişlerdir.

2018 yılında 59 hastanın dahil edildiği klinik çalışmada, 12 bıçaklı tungsten karbid frez kullanımının, 24 bıçaklı tungsten karbid freze kıyasla mine yüzeyinde daha az renk değişimine sebep olduğu bildirilmiştir.⁸⁶

2.7.4.2. Elmas frezler

Farklı model, büyüklük ve gren çeşitleri mevcut olan elmas frezler diş yüzeyinden 7-50 µm aşındırma yapabilmektedirler. Tungsten karbid frezlerle karşılaştırıldığında daha agresif kesme özelliğine sahiptirler ve artık adezivin temizlenmesinde çok etkilidirler. Uygulama sonrası yüzey pürüzlülüğüne sebep oldukları için sonrasında diş yüzeyine polisaj işlemi uygulanmalıdır.^{87,88}

Eliades ve ark.¹² elmas frez ile yüksek devirde çalışan 8 bıçaklı tungsten karbid frezi karşılaştırdıkları çalışmalarında elmas frezin daha fazla yüzey pürüzlülüğüne sebep olduğunu ve mineda geri dönüşümsüz hasarlar oluşturabileceğini tespit etmişlerdir.

2.7.4.3 Abrasiv diskler ve cila lastikleri

Abrasiv diskler, yüzeyinde çoğunlukla alüminyum oksit partikülleri gibi aşındırıcı yapılar bulunduran ve genellikle tek kullanımlık olan bitirme ve polisaj frezleridir. Abrasiv

özelliğini sağlamak için alüminyum oksit partikülleri dışında silikon karbid, kuvars, zımpara taşı ve lal taşı da kullanılmaktadır.

Cila lastikleri, içerisinde silikon karbid, siliko dioksit, zirkonyum oksit gibi aşındırıcı maddeler bulunduran ve farklı gren, model, boyut ve sertlikte olabilen bitirme frezleridir.³⁸

Janiszewska-Olszowska ve ark.⁸⁹ tarafından yapılan sistematik derlemede, arkansas taşları, yeşil taşlar, elmas frezler, çelik frezler ve lazerlerin adeziv artıklarının temizlenmesinde kesinlikle kullanılmaması gerektiği bildirilmiştir. Tungsten karbid frezler kullanılarak yapılan temizlemenin ise Sof-Lex diskleri, ultrasonik aletler, el aletleri, kauçuklar veya kompozit frezlerle karşılaştırıldığında yapışkan artıkları temizlemede daha hızlı ve daha etkili olmalarına rağmen mine dokusunda önemli miktarda kayıp yarattıkları ve yüzeyi pürüzlendirdikleri için sonrasında Sof-Lex diskleri ve pomza işlemleriyle ek cilalama işlemleri yapılması tavsiye edilmiştir.

Eminkahyagil ve ark.²⁹ nın yapmış olduğu çalışmada yalnızca Sof-Lex disk kullanılarak temizlenen minede yüzey pürüzlülüğü az olmasına rağmen yöntemin çok uzun sürdüğü ve mine yüzeyinde çok fazla artık adeziv kaldığı tespit edilmiştir. Aynı çalışmada yüksek hızlı tungsten karbid frezler ile temizlemenin en hızlı yöntem olduğu ancak mine yüzeyinde hasara yol açtığı ve en güvenilir yöntemin su soğutmalı düşük hızlı tungsten karbid frezler ile yapılan temizleme olduğu bildirilmiştir.

2.7.4.4. Güçlendirilmiş kompozit frezler ile temizleme

Bu yöntemde, zirkon partikülleriyle güçlendirilmiş cam fiber kompozit frezler ve alüminyum oksit partikülleriyle güçlendirilmiş polimer kaideli frezler kullanılmaktadır. Bu frezlerin mine yüzeyi için minimum abraziv özellikte olduğu düşünülmektedir.⁸⁷

Trakyalı ve ark.⁹⁰ 75 adet premolar diş kullanarak yaptıkları çalışmalarında, sadece tungsten karbid frez kullanımının yüzey pürüzlülüğünü arttırdığını, tungsten karbid frezler ile mine yüzeyinin temizlenmesinin ardından güçlendirilmiş kompozit frezler ile polisaj yapılmasının yüzey pürüzlülüğünü azalttığını tespit etmişlerdir.

2.8 Bağlanma Dayanımının Değerlendirilmesi

Bağlanma kuvvetinin in vitro olarak ölçölmesi, yeni adezivlerin ve restoratif materyallerin geliştirilmesi ve bağlanma potansiyellerinin karakterize edilmesinde önemlidir. Bağlanma testinin ilk amacı, kopmanın geręekleştii andaki kuvvetin ölçölmesi iken ikinci amacı bağlanma başarısızlığının meydana geldiği yeri gözlemlemektir.⁹¹

2.8.1 Bağlanma Dayanımı Testi

Bu test yönteminde, braketin dişten uzaklaştığı andaki kuvvet, Newton cinsinden ölçölmektedir. Ölçölen kuvvet değeri ne kadar yüksekse bağlanma dayanımı da o derece yüksek olarak değerlendirilmektedir. Bu testlerde klinik durum birebir değerlendirilemez fakat yaşlandırma prosedürleri eklenerek kontrollü bir çalışma yapıldığında, bağlanma dayanımı testi değerli klinik bilgiler elde etmemizi sağlayabilir.⁹²

Bağlanma kuvvetlerinin ölçölmesinde kullanılan cihazda birbirine paralel alt ve üst tablalar bulunmaktadır ve sabit olan alt tablaya deney örnekleri, adaptör yardımı ile sabitlenmektedir. Üst tablanın hareket etmesiyle, sabit olan alt tablaya yerleştiren deney örnekleri üzerine braket diş yüzeyinden ayrılana kadar kuvvet uygulanır ve kopma geręekleştii anda ortaya çıkan maksimum kuvvet test cihazına bağlı bulunan bilgisayar yardımı ile kaydedilmektedir.⁹³

2.8.2 Bağlanma Dayanımı Testini Etkileyen Faktörler

Ortodontik bağlanma dayanımı testleri için kullanılan materyal ve yöntemler konusunda fikir birliğinin olmadığı görölmektedir.⁹⁴ Bağlanma dayanımının değerlendirildiği çalışmalar arasında farklı sonuçlar elde edilmesinin örnek yüzeyleriyle ve test koşullarıyla ilgili faktörlerden kaynaklandığı düşünölmektedir. Örneklerin çalışma öncesi hangi solüsyonda saklandığı, polimerizasyon süresi ve test cihazı hızı gibi deneysel koşulların bağlanma dayanımı sonuçlarını direkt olarak etkilediği bildirilmiştir. Örneklerin distile suda veya yapay tükürkte bekletilmesinin bağlanma dayanımını azalttığı bildirilmiştir fakat daha çok çalışma yapılmasına ihtiyaç duyulmaktadır.⁹⁵

Polimerizasyon süresinin, polimerizasyon cihazının tipine göre in vitro bağlanma kuvveti üzerinde daha büyük bir etkiye sahip olduğu ve ışınlama süresinin her bir saniyelik artışının bağlanma dayanımı değerlerini 0,077 Mpa arttırdığı bulunmuştur.⁹⁵ Halojen ve LED ışık kaynaklarının karşılaştırıldığı çalışmalarda benzer bağlanma dayanımı değerleri bulunmuştur. LED ışık kaynağının 20 ve 40 saniyelik uygulamaları karşılaştırıldığında benzer bağlanma değerleri elde edilirken, 10 sn'lik ışınlamada azalmış değerler bulunmuştur.⁹⁶ LED ışık kaynağı kullanılarak yapılan bir çalışmada 5 sn'lik ışınlamanın yetersiz bağlanmaya sebep olduğu, 10 saniyelik ışınlama süresi uygulandığında ise yeterli bağlanma kuvvetleri elde edilebileceğini gösterilmiştir.⁹⁷

Bağlanma testinin hızının dakikada 1 milimetre arttırılması bağlanma dayanımında ortalama 1,3 Mpa'lık bir artışa yol açmaktadır.⁹⁵ Hız değişimlerinin bağlanma dayanımına etkisinin incelendiği başka bir çalışmada, 0,1 mm/dk, 0,5 mm/dk, 1 mm/dk ve 5 mm/dk'lık testler uygulanmış ve bağlanma kuvvetleri açısından gruplar arasında anlamlı bir fark bulunamamıştır.⁹⁸ Ağız ortamında braket kopma hızının deneysel koşullardan çok daha yüksek hızla gerçekleştiğini belirten çalışmalar da bulunmaktadır.⁹⁹

2.9 Işık ve Renk

2.9.1 Işık ve Renk Terimleri

Işık, görülebilir elektromanyetik bir enerjidir ve dalga boylarından oluşmaktadır.¹⁰⁰ İnsan gözü yalnızca 360 nm ile 780 nm dalga boyu aralığındaki renkleri algılayabilmektedir ve bu aralık “görünür ışık spektrumu” olarak tanımlanmaktadır.^{100,101} Bir rengi algılayabilmemiz için ışık kaynağı gerekmektedir. Belirli bir renk olarak algılanan bir nesne, diğer renklere tepki veren tüm ışık dalgalarını emer ve yalnızca kendi renginin dalgalarını yansıtır. Örneğin, mavi ve yeşil ışığı emen ve kırmızıyı yansıtan bir cisim kırmızı renkte görülmektedir.¹⁰⁰

Pigmentasyon: Materyalin içinde bulunan ve rengi oluşturan yapılar pigment, oluşan renklendirme işlemi de pigmentasyon olarak tanımlanmaktadır.¹⁰²

Metamerizm: Metamerizm, renk üçlüsünün değişkenlerinden birinin (nesne, ışık kaynağı veya gözlemci) değiştirilirken diğer iki değişkenin aynı kalması sonucu iki nesnenin renk algısının farklı olmasından kaynaklanmaktadır. İki cismin bir koşulda renklerinin eşleşmesi, ancak diğerinde belirgin farklılıklar göstermesi olgusuna metamerizm denir. Nesne metamerizmi ve gözlemci metamerizmi olmak üzere iki tür metamerizm vardır.¹⁰³

Opasite: Bir materyalin ışık geçişini engelleme özelliği opasite olarak tanımlanmaktadır.¹⁰¹

Kırılma ve Yansıtma (Refraction, Reflection): Farklı yoğunluktaki ortamlardan geçen ışın demetinin geçişi sırasında hızının ve yönünün değişmesi durumuna kırılma, cismin üzerinden gelen ışığın bir kısmının ya da tamamının geri dönmesine ise yansıtma denir.¹⁰⁴

Saydamlık (Transparency): Işığın bir cismin içinden hiç bir eksilme olmadan geçmesidir. Bu cismin arkasındaki obje net bir şekilde görülebilir.¹⁰¹

Işıma (Fluorescence): Ultraviyole ya da yüksek enerjili bir ışığın cisim tarafından emildikten sonra, etrafına ışık yaymasıdır.¹⁰¹

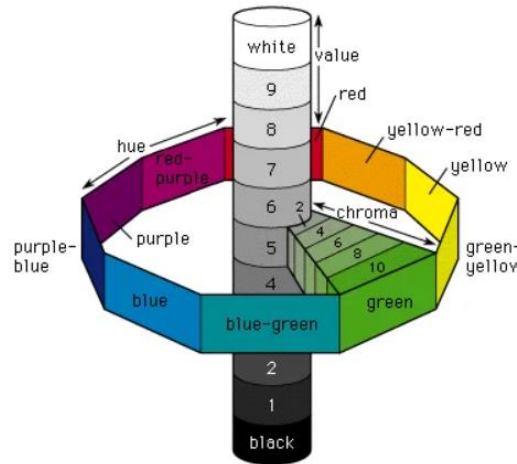
2.9.2 Munsell Renk Sistemi

Amerikalı ressam Albert Henry Munsell, 1905 yılında ilk başarılı ve yaygın olarak kabul edilen renk sistemini geliştirmiştir.¹⁰⁵ Munsell, tüm renk örneklerini; hue, value ve kroma koordinatlarını kullanarak üç boyutlu olarak bir şekil üzerine yerleştirmiştir (Şekil 2.2).^{106,107} Munsell sisteminin avantajı, belirli bir rengi görselleştirme kolaylığıdır.¹⁰⁸

Kroma (Renk yoğunluğu): Kroma, bir renk tonunun yoğunluğu olarak tanımlanmaktadır. Doygunluk ve kroma terimleri dış hekimliği literatüründe birbirinin yerine kullanılmaktadır; her ikisi de belirli bir renk tonunun gücü veya pigment konsantrasyonu anlamına gelir.¹⁰⁰ Bir bardak suya kırmızı gıda boyası koyduğumuzu hayal edersek, her eklediğimizde doygunluk, doymuluk veya kroma artar, ancak bu yine kırmızı renktir.¹⁰⁹

Hue (Renk tonu): Ton, bir rengin belirli çeşidi olarak tanımlanır.¹⁰⁰ Ton, algılanan rengin tam dalga boyu mevcut olmasa bile, algılanan rengi veren görünür spektrumdaki baskın dalga boyu aralığı olarak belirtilir.¹⁰⁹

Value (Renk değeri): Value, bir rengin açıklığı ve koyuluğu veya parlaklığı olarak tanımlanmaktadır. Herhangi bir nesnenin parlaklığı, nesnenin yansıttığı ışık enerjisi miktarı ile doğrudan ilişkilidir.¹⁰⁰ Munsell tarafından value beyazdan siyaha gri skala olarak tanımlanmıştır ve bu skala ortadaki ekseninde gösterilmiştir (Şekil 2.2). Siyah renk 0, beyaz renk ise 10 ile numaralandırılmıştır ve bu değerlerin arasında farklı tonlarda gri renkler bulunmaktadır.^{101,109} Parlak nesnelerde daha az miktarda gri bulunur ve düşük değerli nesnelerde daha fazla miktarda gri bulunur ve daha koyu görünürler.¹⁰⁹

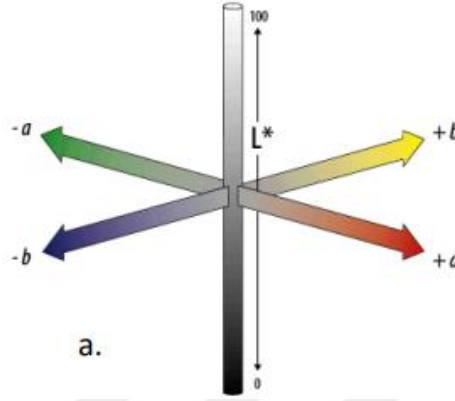


Şekil 2.2. Munsell Renk Sistemi¹⁰³

2.9.3 Cielab Renk Sistemi

Cielab $L^*a^*b^*$ renk sisteminde, L^* , a^* ve b^* koordinatlarının oluşturduğu eksenler kullanılarak renk değerlendirilmesi yapılmaktadır (Şekil 2.3).¹¹⁰ Bu 3 eksenin kesişmesiyle oluşan kürede tüm renkler yer almaktadır. Bu sistemde, a^* ekseninde değerlerin negatiften pozitif doğru değişmesiyle renk yoğunluğu da kırmızıdan yeşile doğru değişiklik göstermektedir. Diğer parametre olarak kullanılan b^* ekseninde ise değerlerin negatiften pozitif doğru değişmesi renk yoğunluğunun sarı renkten mavi renge doğru arttığını

göstermektedir. L* eksenini ise rengin açıklık ve koyuluğunu belirlemede kullanılır. L* değeri arttıkça renklerin açıklığı artmaktadır.¹¹¹



Şekil 2.3. Cielab Renk Sistemi¹¹²

Renk değişimleri hesaplanırken aşağıdaki formül kullanılmaktadır;

$$\Delta E = [(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2]^{1/2} = [(L_s - L_o)^2 + (a_s - a_o)^2 + (b_s - b_o)^2]^{1/2}$$

ΔE : renk değişimi

L_o^* , a_o^* , b_o^* : çalışma öncesi renk değerleri

L_s^* , a_s^* , b_s^* : çalışma sonrası renk değerleri

O'Brien'in renk farklarının klinik olarak yorumlanabilmesi için geliştirdiği klinik renk uyum skalası çizelge 2.1.'de gösterilmiştir.^{107,108}

Çizelge 2.1. O'Brien renk uyum skalası¹⁰⁷

ΔE	Klinik Renk Uyumu
0	Mükemmel
0,5-1	Çok iyi
1-2	İyi
2-3,5	Klinik olarak kabul edilebilir
3,5<	Uyumsuz

İki birimin üzerindeki farklılıkların renk değişimini gösterebileceği öne sürülmesine rağmen, çoğu çalışma renk eşleştirme için önerilen değeri 3,7 birim olarak belirlemiştir ve bunun üzerindeki değerler klinik olarak fark edilebilmektedir.¹¹³

CIE L*a*b* sistemi, renk tanımlaması için uluslararası standart olarak kabul edilmektedir. Aynı zamanda renk farklılıklarını görsel algı ve klinik önemle ilişkilendirilebilecek birimlerde ifade edilmesi en önemli avantajıdır.¹⁰⁸

2.9.4 Renk Ölçüm Yöntemleri

2.9.4.1 Görsel Ölçüm

Bu ölçüm, objelerin birbirleriyle veya bir renk skalası ile karşılaştırılmasıyla yapılmaktadır. Görsel renk ölçümü, renk ölçümü yapılan odanın aydınlatma koşullarından, gözlemcinin fizyolojik ve psikolojik durumundan etkilendiği için farklı günlerde hatta aynı günün farklı saatlerinde uyumsuz sonuçlar elde edilebilmektedir. Bu yüzden güvenilir olmayan ve tutarsız bir yöntemdir. Aynı zamanda kullanılan renk skalaları doğal dişlerin tüm renk aralığını yansıtamamaktadır. Bu yöntem, pratik ve ekonomik olması nedeniyle diş hekimliğinde renk değerlendirilmesinde rutin olarak tercih edilmektedir.^{114,103}

2.9.4.2 Cihaz ile Ölçüm

Cihaz kullanılarak yapılan renk ölçümü; hızlı, objektif ve rakamsal değerler almamızı sağlayabildiği için görsel renk ölçümüne göre daha üstün kabul edilmektedir.¹¹⁴

2.9.4.2.1 Kolorimetre

Kolorimetreler, matematiksel manipülasyon olmaksızın doğrudan seçilen renklerde (örneğin kırmızı, yeşil, mavi) yansıyan ışık miktarını ölçer.^{100, 107} Bu, bir nesneden yansıyan ışığın, gözdeki renk reseptörlerinin tepkisini simüle eden üç renk filtresinin örneklenmesiyle gerçekleştirilir.¹⁰⁰

Kolorimetreler, düz yüzeylerde renk ölçümü yapmak için üretilmiş aletlerdir. Diş yüzeyleri genellikle düz yüzeyli olmadığı için elde edilen sonuçlar güvenilir

bulunmamaktadır. Bu cihazlar metamerizmden etkilenmekte ve ağız içi kullanımında farklı başlıklar ve uçlara gereksinim duyulmaktadır.¹¹⁵

2.9.4.2.2 Spektoradyometre

Bu cihazlar, parlaklık ve ışıınım gibi radyometrik değerlerin ölçümü için tasarlanmışlardır ve radyometrik enerji görünür spektrumu 5, 10 veya 20 nm aralığındadır.¹¹⁶

Ölçüm açısındaki ufak bir değişim hatalı sonuç alınmasına sebep olduğu için kullanımı hassasiyet gerektirmektedir.¹⁰¹

2.9.4.2.3 Spektrofotometre

Spektrofotometreler, diş hekimliğinde genel renk eşleştirmesi için en doğru, kullanışlı ve esnek araçlar arasındadır. Görünür spektrum boyunca 1–25 nm aralıklarla bir nesneden yansıyan ışık enerjisi miktarını ölçerler. Bir spektrofotometre şunları içerir: optik radyasyon kaynağı, ışığı dağıtma aracı, ölçüm için optik sistem, dedektör ve elde edilen ışığı analiz edilebilen bir sinyale dönüştürme aracı.¹¹⁷ Spektrofotometreler cisimlerden yansıyan ışığın, beyaz bir yüzeyden yansıyan ışığa oranını ölçerler. Birden fazla ışık kaynağıyla ölçüm yapabildikleri için kalorimetreden farklı olarak metamerizmi ayırt edebilirler ve kullanım ömürleri de kalorimetrelerden daha uzundur.¹¹⁸ Bu cihazlar, özel sensörleri sayesinde insan gözünün ayırt edemeyeceği renkleri algılayabilmektedir. İnsan gözüyle veya geleneksel tekniklerle yapılan gözlemlerle karşılaştırıldığında, spektrofotometrelerin doğrulukta %33 artış ve vakaların %93,3' ünde daha objektif bir eşleşme sunduğu bildirilmiştir.¹¹⁹ Spektrofotometreler, farklı aydınlatma koşullarında değişken sonuçlar vermelerinden dolayı daha çok profesyonel alanlarda ve bilimsel çalışmalarda kullanılmaktadır. Diş hekimliğinde dental metaryallerin renklerinin ölçülmesinde ve iki cisim arasındaki renk farkının değerlendirilmesinde kullanılmaktadır.¹¹⁶

2.9.4.2.4 Dijital Kamera

Dijital kameralar, renk tayininde giderek daha çok kullanılmaya başlanmıştır. Dijital kameralar sayesinde sadece belli bir bölgenin değil tüm cismin rengi değerlendirilebilmektedir.¹⁰¹ Dijital kameralar renk ölçümü için tek başlarına yeterli değildir, elde edilen görüntünün bilgisayarda incelenmesi ve yazılımlar kullanılarak analiz edilmesi gerekmektedir. Kalibrasyonu yapılmış dijital kameralar, hekim ile teknisyen arasında iyi bir iletişim aracı olabilir.¹¹⁶

2.10 Dişlerin Renk Özellikleri

Dişler polikromatiktir ve dişin optik özellikleri dişin rengini belirler.^{115,120} Diş renginin, ışığın hacimsel saçılımından kaynaklandığı gösterilmiştir. Işık gözlemcinin gözüne ulaşmadan önce diş yüzeyi boyunca saçılır, yüzeyden geçer, absorbe olur ve yansır.¹¹⁵

Minesi çıkarılan dişlerde yapılmış bir çalışma sonucunda, diş renginin ağırlıklı olarak dentinin özellikleri tarafından belirlendiği bulunmuştur.¹²¹ Mine yüzeyi boyunca diş rengi aynı değildir ve açık sarıdan grimsi veya mavimsi beyaza kadar değişkenlik gösterebilmektedir.¹⁸ Minenin saydamlık, renk ve kalınlık gibi özelliklerinin de diş renginde etkili olduğu bilinmektedir.¹²⁰

Doğal dişler üzerinde yapılmış çalışmalar sonucunda cinsiyetin diş renginde anlamlı bir farklılığa sebep olmadığı görülmüştür. Yaşın artmasıyla birlikte doğal diş rengi, genellikle koyulaşır ve daha sarı hale gelmektedir. Dişin orta bölgesi, diş materyalinin rengini en iyi temsil eden bölge olarak tanımlanmıştır. Bunun nedeni, kesici bölgenin çoğunlukla yarı saydam olması ve arka plandan etkilenmesi ve servikal bölgenin de diş etinden saçılan ışık tarafından değiştirilmesidir.¹¹⁵

2.11 Diş Renklenmesi

Dişlerdeki renk değişikliği, tarihsel olarak lekenin konumuna göre içsel ve dışsal olarak sınıflandırılmıştır.¹²² İçsel renk değişikliği, genellikle metabolik hastalık ve sistemik faktörlerden kaynaklanan diş sert dokularının yapısal bileşiminde veya kalınlığında bir

değişikliğin ardından meydana gelmektedir. Dışsal renklenmeler ise pelikül ile birleşerek kendi renklerinin görünmesine neden olan kromojenik bileşiklerin sebep olduğu direkt renklenme ve diş yüzeyi ile kimyasal ilişkiye girerek renklenmeye neden olan bileşiklerin oluşturduğu indirekt renklenme olmak üzere iki ayrı başlıkta incelenmektedir. Kromojenler çay, kahve, tütün ürünleri gibi çeşitli yiyecek ve içecekler direkt renklenmeye sebep olurken katyonik antiseptikler ve metal tuzları indirekt renklenmeye sebep olmaktadır.¹²³

2.12 Ortodontide Renk

Ortodontik tedavi sonucu minede gözlemlenen renk değişikliklerinin bonding, debonding ve temizleme prosedürleriyle ilişkili kalıcı iyatrojenik etkilerden, ortodontik diş hareketi ile ilgili diş ve pulpa dokusu değişikliklerinden ve hastanın oral hijyen ve beslenme alışkanlıklarından kaynaklanabileceği yönünde farklı görüşler mevcuttur.^{124,125} 1981 yılında yapılan bir çalışmada ortodontik tedavi sonrası yüzeyin temizlenip cilalanmasına rağmen rezin artıklarının 80 ila 170 µm derinlikte mine yüzeyine penetre olabildiği ve renk değişiminin renklendirici maddelerin diş yüzeyinde tutunması ve yüzeyaltı emilim yoluyla gerçekleştiği bildirilmiştir.¹²⁶

Minede görülen renk değişikliklerine, büyük oranda ortodontik tedavi sonucu temizleme yöntemleri ile mine prizmalarından uzaklaştırılamayan artık adezivlerin sebep olduğunu düşünen birçok araştırmacı, farklı pürüzlendirme yöntemlerinin renk değişikliklerine etkisini incelemiştir.^{39,127} Joo ve ark.¹²⁷ konvansiyonel asitleme yöntemi ve kendinden asitli adeziv sistemlerin ortodontik tedavi sonucu renk değişimine etkisini değerlendirdikleri çalışmalarında kendinden asitli sistemlerin, yalnız frezle bitirme prosedürü uygulandığında konvansiyonel sisteme göre daha yüksek leke duyarlılığı gösterdiğini fakat ilave cilalama işlemi uygulandığında benzer lekelenme duyarlılığının olduğunu gözlemlemişlerdir. Konvansiyonel pürüzlendirme yöntemi ve iki farklı kendinden asitli adeziv yönteminin karşılaştırıldığı başka bir çalışmada kendinden asitli sistemlerin daha az reçine penetrasyonu sağladıkları ve bu yüzden diğer tüm faktörler eşit olduğunda daha az iyatrojenik renk değişikliğine sebep oldukları görülmüştür.³⁹ Maatiah ve ark.⁹ %37 fosforik asit+Transbond XT konvansiyonel adeziv sistemi ile Transbond Plus kendinden asitli adeziv sistemini karşılaştırdıkları klinik çalışmalarında gruplar arasında ΔE açısından anlamlı bir farklılık bulmamışlardır. Çörekçi ve ark.¹²⁵ nın, 50 hastanın dahil olduğu ve dört

farklı ortodontik kompozit kullandıkları kısa süreli in-vivo çalışmalarında, gruplar arasında anlamlı bir farklılık görülmezken, ortodontik tedavinin mine yüzeyinde klinik olarak fark edilebilir renk değişimine sebep olduğu görülmüştür.

Birçok çalışmada farklı sonuçlar görülsede tüm çalışmaların ortak sonucu ortodontik tedavinin renk değişikliklerine sebep olduğu yönündedir. ^{9,124,128}

2.13 Laboratuvar Deneylerinde Kullanılan Yaşlandırma Yöntemleri

Herhangi bir yeni dental materyalin veya tekniğin son testi, dikkatli bir şekilde uygulanan klinik araştırmalardır, fakat klinik araştırmaların yüksek maliyetli olması ve genellikle küçük bir popülasyon ile sınırlı kalmaları nedeniyle araştırmacılar ağız ortamına benzer yapay ortamlar oluşturmaya yönelmişlerdir. ¹²⁹

Yapay bir ağız ortamının geliştirilmesi için, çiğneme fonksiyonu sırasında uygulanan kuvvetler ve hareketler kopyalanmalıdır, sıcaklık ve nem gibi doğal ağız ortamında bulunan koşullar yeniden üretilmelidir ve son olarak doğal tükürük veya doğal tükürüğünkine benzer şekilde malzeme ile reaksiyona giren yapay bir tükürük kullanılmalıdır. ¹²⁹

2.13.1 Depolama ile yaşlandırma

En yaygın olarak kullanılan yapay yaşlandırma tekniği, uzun süreli suda depolamadır. Örneklerin bekleme süresi, birkaç aydan birkaç yıla, hatta bazen daha uzun zaman dilimlerine kadar farklılık gösterebilmektedir. Bazı araştırmacılar, saklama süresi boyunca bakteri üremesini önlemek için su içerisine sodyum azid, kloramin ve hatta antibiyotik eklemişlerdir. ⁹²

2.13.2 Okluzal yükleme ile yaşlandırma

Ağız ortamında dişler; çiğneme kuvvetleri, parafonksiyonel alışkanlıklar, brüksizm ve yutma sırasında gerçekleşen kuvvetlerden dolayı sürekli stres altındadır ve bu stresler dental materyallerin dayanıklılığını etkilemektedir. Laboratuvar ortamını ağız içi koşullara

benzetmek amacıyla çiğneme simülatörleri, kontrollü kırılma dayanımı testleri ve yorgunluk testleri kullanılarak dişlere oklüzal kuvvetler uygulanmakta ve bağlanma etkinliğinin ölçülmesi amaçlanmaktadır.^{92,129}

2.13.3 Termal Siklus ile yaşlandırma

Farklı sıcaklıklarda yiyecek ve içeceklerin tüketilmesiyle ağız içi ısısının 1°C ile 58.5°C arasında farklı ısı değerlerine sahip olabileceği gösterilmiştir.¹³⁰ Termal siklus ile yaşlandırma prosedürü, ağız içi ısı değişimlerini taklit ederek dental malzemeleri yaşlandırmayı hedeflemektedir.¹³¹

2.14 Hipotez

Bu çalışmada, “konvansiyonel sistem ve kendinden asitli adeziv sistemler ile farklı solüsyonların kullanımının, braketlerin bağlanma dayanımı ve minede gözlemlenen renk değişiklikleri üzerinde farklı etkileri yoktur” şeklinde kurulmuş olan başlangıç hipotezinin doğruluğu incelenecektir.

3.GEREÇ VE YÖNTEM

Çalışmamıza başlamadan önce, Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi Tayfur Ata Sökmen Tıp Fakültesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'ndan 2021/06 protokol numarası ile etik onayı alınmıştır.(Ek 1)

3.1 Çalışmamızda Kullanılacak Örnek Sayısının Belirlenmesi

Çalışmamızın örnek büyüklüğü belirlenirken G Power (3.1.9.7) yazılımı kullanılmıştır. Tavares ve ark.¹³² nın çalışması örnek alınarak, 0,50 etki büyüklüğünde %80 güç seviyesinde örneklem büyüklüğü her bir grupta 5 olarak belirlenmiştir. Deneyler sırasında örneklerde meydana gelebilecek kayıplar düşünülerek her bir grup için 10 örnek kullanılmıştır. Bu kapsamda Anabilim Dalımıza başvuruda bulunmuş, tedavi gereği çekim endikasyonu konulan hastalardan fakültemiz Ağız, Diş ve Çene Cerrahisi Anabilim Dalı'nda çekilmiş üst birinci premolar dişler kullanılmıştır.

Çalışmamızda toplamda 120 adet çekilmiş premolar diş kullanılmıştır. Diş seçimi yapılırken hastanın cinsiyeti, yaşı ve dişlerin hangi bölgeden olduğu dikkate alınmamıştır. Çalışmaya dahil edilen dişlerde kırık, çatlak, dolgu, çürük, beyaz nokta lezyonu ve demineralizasyon alanı olmamasına özen gösterilmiştir.

3.1.1 Dişlerin Saklanma Koşulları

Dişler çekildikten sonra üzerindeki kan ve doku artıklarını uzaklaştırmak için yıkanmıştır. Daha sonra çekilmiş dişler mine yapısının bozulmaması ve bakteriyel üremeyi engellemek amacıyla % 0,1'lik timol solüsyonunda karanlık ortamda muhafaza edildi. Deneylere başlamadan önce dişler distile suda bekletildi ve solüsyon haftada 1 yenilendi.

3.2 Dişlerin Hazırlanması

Bağlanma dayanımı testinin uygulanabilmesi için 40x20x20 mm boyutunda dikdörtgenler prizması şeklinde kalıplar hazırlandı. Dişler, hazırlanan bu kalıplara

otopolimerizan akrilik kullanılarak yerleştirilmiştir (Şekil 3.1). Bu işlem yapılırken dişlerin kronlarına akrilik temas etmemiştir.



Şekil 3.1 Dişlerin akrilik rezine gömülmesi

3.3 Hazırlanan Örneklerin Gruplara Ayrılması

Renk ölçümü ve bağlanma dayanımının değerlendirileceği örnekler öncelikle farklı adeziv sistemlerin kullanıldığı 4 ana gruba ve ardından her bir grup kendi içinde 3 farklı solüsyonun kullanıldığı 3 alt gruba daha ayrılmıştır (Şekil 3.2). Sonuçların güvenilirliği ve doğruluğu için çalışmamızda kullanılan dişler gruplara sabit olasılıklı randomizasyon yöntemi ile dağıtılmıştır. Gruplara ayrılan örneklerin akrilik yüzeyi üzerine hangi gruba ait olduğu yazılmıştır (Şekil 3.3).

Çalışmamızda Transbond XT primer konvansiyonel adeziv sistemi, Transbond Plus SEP primer tek basamaklı kendinden asitli adeziv sistem ve universal adeziv sistem sınıflandırmasına dahil olan 3M Single Bond ve G-Premio Bond kullanılmıştır (Çizelge 3.1). Çalışmamızdaki örneklerin kullanılan adeziv sistemine göre 4 ana gruba ayrılması şu şekilde yapılmıştır:

Grup 1: %37 ortofosforik asit+ Transbond XT Primer

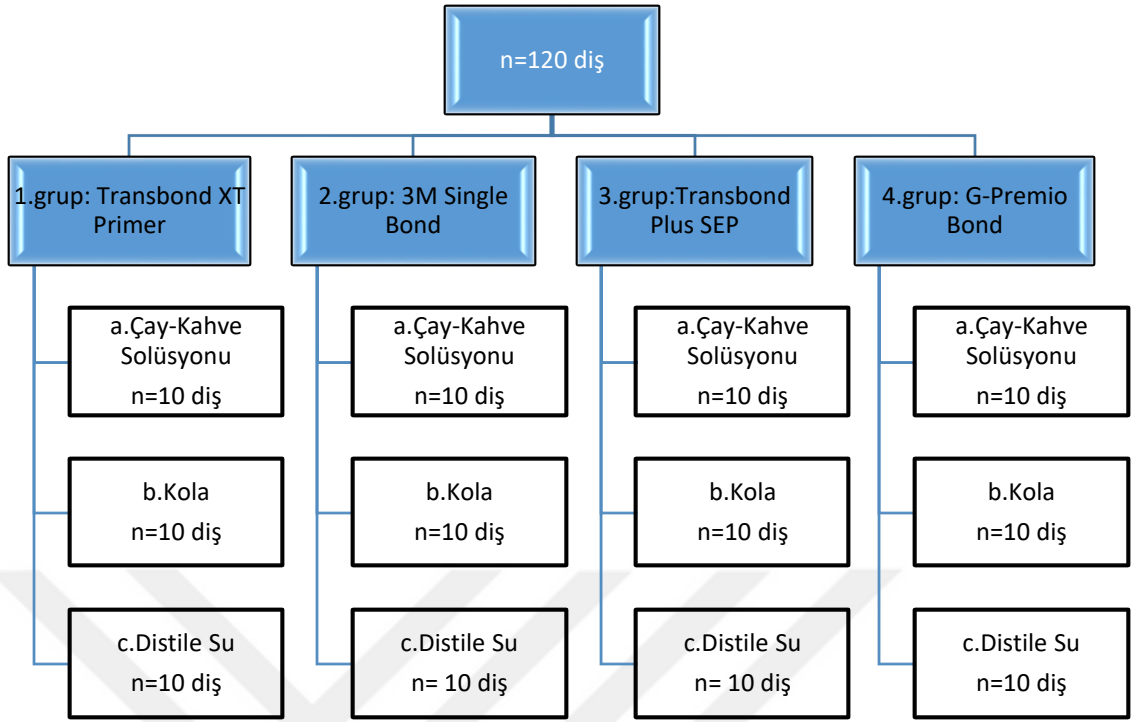
Grup 2: 3M Single Bond Universal

Grup 3: Transbond Plus Self-Etching Primer (SEP)

Grup 4: G-Premio Bond Universal

Çizelge 3.1 Çalışmamızda kullanılan adezivlerin içerik ve özellikleri

Çalışmamızda kullanılan adezivler		
Materyal	Özellik	İçerik
Transbond XT Primer	Konvansiyonel adeziv sistem	Bisfenol A Diglisidil Eter Dimetakrilat, Trietilen Glikol Dimetakrilat (TEGDMA), Trifenilantimon, 4-(Dimetilamino)-Benzenetanol, DL-Kamforokinon, Hidrokinon
3M Single Bond	Universal Adeziv sistem	10-MDP, Dimetakrilat rezinler, HEMA, Metakrilatmodifiye polialkenoik asit kopolimeri, Doldurucu, Etanol, Su, İnitiatörler, Silan
Transbond Plus SEP	Tek basamaklı kendinden asitli adeziv sistem	Metakrilat Profosfotaz, Etilen Dimetakrilat, Fosforik Asit, HEMA, 2-Propenoik Asit, 2 Metil-Fosfinicobis Ester, Su, Mono HEMA Fosfat Trifosfat, DL-Kamforokinon
G-Premio Bond	Universal Adeziv sistem	10-MDP, Fosforik asit, Dimetakrilat, 4-MET, MEPS, Su, İnitiatörler, Aseton, Silikon Dioksit,



Şekil 3.2 Çalışmamızdaki örneklerin gruplara ayrılması



Şekil 3.3 Örneklerin numaralandırılması

Renk ölçümü yapılmadan önce tüm dişler, florsuz polisaj patıyla yumuşak kıl fırça kullanılarak 10 saniye boyunca düşük devirde temizlenmiştir (Şekil 3.4). Polisaj yapılan dişler, sonrasında akan suyun altında 20 saniye yıkanmış ve hava su spreyiyle 20 saniye kurutulmuştur.



Şekil 3.4 Dişlere polisaj uygulanması

3.4 Renk Ölçüm Standardizasyonunun Sağlanması

Tüm dişlerin renk ölçümü tek bir araştırmacı tarafından aynı gün ve aynı oda koşullarında gerçekleştirilmiştir. Renk ölçümü, iç yüzeyi nötral gri tona yakın bir fon ile kaplanan özel bir renk tayin kutusu içerisinde yapılmıştır (Şekil 3.5). Kutu aydınlatması, doğal gün ışığını taklit eden 6500 Kelvin Philips daylight led ampül kullanılarak sağlanmış ve dişler ışık kaynağına 45 derecelik açı yapacak şekilde pozisyonlandırılmıştır.



Şekil 3.5 Renk ölçümü yapılan kutu

3.5 Tüm Grupların Renginin Ölçülmesi

Renk ölçümü için Vita Easyshade spektrofotometre cihazı (Vita Zahnfabrik, H.Rauter GmbH&Co, Germany) kullanılmıştır (Şekil 3.6). Doğru bir değerlendirme yapabilmek için tüm dişlerin vestibül orta üçlüsünden renk ölçümü yapılmıştır. Her ölçüm, hata payını azaltmak için örneklerin aynı bölgesinden 3'er kez yapılmış ve 3 ölçümün

ortalaması hesaplanmıştır. Standardizasyon sağlamak amacıyla her 5 ölçümden sonra spektrofotometre cihazı, üretici firmanın önerisine uygun olarak kalibre edilmiştir. Çalışmamızdaki örneklerden bonding işlemi öncesi ve bağlanma dayanımı testi sonrası olmak üzere iki ayrı zamanda renk ölçüm işlemi yapılmıştır.



Şekil 3.6. Vita Easyshade spektrofotometre cihazı

3.6 Braketlerin Dişlere Uygulanması

Çalışmamızda tüm dişlere Mini Master serisi metal braketler (American Orthodontics, Sheboygan, NY, USA) uygulanmıştır. Adeziv uygulanan tüm dişler mezial, distal ve braket yüzeyinden 10'ar saniye olmak üzere toplamda 30 sn Woodpecker LED ışık cihazı (Zhengzhou Smile Dental Equipment Co., Ltd. Henan, China) kullanılarak polimerizasyon sağlanmıştır.

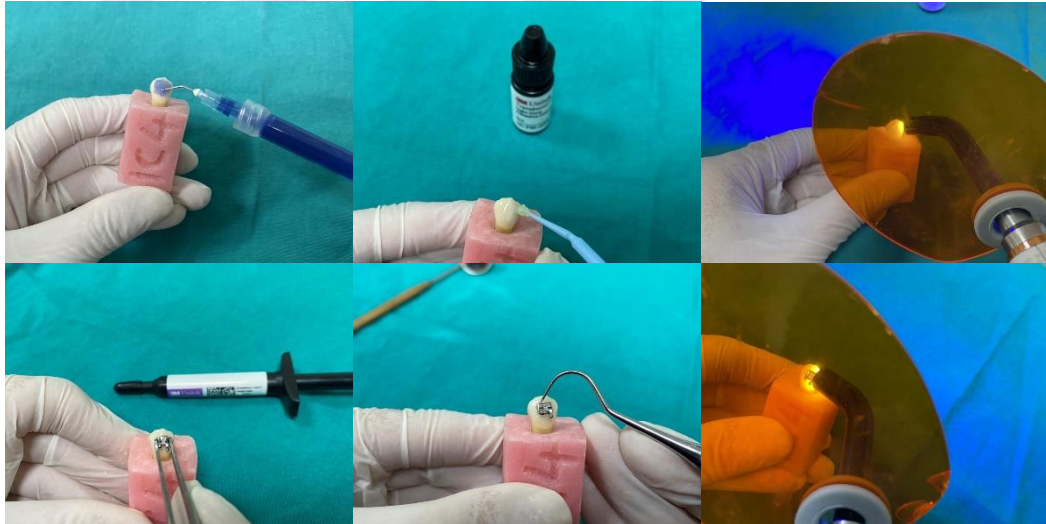
Grup 1

Yıkayıp kurutulmuş dişlerin bukkal yüzeylerine, mavi renkteki jel halinde bulunan %37 ortofosforik asit (Dharma Research Inc, Miami, USA) 30 saniye boyunca uygulandı. Asitlenen diş yüzeyi su spreyi ile 30 saniye boyunca yıkandı ve hava spreyi yardımıyla 30 saniye kurutuldu. Mine yüzeyinde tebeşirimsi görünüm elde edildikten sonra, Transbond XT Primer (3M Unitek, Monrovia, CA, ABD) bond fırçası yardımı ile uygulandı (Şekil 3.7). Metal braket tabanına, Transbond XT Light-Cure Adeziv (3M Unitek, Monrovia, CA, ABD) kullanılarak uygun pozisyonda konumlandırılmıştır. Polimerizasyon için, Woodpecker LED ışık cihazı (Zhengzhou Smile Dental Equipment Co., Ltd. Henan, China) tüm gruplarda

braketlerin 10 saniye mezial, 10 saniye distal ve 10 saniye de braket üzerinden olacak şekilde uygulanmıştır (Şekil 3.8).



Şekil 3.7 Birinci grupta kullanılan malzemeler



Şekil 3.8 Birinci grupta yapılan bonding işlemi

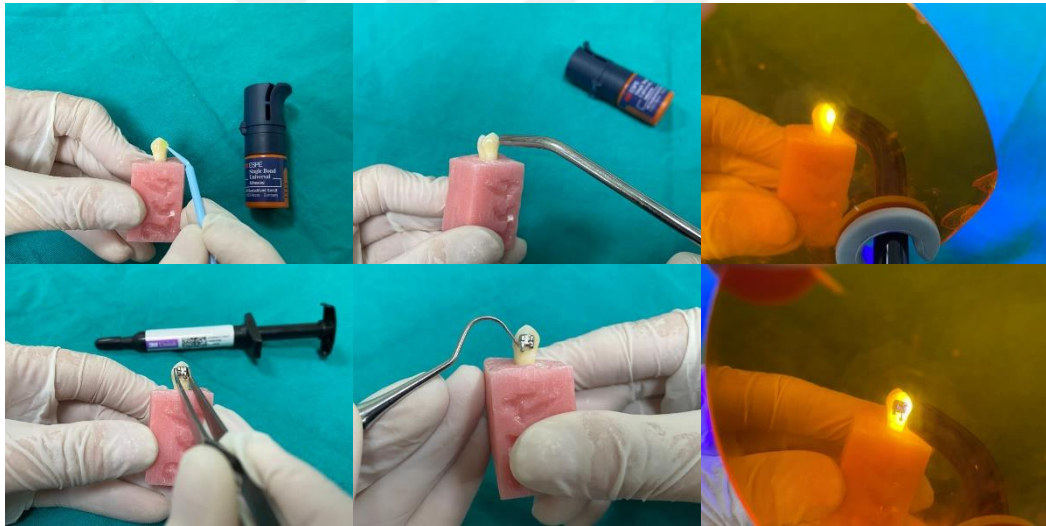
Grup 2

Bu gruptaki dişlere asitleme ve yıkama işlemleri yapılmadan kendinden asitli primer uygulanmıştır. Temizlenmiş ve kurutulmuş dişlerin vestibül yüzeylerine aplikatör kullanılarak 3 saniye boyunca dairesel hareketlerle 3M Single Bond Universal adeziv (3M ESPE, St. Paul, MN, USA) uygulanmıştır ve hava spreyi kullanılarak kurutulmuştur (Şekil 3.9). Metal braketin tabanına Transbond XT Light-Cure Adeziv (3M Unitek, Monrovia, CA,

ABD) uygulanarak braket uygun pozisyonda konumlandırılmış ve polimerizasyonu sağlanmıştır (Şekil 3.10).



Şekil 3.9 İkinci grupta kullanılan malzemeler



Şekil 3.10 İkinci grupta yapılan bonding işlemi

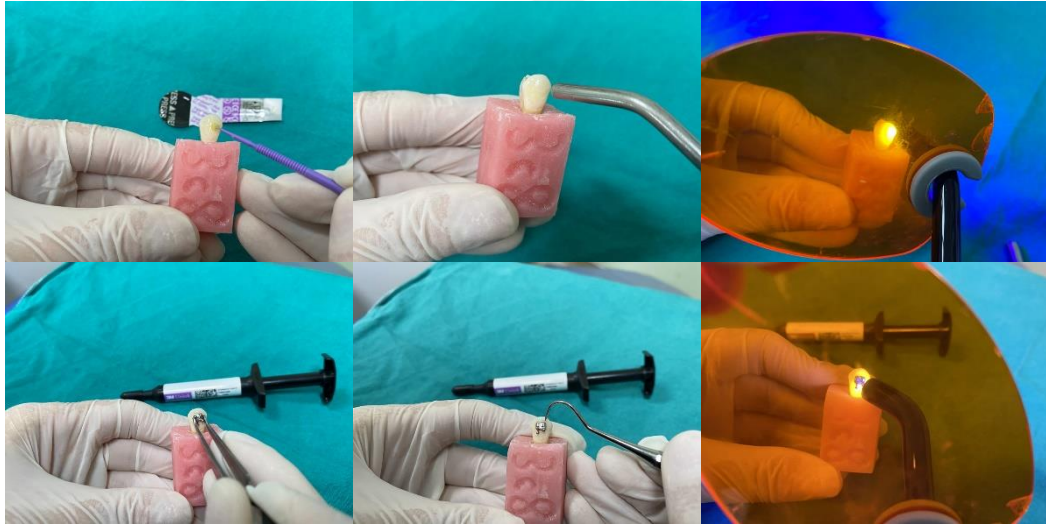
Grup 3

Bu gruptaki dişlere asitleme ve yıkama işlemleri yapılmadan kendinden asitli primer uygulanmıştır. Temizlenmiş ve kurutulmuş dişlerin vestibül yüzeylerine 3 saniye boyunca dairesel hareketlerle Transbond Plus Self-Etching Primer (SEP) (3M Unitek, Monrovia, CA, ABD) uygulanmıştır (Şekil 3.11). Primerin en dıştaki kısmına bastırılarak aktivasyon başlatılmış ve birinci bölmede bulunan solüsyon, ikinci bölmeye geçmiştir. En dış kısmın sıkıştırılarak ikinci bölmenin üzerine katlanmasıyla ardından aktivasyon tamamlanmıştır.

Sonrasında birbiriyle karışan solüsyonlar üçüncü bölmeye geçmiş ve aplikatöre temas etmiştir. Aplikatöre gelen madde diş yüzeyine en az 3 sn süresince uygulanmıştır. Diş yüzeyine SEP'in sürülmesinden sonra 1-2 sn yüzeye hava sıkılmıştır. Metal braketin tabanına Transbond XT Light-Cure Adeziv (3M Unitek, Monrovia, CA, ABD) uygulanarak braket uygun pozisyonda konumlandırılmış ve polimerizasyonu sağlanmıştır (Şekil 3.12).



Şekil 3.11 Üçüncü grupta kullanılan malzemeler



Şekil 3.12 Üçüncü grupta yapılan bonding işlemi

Grup 4

Bu gruptaki dişlere asitleme ve yıkama işlemleri yapılmadan kendinden asitli primer uygulanmıştır. Temizlenmiş ve kurutulmuş dişlerin vestibül yüzeylerine aplikatör kullanılarak 3 saniye boyunca dairesel hareketlerle G-Premio Bond Universal adeziv (GC Corp., Tokyo, Japan) uygulanmıştır ve hava spreyi kullanılarak kurutulmuştur (Şekil 3.13).

Metal braketin tabanına Transbond XT Light-Cure Adeziv (3M Unitek, Monrovia, CA, ABD) uygulanarak braket uygun pozisyonda konumlandırılmış ve polimerizasyonu sağlanmıştır (Şekil 3.14).



Şekil 3.13 Dördüncü grupta kullanılan malzemeler



Şekil 3.14 Dördüncü grupta yapılan bonding işlemi

3.7 Dişlerin Solüsyonlarda Bekletilmesi

Bonding işlemi yapıldıktan sonra tüm örnekler 24 saat boyunca distile suda 37°C' ye sabitlenen etüvde bekletildi. Çalışmamızda, çay ve kahve karışımı, kola ve distile su olmak üzere 3 farklı sıvı kullanılmıştır. Gruplara ayrılmış dişlerden A grubunda bulunan dişler kahve (Şekil 3.15) ve çay (Şekil 3.16) karışımının olduğu kaba, B grubundaki dişler kola (Şekil 3.17) bulunan kaba ve C grubundaki dişler distile su bulunan kaba tüm yüzeyleri sıvıya temas edecek şekilde yerleştirildi. Saklama kapları, 37°C' ye sabitlenen etüvde 72 saat bekletilerek ağız içi ortamının taklit edilmesi sağlandı (Şekil 3.18). Renklendirici solüsyonlar her 24 saatte bir yenilendi. Kola ve distile suda herhangi bir seyreltme yapılmadı, kahve ve çay üretici firmanın talimatları doğrultusunda hazırlandı ve eşit miktarda kaplara konuldu.



Şekil 3.15 Çalışmada kullanılan kahve



Şekil 3.16 Çalışmada kullanılan çay



Şekil 3.17 Çalışmamızda kullanılan kola



Şekil 3.18 Çalışmamızda kullanılan etiv cihazı

3.8 Bağlanma Dayanımı Testinin Uygulanması

Bağlanma dayanımı, Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi'nde bulunan universal test cihazı (Lloyd LRX instruments, Hampshire, İngiltere) kullanılarak ölçüldü (Şekil 3.19). Hazırlanan örnekler, kuvvet yükleme ucu diş yüzeyine paralel ve braket tabanına yakın olacak şekilde cihazda bulunan düzeneğe sabitlenmiştir (Şekil 3.20). Braket diş yüzeyinden kopana kadar 1 mm/dk hızla sıyrma kuvveti uygulanmıştır. Cihaza bağlı olan bilgisayar yardımıyla test sonuçları Newton olarak görüntülenmiştir. Elde edilen sayısal değerler, braket taban alanına bölünerek MPa cinsinden hesaplanmıştır.



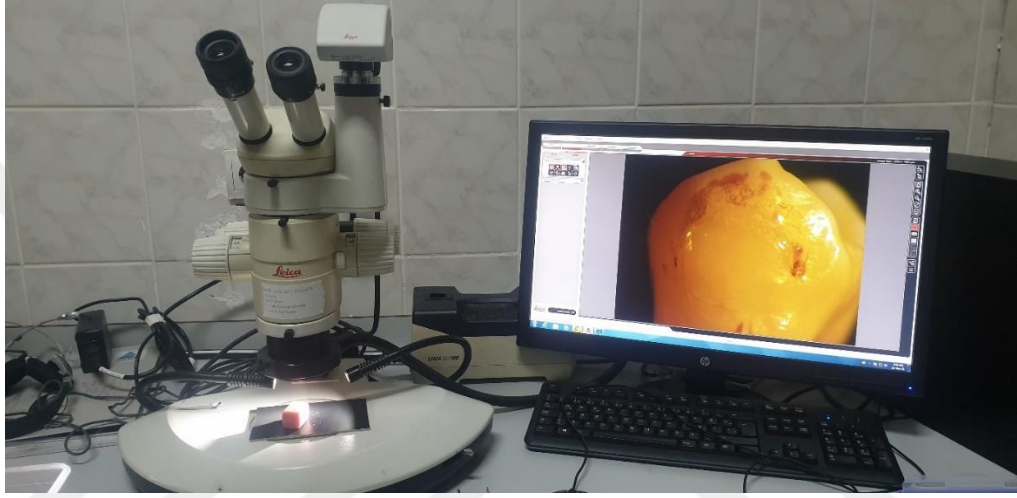
Şekil 3.19 Çalışmamızda kullanılan instron cihazı



Şekil 3.20 Örneklerin instron cihazına yerleştirilmesi

3.9 Kopma Bölgelerinin Stereomikroskop ile Skorlanması

Sıyırma testi uygulandıktan sonra dişlerin vestibül yüzeyi Leica CLS 100x (Leica Microsystems, Heerbrugg, İsviçre) stereo mikroskopi kullanılarak 10x büyütme ile incelenmiş ve stereo mikroskopa bağlı kamera ile fotoğrafları çekilmiştir (Şekil 3.21).



Şekil 3.21 Stereo mikroskop kullanılarak örneklerin incelenmesi

Adeziv Artık Endeksi (AAE)

Artun ve Bergland, braketler çıkarıldıktan sonra diş yüzeyinde kalan adeziv miktarını değerlendirmek için adeziv artık endeksini 1984 yılında tanımlamışlardır.¹³³ Bishara ve Trulove ise 1990 yılında kendi adeziv artık endekslerini geliştirmişlerdir. Çalışmamızda kalan adeziv miktarını değerlendirmek için bu endeks kullanılmıştır (Çizelge 3.2).¹³⁴

Çizelge 3.2. AAE indeksi

Sınıflandırma	Özellik
AAE 1	Adezivin tamamı, diş yüzeyinde kalmıştır.
AAE 2	Adezivin %90'dan fazlası diş yüzeyinde kalmıştır.
AAE 3	Adezivin %90'dan azı %10'dan fazlası diş yüzeyinde kalmıştır.
AAE 4	Adezivin %10'dan azı diş yüzeyinde kalmıştır.
AAE 5	Diş yüzeyinde adeziv kalmamıştır.

3.10 Artık adezivin temizlenmesi

Bağlanma testi sonucu kalan artık adeziv 12 bıçaklı tungsten karbid frez kullanılarak düşük devirli mikromotor yardımıyla temizlenmiştir. Temizleme sonrası kıl fırça ve polisaj patıyla düşük devirli mikromotor kullanılarak polisaj yapılmıştır (Şekil 3.22). Polisaj yapılan dişler, sonrasında akan suyun altında 20 saniye yıkanmış ve hava su spreyiyle 20 saniye kurutulmuştur. Bu işlemler sonrası aynı koşullarda ve aynı gözlemci tarafından tekrar renk ölçümü yapılmıştır.



Şekil 3.22 Artık adezivlerin temizlenmesi ve polisaj uygulaması

3.11 İstatistiksel Yöntem

Veriler IBM SPSS V23 ile analiz edildi.¹³⁵ Normal dağılıma uygunluk Shapiro Wilk Testi ile incelendi. Grup ve solüsyonlara göre bağlanma dayanımının ve ΔE değerlerinin karşılaştırılmasında iki yönlü ANOVA kullanıldı ve çoklu karşılaştırmalar Tukey HSD testi

ile incelendi. Analiz sonuçları nicel veriler için ortalama $\pm$ standart sapma ve ortanca (minimum – maksimum) olarak sunuldu. Gruplara göre AAE skorlarının dağılımları Pearson Ki-Kare Testi ile incelendi. Çoklu karşılaştırmalar Bonferroni Düzeltmeli Z Testi ile yapıldı. Gözlemciler arası uyum Kappa Test İstatistiği ile incelendi. Analiz sonuçları frekans (yüzde) şeklinde sunuldu. Anlamlılık düzeyi $p<0,050$ olarak sunuldu.



4.BULGULAR

4.1 Bağlanma Dayanımına Ait Bulgular

Primer gruplarının bağlanma dayanımı üzerinde ana etkisi istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0,001$). Primer ve solüsyonun etkileşim etkisi ve tek başına solüsyon, bağlanma dayanımı üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p>0,050$) (Çizelge 4.1).

Çizelge 4.1. Primer ve solüsyonun bağlanma dayanımı üzerine etkisinin incelenmesi

	KT	KO	sd	F	p	KEK
Primer	3224	1074,65	3	13,45	<0,001	0,296
Solüsyon	215,9	107,94	2	1,35	0,264	0,027
Primer ve Solüsyon	149,6	24,94	6	0,31	0,929	0,019

KT: Kareler toplamı; KO: Kareler Ortalaması; sd: Serbeslik derecesi; KEK: Kısmi Eta Kare; $R^2=\%31,82$; Düzeltilmiş $R^2=\%24,01$

Farklı primerlerin kullanıldığı gruplar arasında %37' lik ortofosforik asit grubunun bağlanma dayanımı ortalaması diğer gruplardan yüksek bulunmuştur. %37' lik ortofosforik asit grubunda bağlanma dayanımı ortalaması 33,5 Mpa 3M Single Sond grubunda 20,57 MPa Transbond Plus SEP grubunda 19,9 MPa ve G-Premio Bond grubunda 20,75 MPa olarak elde edilmiştir. Transbond Plus SEP, 3M Single Bond ve G-Premio bond kullanılan gruplar arasında bağlanma dayanımı açısından anlamlı bir farklılık bulunmamıştır. Kullanılan çay-kahve (21,5), kola (24,86) ve distile su (23,53) solüsyonlarının bağlanma dayanımı üzerindeki etkileri açısından fark olmadığı bulunmuştur. (Çizelge 4.2).

Çizelge 4.2. Primer ve solüsyona göre bağlanma dayanımı

Solüsyon	Primer				Total Ortalama $\pm$ Standart sapma
	%37'lik ortofosforik asit Ortalama $\pm$ Standart sapma	3M Single Bond Ortalama $\pm$ Standart sapma	Transbond Plus SEP Ortalama $\pm$ Standart sapma	G-Premio Bond Ortalama $\pm$ Standart sapma	
Çay kahve	29,5 $\pm$ 13,47	17,8 $\pm$ 4,94	20,2 $\pm$ 9,26	19,75 $\pm$ 3,01	21,5 $\pm$ 9,28
Kola	36,25 $\pm$ 13,39	22,8 $\pm$ 3,85	20,5 $\pm$ 12,96	21,5 $\pm$ 7,69	24,86 $\pm$ 11,56
Distile su	34,75 $\pm$ 13,1	21,1 $\pm$ 3,11	19 $\pm$ 7,3	21 $\pm$ 6,12	23,53 $\pm$ 9,79
Total	33,5 $\pm$ 13,07 ^a	20,57 $\pm$ 4,43 ^b	19,9 $\pm$ 9,79 ^b	20,75 $\pm$ 5,72 ^b	23,3 $\pm$ 10,25

Ortalama $\pm$ Standart sapma; a-b: Aynı harfe sahip gruplar arasında bir fark yoktur.

4.2 Renklenme Testine Ait Bulgular

Primer ana etkisi ΔE üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p=0,001$). Primer ve solüsyon etkileşim etkisi ΔE üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p>0,050$). Solüsyon ana etkisi ΔE üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p=0,023$) (Çizelge 4.3).

Çizelge 4.3. Primer ve solüsyonun ΔE üzerine etkisinin incelenmesi

	KT	KO	sd	F	p	KEK
Primer	56,775	18,925	3	6,43	0,001	0,167
Solüsyon	23,205	11,603	2	3,94	0,023	0,076
Primer ve Solüsyon	9,041	1,507	6	0,51	0,798	0,031

KT: Kareler toplamı; KO: Kareler Ortalaması; sd; Serbeslik derecesi; KEK: Kısmi Eta Kare; $R^2=\%23,97$; Düzeltilmiş $R^2=\%15,25$

Transbond Plus SEP grubunda ΔE ortalaması, %37'lik ortofosforik asit ve 3M Single Bond gruplarından yüksek bulunmuştur. %37'lik ortofosforik asit grubunda ΔE ortalaması 6,53 3M Single Bond grubunda 6,27, Transbond Plus SEP grubunda 8,02 ve G-Premio Bond grubunda 7,45 olarak elde edilmiştir. Çay kahve solüsyonunda ΔE ortalama değeri distile su ΔE ortalamasından yüksek bulunmuştur. Çay kahve solüsyonunda ΔE ortalama değeri 7,71, kolada 6,89 ve distile suda 6,62 olarak elde edilmiştir (Çizelge 4.4).

Çizelge 4.4. Primer ve solüsyona göre ΔE

Solüsyon	Primer				Total
	%37'lik ortofosforik asit	3M Single Bond	Transbond Plus SEP	G-Premio Bond	
Çay-kahve	7,16 $\pm$ 2,19	7,05 $\pm$ 1,8	8,43 $\pm$ 1,28	8,19 $\pm$ 2,09	7,71 $\pm$ 1,87 ^a
Kola	5,82 $\pm$ 1,38	5,9 $\pm$ 1,67	8,17 $\pm$ 1,61	7,6 $\pm$ 1,24	6,89 $\pm$ 1,78 ^{ab}
Distile su	6,6 $\pm$ 1,71	5,85 $\pm$ 1,54	7,45 $\pm$ 2,29	6,57 $\pm$ 1,38	6,62 $\pm$ 1,81 ^b
Total	6,53 $\pm$ 1,8 ^b	6,27 $\pm$ 1,71 ^b	8,02 $\pm$ 1,77 ^a	7,45 $\pm$ 1,68 ^{ab}	7,07 $\pm$ 1,86

Ortalama $\pm$ Standart sapma; a-b: Aynı harfe sahip gruplar arasında bir fark yoktur.

4.3. Tüm Gruplara Ait AAE (Artık Adeziv Endeksi) Bulguları

Primerlere göre 4 numaralı AAE skorlarının dağılımları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur ($p=0,001$). AAE skorlarının dağılımına bakıldığında %37'lik

ortofosforik asit grubunda en yüksek oran %37,5 ile 4 skoru, 3M Single Bond grubunda en yüksek oran %90 ile 4 skoru, Transbond Plus SEP grubunda en yüksek oran %60 ile 4 skoru ve G-Premio bond grubunda en yüksek oran %87,5 ile 4 skoru elde edilmiştir (Çizelge 4.5).

Çizelge 4.5 Primerlere göre AAE skorlarının karşılaştırılması

	Primer grupları				Toplam	Test İst.	p*
	%37'lik ortofosforik asit	3M Single Bond	Transbond Plus SEP	G-Premio Bond			
ARI							
2	6 (25)a	0 (0)b	2 (6,7)ab	0 (0)ab	8 (7,4)	28,12 1	0,001
3	7 (29,2)a	2 (6,7)a	7 (23,3)a	2 (8,3)a	18 (16,7)		
4	9 (37,5)a	27 (90)b	18 (60)ac	21 (87,5)bc	75 (69,4)		
5	2 (8,3)a	1 (3,3)a	3 (10)a	1 (4,2)a	7 (6,5)		
Toplam	24 (100)	30 (100)	30 (100)	24 (100)	108 (100)		

Pearson Ki-Kare Testi; a-c: Aynı harfe sahip gruplara arasında bir fark yoktur ; frekans (yüzde)

Solüsyonlara göre AAE skorlarının dağılımları arasında istatistiksel olarak farklılık yoktur ($p=0,335$). 2 skoru en yüksek %11,1 ile kolada, 3 skoru en yüksek %25 ile çay kahve solüsyonunda, 4 skoru en yüksek %80,6 ile distile suda ve 5 skoru en yüksek oran %8,3 ile çay kahve solüsyonu ve kolada elde edilmiştir (Çizelge 4.6).

Çizelge 4.6 Solüsyonlara göre AAE skorlarının karşılaştırılması

	Çay kahve solüsyonu	Kola	Distile su	Toplam	Test İst.	p*
AAE						
2	1 (2,8)	4 (11,1)	3 (8,3)	8 (7,4)	6,853	0,335
3	9 (25)	6 (16,7)	3 (8,3)	18 (16,7)		
4	23 (63,9)	23 (63,9)	29 (80,6)	75 (69,4)		
5	3 (8,3)	3 (8,3)	1 (2,8)	7 (6,5)		
Toplam	36 (100)	36 (100)	36 (100)	108 (100)		

Pearson Ki-Kare Testi; frekans (yüzde)

AAE açısından iki gözlemci arasında istatistiksel olarak anlamlı ve yüksek uyum görülmüştür ($K=0,831$; $p<0,001$) (Çizelge 4.7).

Çizelge 4.7 Gözlemciler arası uyumun değerlendirilmesi

	AAE Gözlemci 1				Toplam	Test İst.	p*
	2	3	4	5			
AAE Gözlemci 2							
2	6 (75)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	6 (5,6)	0,831	<0,001
3	2 (25)	16 (88,9)	4 (5,3)	0 (0)	22 (20,4)		
4	0 (0)	2 (11,1)	70 (93,3)	0 (0)	72 (66,7)		
5	0 (0)	0 (0)	1 (1,3)	7 (100)	8 (7,4)		

*Kappa Testi; frekans (yüzde)

Artık Adeziv Endeksi (AAE) Bulgularına Ait Stereomikroskop Görüntüleri

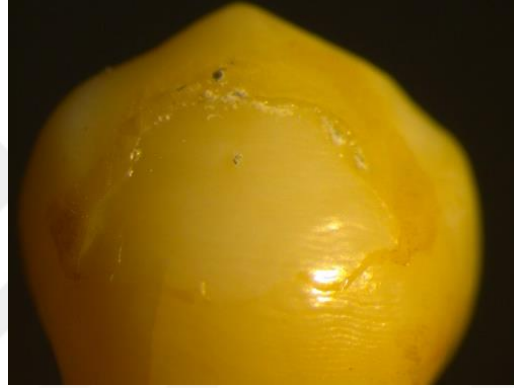
Çalışmamızda artık adezivin tamamının diş yüzeyinde kaldığı yani AAE skoru 1 olan örnek gözlemlenmemiştir. AAE 2 skorunda adezivin %90'dan fazlası diş yüzeyinde kalmıştır (Şekil 4.1). AAE 3 skorunda adezivin %90'dan azı %10'dan fazlası diş yüzeyinde kalmıştır (Şekil 4.2). AAE 4 skorunda adezivin %10'dan azı diş yüzeyinde kalmıştır (Şekil 4.3). AAE 5 skorunda diş yüzeyinde adeziv kalmamıştır (Şekil 4.4).



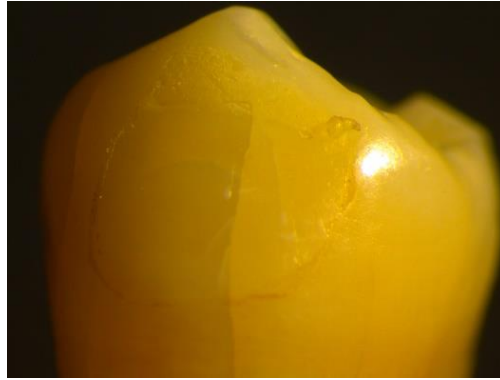
Şekil 4.1. AAE skoru 2 olan örneğe ait stereomikroskop görüntüsü



Şekil 4.2. AAE skoru 3 olan örneğe ait stereomikroskop görüntüsü



Şekil 4.3. AAE skoru 4 olan örneğe ait stereomikroskop görüntüsü



Şekil 4.4. AAE skoru 5 olan örneğe ait stereomikroskop görüntüsü

5.TARTIŞMA

Ortodontik tedavide stabil ve fonksiyonel bir oklüzyonla beraber estetik bir gülümseme elde edilmesi de amaçlanmaktadır. Diş estetiğini belirleyen en önemli faktörlerden biri de renktir. Ancak ortodontik tedavi sırasında ve sonrasında mine bütünlüğü bozulabilmekte ve renk değişiklikleri görülebilmektedir.^{9,12}

Ortodontik tedavi sırasında ve sonrasında mine yüzeyinde gözlemlenen renk değişikliklerinin hastanın diyeti, oral hijyeni, braket materyalinin korozyonu, kullanılan adeziv materyal ve söküm aşamasında yapılan işlemler olduğu birçok çalışmada görülmektedir.^{124,125} İyi bir ortodontik adeziv tedavi süresi boyunca yeterli bağlanma dayanımı sağlayarak ortodontik kuvvetleri dişle iletebilmeli, söküm aşamasında mine yüzeyine hasar vermemeli ve estetik bir görünüme sahip olmalıdır.^{5,6} Braket bağlantısında yaşanan bir başarısızlık, ortodontik tedavi süresinin uzamasına, malzeme ve personelde ek maliyetlere ve hastanın tedaviye uyumunun azalmasına yol açmaktadır.⁸

Tüm bu sebeplerden dolayı kullanılacak ortodontik malzemelerin seçimi ve ortodontik tedavi basamaklarının uygulaması konusunda özen gösterilmesi gerekmektedir.

5.1. Gereç ve Yöntemin Tartışması

Bağlanma dayanımını değerlendiren çalışmalar incelendiğinde insan dişleri ve sığır dişlerinin kullanıldığı görülmektedir.^{62,134} Sığır ve insan keser dişlerinin bağlanma dayanımlarının karşılaştırıldığı bir çalışmada sığır dişleri kullanıldığında %21-44 daha düşük bağlanma dayanımı elde edildiği görülmektedir.¹³⁶ Ortodontik bağlama dayanımını değerlendiren laboratuvar deneylerinde üst keser dişler, premolarlar ve alt kesici dişler dahil olmak üzere birçok diş tercih edilmiştir ve bu durum çalışmaların sonuçlarını birbirleriyle karşılaştırmamıza engel olmaktadır.¹³⁷ Çiğneme fonksiyonu sırasında oluşan kuvvetlerden en çok etkilenen dişlerin posterior dişler olması ve ortodontik tedavi amacıyla çekimi en çok tercih edilen dişlerin premolar dişler olması sebebiyle çalışmamızda insan premolar dişleri tercih edilmiştir, fakat bu dişler toplanırken sağ, sol, üst, alt, birinci veya ikinci premolar ayrımı yapılmamıştır. Dişler farklı bireylerden elde edildiği için minenin organik içeriği ve morfolojik özellikleri açısından aralarında farklar olması kaçınılmazdır.

Çekilen dişler, çalışmaya başlamadan önce bakteri gelişimini önlemek, minenin yapısını ve bütünlüğünü korumak ve dehidratasyonu önlemek amacıyla timol, salin, formalin, distile su ve kloramin T gibi farklı solüsyonlarda saklanmaktadır.¹³⁷ Dişlerin bu solüsyonlar içinde 24 saatten 5 yıla kadar değişen sürelerde depolandığı görülmektedir.¹³⁸ Literatür incelendiğinde hangi solüsyonun kullanılması gerektiğine dair bir standart oluşturulamamıştır.⁹⁵ Çalışmamızda da diğer birçok çalışmada olduğu gibi örnekler % 0,1 timol solüsyonu içerisinde 3 ay boyunca saklanmış, solüsyonlar ayda bir yenilenmiştir.^{43,139} Diş yüzeyine braketler uygulanmadan 1 ay önce timol solüsyonunun polimerizasyonu etkileme ihtimalini ortadan kaldırmak için çekilmiş dişler distile su içerisinde bekletilmiş ve haftada 1 yenilenmiştir.

Bağlanma dayanımı testi yapılırken bıçağın braket tabanına farklı açılarla uygulandığı bir çalışmada açının artmasıyla bağlanma dayanımı kuvvetinin azaldığı tespit edilmiştir.¹⁴⁰ Kuvvetin dişlere paralel bir şekilde aktarılabilmesi ve örneklerin cihazda sabit kalması için dişler dental alçı veya akrilik rezinlere gömülmektedir.^{43,140} Bu çalışmada dişler, 40x20x20 mm boyutlarında dikdörtgenler prizması şeklinde hazırlanan silikon kalıplar kullanılarak soğuk akrilik rezin içerisine yerleştirilmiştir.

Bonding işleminden önce bağlanma dayanımının etkilemesinden endişe edildiği için plak ve organik materyallerin mine yüzeyinden uzaklaştırılması tavsiye edilmiştir.²¹ Bu amaçla birçok çalışmada flor içermeyen polisaj patları veya pomza su karışımıyla lastik frezler ya da kıl fırçalar kullanılarak düşük devirli mikromotorla polisaj işlemi yapılmıştır.^{141,142} Lill ve ark.¹⁴³, 30 gönüllü hastada toplamda 508 dişi değerlendirdikleri klinik çalışmalarında bonding işlemi öncesi bir kadrana polisaj uygularken diğer kuadrana uygulamamışlar ve 3 ay boyunca braket kopmalarını gözlemlemişlerdir. Çalışmanın sonucunda, kendinden asitli adeziv sistemlerde pomzayla polisaj yapılmadığı takdirde bağlanmada 5 kat daha fazla başarısız olduğu rapor edilmiş ve bonding öncesi polisaj tavsiye edilmiştir. 2011 yılında yapılan başka bir klinik çalışmada bonding öncesi iki kadrana pomza ve diğer iki kuadrana florürlü polisaj patı uygulanmış olan 34 hasta 6 ay boyunca gözlemlenmiştir. Çalışmanın sonucunda florür içeren patlarla polisaj yapılan hastalarda başarısızlık oranı anlamlı derecede yüksek bulunmuştur.¹⁴⁴ Çalışmamızda tüm dişler, flor içermeyen polisaj patıyla, yumuşak kıl fırça kullanılarak 10 saniye boyunca

düşük devirde temizlenmiştir. Polisaj yapılan dişler, sonrasında akan suyun altında 20 saniye yıkanmış ve hava su spreyiyle 20 saniye kurutulmuştur.

Carstensen ve ark.²² nın %2, %5 ve %37 lik fosforik asit konsatrasyonlarının bağlanma dayanımına etkisini karşılaştırdıkları çalışmalarında, fosforik asit oranının %37 olduğu grupta bağlanma dayanımı tüm gruplardan yüksek olmasına rağmen %5 fosforik asit kullanılan grupla karşılaştırıldığında anlamlı bir artış görülmemiştir, fakat %2'lik fosforik asit kullanımına göre bağlanma dayanımı anlamlı derecede yüksektir. Bir başka çalışmada %37'lik fosforik asitin 15, 30, 60, 90 ve 120 sn lik uygulamaları karşılaştırılmış ve 120 sn lik uygulamada bağlanma dayanımının anlamlı derecede azaldığı ve 30 snden fazla olan uygulamalarda mine yüzeyinin hasar görebileceği ifade edilmiştir.⁶⁶ Genel olarak, çeşitli yapıştırıcı sistemlerinin üreticileri tarafından %37'lik ortofosforik asit konsantrasyonunun 15-30 sn süreyle uygulanması önerilmektedir. Klinik olarak, bir jeli kontrol etmek, dişeti dokusuna zarar verebilecek ve kontrolsüz kanamaya neden olabilecek bir asit çözeltisinden daha kolay olmaktadır.²¹ Tüm bu sebeplerden dolayı çalışmamızda jel formunda %37'lik ortofosforik asit konsantrasyonunun 30 saniye kullanımı tercih edilmiştir.

Günümüzde ışıkla sertleşen dental kompozitlerin polimerizasyonu için halojen ışık, lazer, plazma ark ve ışık yayan diyot (LED) olmak üzere dört farklı teknoloji kullanılmaktadır. Bu teknolojiler arasında halojen ve LED ışıklar kullanıcılar tarafından en çok tercih edilen ışık kaynaklarıdır.¹⁴⁵ Halojen ışık kaynağının 20 ve 40 sn, LED ışık kaynağının 5 ve 10 sn'lik sürelerde kullanımının bağlanma dayanımına etkisinin değerlendirildiği bir çalışmada her iki ışık kaynağında da ışınlama süresindeki artışın bağlanma dayanımını arttırdığı tespit edilmiştir. Ayrıca bu çalışmada 20 sn halojen ışık ve 5 sn LED ışıkla yapılan ışınlamanın da klinik olarak kabul edilebilir olduğu görülmüş ve hasta başında geçen süreyi azalttığı için kullanımı tavsiye edilmiştir.¹⁴⁵ Mavropoulos ve ark.⁹⁷ LED ışık kaynağının 5 ve 10 sn, halojen ışık kaynağının ise 40 snlik kullanımını karşılaştırdıkları çalışmalarında LED ışık kaynağının 10 sn uygulanmasının halojen ışık kaynağı uygulaması ile benzer bağlanma dayanımı gösterdiğini, fakat LED ışık kaynağının 5 sn lik kullanımında bağlanma dayanımının anlamlı derecede azaldığını bulmuşlardır. Polimerizasyonun her ek saniyesinin bağlanma dayanımını kuvvetini 0.077 MPa arttırdığı gösterilmiştir.⁹⁵ Üşümez ve ark.⁹⁶, 10, 20 ve 40 snlik LED ışık kullanımının bağlanma dayanımına etkisini inceledikleri ve 40 snlik halojen ışık kullanımını kontrol grubu olarak

belirledikleri çalışmalarında, 20 ve 40 snlik LED ışık kullanımının, 40 snlik halojen ışık uygulamasıyla benzer bağlanma dayanımı gösterdiğini fakat 10 snlik LED ışık kullanımının bağlanma dayanımını önemli ölçüde azalttığını tespit etmişlerdir. Çalışmamızda tüm dişler mesial, distal ve braket yüzeyinden 10'ar saniye olmak üzere toplamda 30 sn Woodpecker LED ışık cihazı (Zhengzhou Smile Dental Equipment Co., Ltd. Henan, China) kullanılarak ışınlanmıştır.

Bonding işlemi sonrası 5 dk, 10 dk, 60 dk ve 24 saat boyunca distile suda bekletmenin bağlanma dayanımına etkisinin değerlendirildiği bir çalışmada 24 saat boyunca distile suda bekletilen örneklerde en yüksek bağlanma dayanımı olduğu gözlenmiştir. Bu durum adeziv materyalin devam eden kimyasal reaksiyonunun suda depolama ile arttığını göstermektedir.¹⁴⁶ Bizim çalışmamızda da örnekler bonding işlemi sonrası 37°C' ye sabitlenen etüvde 24 saat bekletilmiştir. Bu işlem sonrasında örnekler A grubunda çay-kahve solüsyonunda, B grubunda kolada ve C grubunda ise distile suda 72 saat boyunca 37°C de sabitlenen etüvde bekletilmiştir. Araştırmacılar, 24 saatlik yapay tedavi süresinin dental renk değişimini araştırmak için çok kısa olduğunu bildirdikleri için çalışmamızda örnekler 72 saat boyunca sıvılarda bekletilmiştir.^{147,148}

Ortodontik bağlanma sistemleri tarafından sağlanan in vitro gücü tahmin etmek için güvenilir bir protokol tanımlanmamıştır. Bu yüzden çalışmamızda en çok kullanılan materyal ve yöntemlerin kullanılmasına özen gösterilmiştir.¹³⁷

Martell-Ramos tarafından yapılan bir çalışmada, bağlanma dayanımı kuvvetlerini in vivo ölçen yeni geliştirilmiş bir debonding cihazı kullanılarak ilk kez in vivo olarak değerlendirme yapılmıştır, fakat bu çalışma in vitro testlerle karşılaştırılmadığından daha fazla çalışmaya ihtiyaç olduğu düşünülmektedir.¹⁴⁹ Pickett ve ark.¹⁴⁹ ortodontik braketlerin in vivo olarak bağlanma kuvvetlerini ölçmek için tasarlanmış debonding aygıtıyla in vitro testlerde altın standart olarak kabul edilen Instron cihazını karşılaştırmışlardır. Bu çalışma sonucunda kapsamlı ortodontik tedaviyi takiben in vivo kaydedilen ortalama bağlanma gücünün, in vitro kaydedilen bağlanma gücünden önemli ölçüde düşük olduğu gözlemlenmiştir. Araştırmacılar bu sonuçların ortodontik tedavi süresi boyunca tükürük, asit, çiğneme kuvvetleri, değişken hasta alışkanlıkları ve ortodontik mekanoterapi gibi çok sayıda ağız içi faktörden kaynaklandığını savunmuşlardır.

Bağlanma dayanımı testi uygulanırken çalışmaların çoğunda kesme bıçağı kullanılmasına rağmen bazı çalışmalarda tel halkaların tercih edildiği görülmektedir. Tel halka kullanılarak braketler koparıldığında kuvvet çekme geriliminin bir bileşenini de içerdiğinden bu yöntem gerçek bir bağlanma dayanımı testi olarak görülmemektedir.⁹⁵

Klocke ve ark.¹⁴²nın, braket tabanı, ligatür oluğu ve braket kanatları olmak üzere üç farklı konumdan kuvvet uygulamanın bağlanma dayanımı sonuçlarına etkisini değerlendirdikleri çalışmalarında, braket tabanından yapılan ölçümler anlamlı derecede yüksek bulunmuştur. Yine bu çalışmada uygulanan kuvvetin braket tabanından ligatür oluğuna yer değiştirmesi durumunda bağlanma dayanımı değerlerinde % 49,3 azalma ve bağlanma başarısızlığında ise % 25 artma görüldüğünü bulmuşlardır. Thomas ve ark.¹⁵⁰ sonlu elemanlar analizi kullanarak yaptıkları çalışmalarında mine yüzeyi ve mine yüzeyinden 300 µm uzakta uygulanan kuvvetlerin oluşturduğu stresler arasında % 48'e varan farklılıklar olduğunu tespit etmişlerdir. Bu nedenle, çalışmalar arası karşılaştırma yapılabilmesi için bağlanma testinde kuvvet konumunun standartlaştırılması ve bağlanma dayanımı testi sonuçlarının dikkatli bir gözle değerlendirilmesi gerekmektedir,

Finnema ve ark.⁹⁵ yapmış olduğu meta-analiz çalışmasında, farklı kesme bıçak tasarımlarının, bağlanma dayanımı sonuçlarını etkileyen deneysel bir durum olarak kabul edilmemesine rağmen daha fazla çalışmaya ihtiyaç duyulduğu düşünülmektedir.

Bıçak hızının dakikada 1 mm' lik bir artışının bağlanma dayanımı kuvvetinde ortalama 1,3 MPa'lık bir artış sağladığı düşünülmektedir.⁹⁵ Bu konuyla ilgili yapılan çalışmalarda farklı sonuçlar bulunmaktadır. Klocke ve Kahl-Nieke'nin⁹⁸ 0,1 mm/dk, 0,5 mm/dk, 1,0 mm/dk ve 5,0 mm/dk olmak üzere dört farklı bıçak hızının bağlanma dayanımına etkisini inceledikleri çalışmalarında gruplar arası istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır. Bishara ve ark.¹⁴¹ 2005 yılında yaptıkları çalışmada bıçak hızının 5 mm/dk'dan 0,5 mm/dk'ya düşmesinin bağlanma dayanımını %57 arttırdığını rapor etmişlerdir. Ağız içinde gerçekleşen braket kopmalarının bu hızlardan çok daha fazla olduğu düşünülmektedir.⁹⁹ Çalışmamızda birçok çalışmada olduğu gibi bağlanma testi esnasında 1mm/dk hızla kuvvet uygulanmıştır.^{60,140}

Birçok araştırmacı renk ölçümü yapmak için dijital kamera ve görüntü sistemleri, kolorimetre, spektoradyometre ve spektrofotometre gibi farklı cihazlardan faydalanmıştır. Kim-Pussateri ve ark.¹¹⁸ SpectroShade ve Vita Easyshade spektrofotometre cihazları ile

ShadeVision ve ShadeScan kolorimetre cihazlarını güvenilirlikleri ve doğrulukları açısından karşılaştırmışlardır. Çalışmanın sonucunda Vita Easysshade cihazının % 92.6 oranla en doğru sonucu verdiğini ve güvenilirlik açısından değerlendirildiğinde ise ShadeScan cihazının anlamlı derecede düşük olduğunu, diğer 3 cihaz arasında anlamlı fark bulunmadığını tespit etmişlerdir.

Dozić ve ark.¹⁵¹ ShadeScan, Vita Easysshade, Ikam, Identacolor II ve ShadeEye renk ölçüm cihazlarını kullanarak yaptıkları çalışmalarında, Vita Easysshade spektrofotometre cihazı, hem in vitro hem de in vivo koşullarda en güvenilir cihaz olarak bulunurken, kolorimetre (ShadeEye, Identacolor II), spektrofotometreden (Easysshade) ve dijital kameradan (Ikam) daha az güvenilir bulunmuştur. Kolay kullanılabilirliği, ulaşılabilir ve güvenilir olmasından dolayı çalışmamızda Vita Easysshade spektrofotometre cihazı (Vita Zahnfabrik, H.Rauter GmbH&Co, Germany) tercih edilmiştir.

Ye ve ark. 'nın¹⁵² %37 fosforik asit+Transbond XT, %37 fosforik asit+Consice ve %10 poliakrilik asit+Fuji Ortho LC olmak üzere üç farklı adeziv ve dört farklı temizleme yöntemini karşılaştırdıkları çalışmalarında mine yüzeyindeki renk değişiminin, adeziv materyal tipinden ve yüzey temizleme yöntemlerinden etkilendiği gösterilmiştir. Bu çalışmada sadece tungsten karbid frez kullanılarak yüzeyin temizlendiği tüm gruplarda ΔE değeri 3,7'den yüksek bulunmuş ve tungsten karbid+PoGo (Polymerized urethane dimethacrylate resin, fine diamond powder, silicon oxide) uygulamasının yapıldığı grupta ise en az renk değişimi gözlemlenmiştir.

Hosein ve ark.⁸⁵ farklı primer sistemlerini kullanarak, yüksek ve düşük devirli 12 bıçaklı tungsten karbid frez kullanımını karşılaştırdıkları çalışmalarında en az mine kaybının kendinden asitli adeziv sistem ve düşük devirli frez kullanımında olduğunu bildirmişlerdir. 2018 yılında yapılmış bir invivo çalışmada 12 bıçaklı tungsten karbid frez kullanımının 24 bıçaklı tungsten karbid frezle karşılaştırıldığında mine yüzeyinde daha az renk değişimine sebep olduğu bildirilmiştir.⁸⁶ Çalışmamızda daha az renk değişimine sebep olduğu için kalan adeziv artıkları 12 bıçaklı tungsten carbid frez kullanılarak düşük devirde temizlemiştir.

5.2 Renk ile İlgili Bulguların Tartışması

Çalışmamızda 4 farklı primer sistemi ve 3 farklı solüsyonun ortodontik tedavide mine yüzeyinde oluşabilecek renk değişikliklerine etkisinin incelenmesi amaçlanmıştır. Renk ölçümü yapılmadan önce tüm dişler, florsuz polisaj patıyla yumuşak kıl fırça kullanılarak 10 sn boyunca düşük devirde temizlenmiş ve sonrasında akan suyun altında 20 saniye yıkanmış ve hava su spreyiyle 20 sn boyunca kurutulmuştur. Dişlerden braket uygulaması öncesinde başlangıç renk ölçüm tayini yapılmıştır. Bonding işleminden sonra örnekler 24 saat boyunca 37°C de sabitlenen etüvde bekletilmiş ve sonrasında A grubunda çay-kahve solüsyonunda, B grubunda kolada ve C grubunda ise distile suda 72 saat boyunca 37°C de sabitlenen etüvde bekletilmiştir. Bu işlem sonrasında dişlere bağlanma dayanımı testi uygulanmıştır. Bağlanma dayanımı testi sonucunda braketler diş yüzeyinden uzaklaştırılmıştır ve mine yüzeyinde kalan kompozit artıkları 12 bıçaklı tungsten karbid frezle temizlenmiştir. Başlangıç renk ölçüm işleminden önce yapıldığı gibi polisaj, yıkama ve kurutma işlemleri uygulanmış ve tekrar renk ölçümü yapılmıştır. Çalışmamızda hata payını önlemek adına her örnek için üçer defa ve her seferinde dişlerin orta üçlüsünden renk tayini yapılmıştır.

Bu çalışmada kullanılan CIE L*a*b* renk sistemi, renk tanımlaması için uluslararası standart olarak kabul edilmekte ve birçok araştırmacı tarafından sıklıkla kullanılmaktadır.^{9,12,108,152} Bu sistemde, mutlak ölçümler L*, a* ve b* koordinatlarının oluşturduğu eksenler kullanılarak renk değerlendirilmesi yapılmakta ve renk değişimi ΔE olarak hesaplanmaktadır. Her örnek için L, a ve b değerlerinin ortalamaları hesaplanmış ve renk ölçümleri arasındaki farkların karşılaştırılması için CIE'nin $\Delta E = [(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2]^{1/2} = [(L_s - L_o)^2 + (a_s - a_o)^2 + (b_s - b_o)^2]^{1/2}$ formülü kullanılarak her örnek için ΔE değeri hesaplanmıştır. ΔE değerinin sıfır olması rengin stabil olduğunu ifade ederken, ΔE 1 in altındaki değerler klinik olarak kabul edilebilir renk değişimini ifade etmektedir ve bu değerler insan gözü tarafından algılanamamaktadır. ΔE değerinin 1'den büyük 3,7'den küçük olması gözle fark edilebilir ancak klinik olarak kabul edilebilir renk değişimini tanımlamaktadır. 3,7'den büyük olan ΔE değerleri ise klinik olarak kabul edilemez renk değişimini ifade etmektedir.^{113,153,154} Diğer birçok çalışmada olduğu gibi çalışmamızda da eşik değer olarak ΔE 'nin 3,7 değeri kabul edilmiş ve bu eşik değer üzerinden renk değerlendirmesi ve ölçümlerin tartışması yapılmıştır.^{12,38, 90,125,127}

Literatür incelendiğinde bazı çalışmalarda farklı asitleme yöntemleri arasında renk değişimine etkileri açısından fark bulunamamıştır.^{9,127} Bazı çalışmalarda ise konvansiyonel sistemlerde daha fazla renk değişimi görülmektedir.^{38,39}

Maatiah ve ark.⁹ %37 fosforik asit+Transbond XT konvansiyonel adeziv sistemi ile Transbond Plus kendinden asitli adeziv sistemini karşılaştırdıkları klinik çalışmalarında, ΔE açısından gruplar arasında anlamlı bir farklılık bulunmamıştır, fakat sabit ortodontik tedaviden sonra erkek hastaların diş rengi değişikliklerinin kadın hastalara göre daha fazla olduğu ve ergen hastaların, yetişkinlere göre daha fazla renk değişikliği gösterdikleri tespit edilmiştir.

Joo ve ark.'nın¹²⁷ Prompt L-Pop ve Transbond Plus kendinden asitli adeziv sistemler ile Ortho Solo ve Transbond konvansiyonel asitleme sistemlerinin, ortodontik tedavi sonucu gözlemlenen renk değişimine etkisini 135 adet çekilmiş premolar diş üzerinde incelemişlerdir. Araştırmacılar aynı zamanda sadece tungsten karbid frez kullanılarak yapılan temizleme işlemiyle tungsten karbid frez kullanımına ek yapılan cilalama işlemlerinin de renk değişimi üzerine etkilerini araştırmışlardır. Çalışmanın sonucunda kendinden asitli sistemlerin, yalnızca tungsten karbid frez kullanılarak temizleme yapıldığında konvansiyonel sisteme göre daha yüksek leke duyarlılığı gösterdiğini fakat ilave cilalama yapıldığında ise sistemler arasında benzer lekelenme duyarlılığının olduğunu tespit etmişlerdir.

Boncuk ve ark.³⁸ konvansiyonel asitleme sistemi, kendinden asitli adeziv sistem ve rezin modifiye cam iyonomer adeziv ile iki farklı temizleme frezi kullandıkları çalışmalarında konvansiyonel sistem ve tungsten karbid frez kullanılan grupta en fazla renk değişikliği görülmesiyle birlikte tüm gruplarda renk değişimi meydana gelmiştir.

Zaher ve ark.³⁹ çekilmiş premolar dişleri kullanarak konvansiyonel pürüzlendirme yöntemi ve iki farklı kendinden asitli adeziv yöntemini karşılaştırdıkları çalışmalarında gruplar arasında ΔE değerleri karşılaştırıldığında anlamlı farklılık bulmuşlardır. Kendinden asitli primerlerin daha az reçine penetrasyonu sağladıkları ve bu yüzden diğer tüm faktörler eşit olduğunda daha az iyatrojenik renk değişikliğine sebep oldukları görülmüştür.

Çalışmamızdaki tüm gruplarda ΔE değeri 3,7 nin üzerinde bulunmuştur ve bu değerler klinik olarak kabul edilemeyen ve gözle görünür renk değişimini ifade etmektedir.

Transbond Plus SEP grubunda, %37'lik ortofosforik asit ve 3m single bond gruplarına göre daha fazla renk değişimi tespit edilmiştir. G-Premio Bond, %37'lik ortofosforik asit ve 3M Single Bond grupları arasında renk değişimi açısından anlamlı bir farklılık görülmemiştir. Transbond Plus SEP grubunda renk değişiminin diğer gruplardan yüksek bulunmasının yüzey artıklarının tamamen temizlenememesinden ve mine prizmalarına penetrasyonunun daha fazla olduğundan kaynaklandığı düşünülmektedir.

Literatürdeki diğer çalışmalar incelendiğinde çalışmamızla benzer olarak çay kahve solüsyonunda en fazla renk değişimi gözlemlenmiştir.^{148,155,156} Kola ve distile su grubunda da gözle görülebilir renk değişimi tespit edilmiştir.

5.3 Bağlanma Dayanımı ile İlgili Bulguların Tartışması

%37 fosforik asit+Transbond XT Primer, 3M Single Bond, G-Premio Bond Universal adeziv ve Transbond Plus Self-Etching Primer (SEP) olmak üzere 4 farklı primer sistemini karşılaştırdığımız çalışmamızda %37 fosforik asit+Transbond XT Primer grubunun bağlanma dayanımının ortalaması diğer gruplardan istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek bulunmuştur fakat diğer tüm grupların bağlanma dayanımı değerleri klinik olarak kabul edilebilir değerlerin üzerinde kaydedilmiştir ve aralarında anlamlı bir farklılık yoktur. %37 fosforik asit+Transbond XT Primer kullanılan grupta bağlanma dayanımı değerlerinin ortalaması $33,5 \pm 13,07$ MPa, 3M Single Bond grubunda $20,57 \pm 4,43$ MPa, Transbond Plus Self-Etching Primer (SEP) grubunda $19,9 \pm 9,79$ MPa, G-Premio bond universal adeziv $20,75 \pm 5,72$ MPa olarak kaydedilmiştir. Çay-kahve, kola ve distile su kullanımının bağlanma dayanımında etkili olmadığı görülmüş ve gruplar arasında anlamlı farklılık bulunamamıştır.

Oncag ve ark.¹⁵⁷ asidik içeceklerin bağlanma dayanımına etkisini in vivo ve in vitro olarak inceledikleri çalışmalarında kola kullanılan hem in vivo hem de invitro grupta en düşük bağlanma dayanımı değerleri görülmüştür ve ortodontik tedavi süresince hem erozyonu arttırdığı hem de bağlanma dayanımını azalttığı için asidik içeceklerin tüketilmemesi tavsiye edilmiştir. Bizim çalışmamızda bu çalışmadan farklı olarak kolanın ve diğer solüsyonların bağlanma dayanımına anlamlı derecede etkisinin olmadığı bulunmuştur. Çalışmalar arasındaki bu farklılığın solüsyonların uygulama süresinden

kaynaklandığı düşünülmektedir çünkü bizim çalışmamızda depolama süresi 72 saat iken araştırmacıların çalışmasında dişler, 3 ay süreyle solüsyona maruz bırakılmıştır.

Literatür incelendiğinde konvansiyonel sistemler ve kendinden asitli sistemlerin bağlanma dayanımına etkisinin incelendiği birçok çalışma görülmektedir.^{44,49,52,56,72} Bizim çalışmamızın sonuçlarına benzer olarak birçok çalışmada kendinden asitli primer sistemler kullanıldığında konvansiyonel sistemlere göre daha düşük bağlanma dayanımı değerleri elde edilmiştir.^{42,44,45,50,158,159} Çok görülmesi de bazı çalışmalarda kendinden asitli primerler ile daha yüksek bağlanma dayanımı değerleri elde edildiği görülmüştür.^{49,160} Bazı çalışmalarda ise gruplar arasında bağlanma değerleri açısından anlamlı bir fark görülebilmiştir.^{46,51,161}

Başaran ve ark.⁵⁰ Prompt L-Pop, Futurabond, Transbond Plus SEP ve %38'lik fosforik asit kullanarak bağlanma dayanımını karşılaştırdıkları çalışmalarında, çalışmamızla benzer olarak konvansiyonel asitleme yönteminin bağlanma dayanımı değerleri diğer gruplardan anlamlı derecede yüksek bulunmuştur ve tüm gruplardaki bağlanma dayanımının klinik olarak yeterli olduğu tespit edilmiştir.

Mansour ve ark.¹⁵⁸ 82 adet alt keser sığır dişleri kullandıkları çalışmalarında, %37 fosforik asit+Transbond XT kullanılan grupta $34,25 \pm 9,42$ MPa, Transbond Plus SEP grubunda $24,64 \pm 9,21$ MPa bağlanma dayanımı değerleri kaydetmişlerdir. Bu çalışma, gruplar arasında anlamlı fark olması ve yüksek bağlanma dayanımı değerleri nedeniyle çalışmamız ile uyum göstermektedir. Bu çalışmada da bizim çalışmamızda olduğu gibi termal siklus uygulanmamış olması ve kuvvet uygulama noktasının braket tabanına yakın olması nedeniyle sığır dişleri kullanılmasına rağmen yüksek bağlanma değerleri elde edildiği düşünülmektedir.^{136,142,162}

Büyükyılmaz ve ark.⁴⁹ nın konvansiyonel sistem ile üç farklı kendinden asitli primeri karşılaştırdıkları çalışmalarında, Transbond Plus SEP kullanılan grubun bağlanma dayanımı asitlenen-yıkanan ve diğer kendinden asitli primerlerden anlamlı derecede yüksek bulunmuş ve $16,0 \pm 6,45$ MPa olarak ölçülmüştür.

Knaup ve ark.¹⁶¹ nın 2021 yılında çekilmiş alt keser dişleri kullanarak yaptıkları çalışmalarında, kendinden asitli primer sistemleri, konvansiyonel pürüzlendirme sistemleriyle kıyaslandığında daha düşük bağlanma dayanımı kuvvetleri göstermelerine rağmen aralarında anlamlı farklılık bulunmamıştır. Tüm bağlama sistemlerinin bağlanma

dayanımı değerleri, klinik performans için gereken minimum 6-10 MPa'nın üzerinde bulunmuştur.²⁷

Chu ve ark.⁴⁴ 2011 yılında yaptıkları çalışmalarında %15 fosforik asit kullandıkları konvansiyonel asitleme grubunda $6,03 \pm 0,46$ MPa, Transbond Plus SEP grubunda ise $3,83 \pm 1,36$ MPa bağlanma dayanımı değerleri tespit etmişlerdir. Bu değerler bizim çalışmamızda bulunan değerlerden oldukça düşüktür. Çalışmamızdan farklı olarak bu çalışmada gerilme bağlanma dayanımı testi uygulanmıştır ve gerilme kuvvetlerinin 2mm/dk'lık hızlar ile yapıldığı görülmüştür.

Bağlanma dayanımı testlerinde kuvvetin uygulama yerinin, uzaklığının ve yönünün bağlanma dayanımı testinin sonuçlarını etkilediği bildirilmesine rağmen birçok çalışmada bu bilgilere yer verilmediği görülmektedir. Bu durum çalışmalar arasında farklı sonuçlar elde edilmesini açıklamaktadır.^{95,140,142}

Braketler koptuktan sonra diş yüzeyinde kalan artık adeziv miktarını değerlendirmek amacıyla literatürde en çok iki endeks karşımıza çıkmaktadır. Bu endeksler Artun ve Bergland (1984) ve Bishara (1990) tarafından kullanılan endekslerdir.^{133,134}

Artun ve Bergland¹³³ tarafından tanıtılan endekste;

0= diş üzerinde hiç artık adeziv yoktur.

1= adezivin %0'ı ile %50'si arası diş üzerinde kalmıştır.

2= adezivin %50'si ile %100'ü arası diş üzerinde kalmıştır.

3= yapıştırıcının tamamı diş üzerinde kalmıştır şeklinde skorlanmıştır.

Bishara ve Trulove¹³⁴ tarafından tanıtılan kullanılan endekste;

1= adezivin tamamı diş üzerinde kalmıştır.

2= adezivin %100'ü ile %90'ı arası diş üzerinde kalmıştır.

3= adezivin %90'ı ile %10'u arası diş üzerinde kalmıştır

4=adezivin %10'u ile %0'ı arası diş üzerinde kalmıştır.

5= diş üzerinde hiç adeziv kalmamıştır şeklinde skorlanmıştır.

Çalışmamızda diğer birçok çalışmada kullanılan Bishara ve Trulove'nın endeksi kullanılmıştır.^{45,49,161} Çalışmamızda dış yüzeyinde kalan artık adeziv miktarı iki gözlemci tarafından ayrı ayrı skorlanmıştır. İki gözlemcinin sonuçları arasında istatistiksel olarak anlamlı ve yüksek uyum bulunmuştur. Kullanılan solüsyonlara göre değerlendirme yapıldığında gruplar arasında AAE skorları dağılımı arasında fark bulunamamıştır.

Braket kopmaları; braket tabanı ve adeziv arasında, adezivin kendi içinde ve mine yüzeyi ile adeziv arasında görülebilmektedir.¹³⁴ Braketler çıkarıldıktan sonra dış yüzeyinde kalan artık adezivin yorumlanmasında iki ana görüş mevcuttur. Bu görüşlerden ilki adezivin büyük oranda braket tabanında kaldığı yani braket tabanı ve adeziv arasında bağlanma iyi olduğu durumda mine yüzeyinde daha az artık adeziv kalmaktadır. Bu durumda söküm aşamasında mine yüzeyinde kırık ve çatlak görülme ihtimali artmaktadır. Mine yüzeyi ve adeziv arasındaki bağlantının yüksek olduğu durumlarda ise mine yüzeyinde artık adeziv daha fazla kalmaktadır. Böyle durumlarda da artık adezivi temizleme sırasında mineye zarar verme ihtimali oluşmakta ve hasta başında geçen zaman artmaktadır.⁵⁶ Bizim çalışmamızda hiçbir örnekte adeziv braketin iziyle birlikte tamamıyla dış yüzeyinde kalmamıştır. Çalışmamızda AAE skorları karşılaştırıldığında konvansiyonel sistemin kullanıldığı grupta %37,5, 3M Single Bond grubunda %90, Transbond Plus SEP grubunda %60 ve G-Premio bond grubunda %87,5 oranında ve toplam örneklerde %75 oranında en yüksek olarak 4 AAE skoru görülmüştür. Örneklerde kopmalar daha çok adeziv mine arasında gerçekleşmiştir ve braket tabanında kalan adeziv miktarı daha fazladır. Konvansiyonel sistemin kullanıldığı grupta %25 AAE 2 skoru, %29,2 AAE 3 skoru ve %37,5 AAE 4 skoru elde edilmiştir. Çalışmamızda en yüksek bağlanma dayanımının elde edildiği grup olan konvansiyonel sistem grubunun, diğer gruplara göre düşük AAE skorlarında yani mine yüzeyinde kalan adeziv miktarının daha fazla olduğu AAE skorlarında daha fazla sayıda örnek içerdiği gözlemlenmiştir

Literatürde bizim çalışmamızda olduğu gibi AAE skorları açısından konvansiyonel sistem ve kendinden asitli primer sistemleri arasında benzer skorlar görülen çalışmalar mevcuttur. Kitayama ve ark.¹⁶³ 2 farklı konvansiyonel sistem ve 2 farklı kendinden asitli primer sisteminin bağlanma dayanımına etkisini karşılaştırdıkları çalışmalarında çalışmamızda olduğu gibi metal braketler kullanılmış ve gruplar arasında benzer AAE skorları tespit edilmiştir. Çalışmamızla benzer olarak kopmaların genellikle adeziv mine ara yüzeyinde gerçekleştiği görülmüştür.

Scougall- Vilchis ve ark.⁴⁸ konvansiyonel sistem ve 4 farklı kendinden asitli primer sistemini karşılaştırdıkları çalışmalarında çalışmamızla benzer olarak kopmalar çoğunlukla adeziv mine yüzeyi arasında gözlemlenmiştir. Konvansiyonel sistem kullanılan grupta mine yüzeyinde kalan artık adezivin fazla olduğu örnek sayısı, çalışmamızla benzer şekilde diğer gruplardan daha fazladır.

Bağlanma dayanımı değerlerinin yüksek olması mine yüzeyinde kalan artık adeziv miktarının fazla olmasıyla doğrudan ilişkilendirilmiştir.²² Kendinden asitli sistemlerde mine yüzeyinde kalan artık adeziv miktarının az olması, asit miktarlarının az olması ve mine yüzeyinde mikropöröz alanlar oluşturmamaları bu yüzden de mineye bağlanma dayanımı değerlerinin düşük olmasıyla ilişkilendirilmiştir. Fakat bir başka görüş de bağlanma dayanımı değerlerinin sadece mine yüzeyinde kalan artık adeziv miktarına bağlı olmadığı, braket tabanı tasarımı, asitleme prosedürleri ve kullanılan adeziv çeşitleri gibi birçok faktörün etkili olduğu yönündedir.¹⁶⁴

Ağız ortamının ısı değişimleri, tükürük yapısı, asit düzeyi, plak miktarı gibi birçok değişkenin etkilediği kompleks bir yapı olduğu ve her bireyin farklı beslenme, ağız hijyeni ve çiğneme alışkanlıkları olduğu göz önünde bulundurulduğunda bu şartların in vitro deneylerle elde edilmesi oldukça zordur ve in vivo deneylerden farklı sonuçlar elde edilebilmektedir.¹⁶⁵ Bu yüzden bağlanma dayanımı testleri ve renk değişikliği ölçümlerinin klinik çalışmalarla desteklenmesi gerekmektedir.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

1. Transbond XT primer konvansiyonel adeziv sistemi, Transbond Plus SEP primer tek basamaklı kendinden asitli adeziv sistem ve universal adeziv sistem sınıflandırmasına dahil olan 3M Single Bond ve G-Premio Bond olmak üzere çalışmamızda kullanılan tüm sistemlerin bağlanma dayanımının klinik olarak yeterli olduğu tespit edilmiştir.
2. Çalışmamızda %37 ortofosforik asit+Transbond XT primer kullanılan gruptaki bağlanma dayanımı diğer tüm gruplardan istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek bulunmuştur.
3. Transbond Plus SEP primer grubunun ΔE ortalaması, Transbond XT primer ve 3M Single Bond gruplarından yüksek bulunmuştur.
4. Çalışmamızda kullanılan çay-kahve, kola ve distile su solüsyonlarının bağlanma dayanımına etkileri üzerinde anlamlı bir fark olmadığı bulunmuştur.
5. Çay- kahve solüsyonunun kullanıldığı gruptaki ΔE ortalaması distile sudan anlamlı derece yüksek bulunmuştur ve çalışmamızda kullanılan tüm solüsyonların renk değişikliğine sebep olduğu görülmüştür.
6. Çalışmamızda en fazla renk değişimi çay-kahve solüsyonu ve Transbond Plus SEP primer kullanıldığı zaman görülmüştür. Diğer primer gruplarının renk değişimine etkileri arasında anlamlı bir farklılık bulunmamıştır.

7. KAYNAKLAR

1. **Gange P.** The evolution of bonding in orthodontics. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* **2015**;147(4): 56-63.
2. **Buonocore MG.** A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces. *J Dent Res.* **1955**;34(6):849-53.
3. **Newman GV.** Epoxy adhesives for orthodontic attachments: progress report. *Am J Orthod.* **1965**;51(12):901-12.
4. **Zachrisson BU.** A posttreatment evaluation of direct bonding in orthodontics. *Am J Orthod.* **1977**;71(2):173-89.
5. **Millett D, Mandall N, Hickman J, Mattick R, Glenny A-M.** Adhesives for fixed orthodontic bands: A systematic review. *Angle Orthod.* **2009**;79(1):193-9.
6. **Ryu C, Namura Y, Tsuruoka T, Hama T, Kaji K, et al.** The use of easily debondable orthodontic adhesives with ceramic brackets. *Dent Mater J.* **2011**;30(5):642-7.
7. **Powers JM, Kim HB, Turner DS.** Orthodontic adhesives and bond strength testing. *Semin Orthod.* **1997**;3(3):147-56.
8. **Khan H, Mheissen S, Iqbal A, Jafri AR, Alam MK.** Bracket Failure in Orthodontic Patients: The Incidence and the Influence of Different Factors. *BioMed Res Int.* **2022**;1-5.
9. **Al Maaitah EF, Omar AAA, Al-Khateeb SN.** Effect of fixed orthodontic appliances bonded with different etching techniques on tooth color: a prospective clinical study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* **2013**;144(1):43-9.
10. **Van Waes H, Matter T, Krejci I.** Three-dimensional measurement of enamel loss caused by bonding and debonding of orthodontic brackets. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* **1997**;112(6):666-9.
11. **Sandison R.** Tooth surface appearance after debonding. *Br J Orthod.* **1981**;8(4):199-201.
12. **Eliades T, Gioka C, Heim M, Eliades G, Makou M.** Color stability of orthodontic adhesive resins. *Angle Orthod.* **2004**;74(3):391-3.
13. **Silverstone L, Saxton C, Dogon IL, Fejerskov O.** Variation in the pattern of acid etching of human dental enamel examined by scanning electron microscopy. *Caries Res.* **1975**;9(5):373-87.
14. **Maijer R, Smith D.** Corrosion of orthodontic bracket bases. *Am J Orthod.* **1982**;81(1):43-8.
15. **Eligüzeloğlu E.** Son Donem Geliştirilen Adeziv Sistemler. *Ondokuz Mayıs Univ Dis Hekim Fak Derg.* **2009**;10(1):22-9.
16. **Perdigao J, Swift E, Walter R.** *Sturdevant's Art and Science of Operative Dentistry.* 6th. ,Ed. Elsevier, Missouri, **2014**,114-40.
17. **Meerbeek BV, Yoshihara K, Van Landuyt K, Yoshida Y, Peumans M.** From Buonocore's Pioneering Acid-Etch Technique to Self-Adhering Restoratives. A Status Perspective of Rapidly Advancing Dental Adhesive Technology. *J Adhes Dent.* **2020**;22(1):7-34.
18. **Patcas R, Eliades T.** *Orthodontic Applications of Biomater*, 1st. Ed., Elsevier, Missouri, **2017**,221-39.
19. **Simmer JP, Hu JCC.** Dental enamel formation and its impact on clinical dentistry. *J Dent Educ.* **2001**; 65(9):896-905.

20. **Li ZZ, Code JE, Van de Merwe WP.** Er: YAG laser ablation of enamel and dentin of human teeth: determination of ablation rates at various fluences and pulse repetition rates. *Lasers Surg Med.* **1992**;12(6):625-30.
21. **Øgaard B, Fjeld M.** The enamel surface and bonding in orthodontics. *Semin Orthod.* **2010**;16(1):37-48.
22. **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.
23. **Vicente A, Bravo LA, Romero M, José Ortiz A, Canteras M.** A comparison of the shear bond strength of a resin cement and two orthodontic resin adhesive systems. *Angle Orthod.* **2005**;75(1):109-13.
24. **Galil KA, Wright GZ.** Acid etching patterns on buccal surfaces of permanent teeth. *Pediatr Dent.* **1979**;1(4):230-4.
25. **Cevlek N, Atabek D.** Adeziv sistemlerde güncel yaklaşımlar. *Turk J Clin Lab.* **2020**;11(3):193-202.
26. **Jurišić S, Jurišić G, Jurić H.** Influence of adhesives and methods of enamel pretreatment on the shear bond strength of orthodontic brackets. *Acta Stomatol Croat.* **2015**;49(4):269-74.
27. **Reynolds I.** A review of direct orthodontic bonding. *Br J Orthod.* **1975**;2(3):171-8.
28. **Retief D.** Failure at the dental adhesive—etched enamel interface. *J Oral Rehab.* **1974**;1(3):265-84.
29. **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.
30. **Van Meerbeek B, De Munck J, Yoshida Y, Inoue S, Vargas M, et al.** Adhesion to enamel and dentin: current status and future challenges. *Oper Dent.* **2003**;28(3):215-35.
31. **Tüfek E, Buket A.** Diş Hekimliğinde Adeziv Sistemler. *J Dent Fac Atatürk Uni.* **2019**;29(2):340-9.
32. **Zhu JJ, Tang AT, Matinlinna JP, Hägg U.** Acid etching of human enamel in clinical applications: a systematic review. *J Prosth Dent.* **2014**;112(2):122-35.
33. **Van Meerbeek B, Van Landuyt K, De Munck J, Hashimoto M, Peumans M, et al.** Technique-sensitivity of contemporary adhesives. *Dent Mater J.* **2005**;24(1):1-13.
34. **Pivetta MR, Moura SK, Barroso LP, Lascala AC, Reis A, et al.** Bond strength and etching pattern of adhesive systems to enamel: effects of conditioning time and enamel preparation. *J Esthet Restor Dent.* **2008**;20(5):322-35.
35. **Peumans M, De Munck J, Van Landuyt K, Lambrechts P, Van Meerbeek B.** Three-year clinical effectiveness of a two-step self-etch adhesive in cervical lesions. *Eur J Oral Sci.* **2005**;113(6):512-8.
36. **Van Dijken J.** Clinical evaluation of three adhesive systems in class V non-cariou lesions. *Dent Mater J.* **2000**;16(4):285-91.
37. **Inoue S, Vargas MA, Abe Y, Yoshida Y, Lambrechts P, et al.** Microtensile bond strength of eleven contemporary adhesives to dentin. *J Adhes Dent.* **2001**;3(3):237-45.
38. **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.
39. **Zaher AR, Abdalla EM, Abdel Motie MA, Rehman NA, Kassem H, et al.** Enamel colour changes after debonding using various bonding systems. *J Orthod.* **2012**;39(2):82-8.

40. **Milia E, Cumbo E, Cardoso JA, Gallina G.** Current dental adhesives systems. A narrative review. *Curr Pharm Des.* **2012**;18(34):5542-52.
41. **Eliades T.** Orthodontic materials research and applications: part 1. Current status and projected future developments in bonding and adhesives. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* **2006**;130(4):445-51.
42. **Yamada R, Hayakawa T, Kasai K.** Effect of using self-etching primer for bonding orthodontic brackets. *Angle Orthod.* **2002**;72(6):558-64.
43. **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.
44. **Chu CH, Ou KL, Dong DR, Huang HM, Tsai HH, et al.** Orthodontic bonding with self-etching primer and self-adhesive systems. *Eur J Orthod.* **2011**;33(3):276-81.
45. **Zope A, Zope-Khalekar Y, Chitko SS, Kerudi VV, Patil HA, et al.** Comparison of self-etch primers with conventional acid etching system on orthodontic brackets. *J Clin Diagn Res.* **2016**;10(12):19-22.
46. **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.
47. **Cal-Neto JP, Carvalho F, Almeida RCC, Miguel JAM.** Evaluation of a new self-etching primer on bracket bond strength in vitro. *Angle Orthod.* **2006**;76(3):466-9.
48. **Vilchis RJS, Yamamoto S, Kitai N, Yamamoto K.** Shear bond strength of orthodontic brackets bonded with different self-etching adhesives. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* **2009**;136(3):425-30.
49. **Buyukyilmaz T, Usumez S, Karaman AI.** Effect of self-etching primers on bond strength—are they reliable? *Angle Orthod.* **2003**;73(1):64-70.
50. **Başaran G, Özer T, Devecioğlu Kama J.** Comparison of a recently developed nanofiller self-etching primer adhesive with other self-etching primers and conventional acid etching. *Eur J Orthod.* **2009**;31(3):271-5.
51. **Scougall-Vilchis RJ, Ohashi S, Yamamoto K.** Effects of 6 self-etching primers on shear bond strength of orthodontic brackets. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* **2009**;135(4):421-4.
52. **Trites B, Foley TF, Banting D.** Bond strength comparison of 2 self-etching primers over a 3-month storage period. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* **2004**;126(6):709-16.
53. **O'reilly M, Featherstone J.** Demineralization and remineralization around orthodontic appliances: an in vivo study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* **1987**;92(1):33-40.
54. **Valk J, Davidson C.** The relevance of controlled fluoride release with bonded orthodontic appliances. *J Dent.* **1987**;15(6):257-60.
55. **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.
56. **Bishara SE, Ostby AW, Laffoon JF, Warren J.** Shear bond strength comparison of two adhesive systems following thermocycling: a new self-etch primer and a resin-modified glass ionomer. *Angle Orthod.* **2007**;77(2):337-41.
57. **Chen C, Niu L-N, Xie H, Zhang Z-Y, Zhou L-Q, et al.** Bonding of universal adhesives to dentine—Old wine in new bottles? *J Dent.* **2015**;43(5):525-36.

58. **Muñoz MA, Luque I, Hass V, Reis A, Loguercio AD, et al.** Immediate bonding properties of universal adhesives to dentine. *J Dent.* **2013**;41(5):404-11.
59. **Perdigão J, Swift Jr EJ.** Universal adhesives. *J Esthet Restorative Dent.* **2015**;27(6):331-4.
60. **Tayebi A, Fallahzadeh F, Morsaghian M.** Shear bond strength of orthodontic metal brackets to aged composite using three primers. *J Clin Exp Dent.* **2017**;9(6):749-55.
61. **Karadaş M, Hatipoğlu Ö, Ateş SM.** Universal Adezivlerin Mineye Bağlanma Dayanımının Değerlendirilmesi. *J Dent Fac Atatürk Uni.* **2018**;28(2):204-9.
62. **Shapinko Y, Eleftheriadi I, Brosh T, Adler-Abramovich L, Davidovitch M, et al.** Evaluation of an orthodontic adhesive with combined primer and composite. *J Stomatol.* **2018**;8(6):205-16.
63. **Newman GV, Facq JM.** The effects of adhesive systems on tooth surfaces. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* **1971**;59(1):67-75.
64. **Mura F, Nakagawa K, Ishizaki A.** Scanning electron microscopic studies on the direct bonding system. *Bull Tokyo Med Dent Uniy.* **1973**;20(3):245-60.
65. **Goes MFd, Sinhoreti M, Consani S, Silva M.** Morphological effect of the type, concentration and etching time of acid solutions on enamel and dentin surfaces. *Braz Dent J.* **1998**;9(1):3-10.
66. **Wang WN, Lu TC.** Bond strength with various etching times on young permanent teeth. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* **1991**;100(1):72-9.
67. **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.
68. **Sheen DH, Wang WN, Tarng TH.** Bond strength of younger and older permanent teeth with various etching times. *Angle Orthod.* **1993**;63(3):225-30.
69. **Berk N, Başaran G, Özer T.** Comparison of sandblasting, laser irradiation, and conventional acid etching for orthodontic bonding of molar tubes. *Eur J Orthod.* **2008**;30(2):183-9.
70. **Üşümez S, Orhan M, Malkoç S.** Er, Cr: VSGG hidrokinetik laser sistemiyle mine pürüzlendirilmesinin ortodontik aparatların yapışma kuvvetine etkisi. *Cumhuriyet Üni Diş Hek Fak Derg.* **2000**;3(1):6-9.
71. **Rodríguez-Vilchis LE, Contreras-Bulnes R, Olea-Mejía OF, Sánchez-Flores I, Centeno-Pedraza C.** Morphological and structural changes on human dental enamel after Er: YAG laser irradiation: AFM, SEM, and EDS evaluation. *Photomed Laser Surg.* **2011**;29(7):493-500.
72. **Bishara SE, Gordan VV, VonWald L, Olson ME.** Effect of an acidic primer on shear bond strength of orthodontic brackets. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* **1998**;114(3):243-7.
73. **Eversole LR, Rizoju IM.** Preliminary investigations on the utility of an erbium, chromium YSGG laser. *J Calif Dent Assoc.* **1995**;23(12):41-7.
74. **Hossain M, Nakamura Y, Yamada Y, Suzuki N, Murakami Y, et al.** Analysis of surface roughness of enamel and dentin after Er, Cr: YSGG laser irradiation. *J Clin Laser Med Surg.* **2001**;19(6):297-303.
75. **Roberts-Harry DP.** Laser etching of teeth for orthodontic bracket placement: a preliminary clinical study. *Lasers Surg Med.* **1992**;12(5):467-70.

76. **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.
77. **Canay Ş, Kocadereli İI, Akça E.** The effect of enamel air abrasion on the retention of bonded metallic orthodontic brackets. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* **2000**;117(1):15-9.
78. **Çağlaroğlu M, Çatalbaş B, Gelgör E.** Farklı yöntemlerle pürüzlendirilmiş mine yüzeylerinin fotoğraflık görüntülerinin karşılaştırılması. *J Dent Fac Atatürk Uni.* **2012**;2012(2):154-9.
79. **Wang WN, Tarng TH.** Evaluation of the sealant in orthodontic bonding. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* **1991**;100(3):209-11.
80. **Zachrisson B, Usumez S, Buyukyilmaz T.** *Orthodontics: Current Principles and techniques*. 6th. Ed., Mosby, Missouri, **2017**;812-40.
81. **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.
82. **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.
83. **Oliver R, Griffiths J.** Different techniques of residual composite removal following debonding—time taken and surface enamel appearance. *Br J Orthod.* **1992**;19(2):131-7.
84. **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.
85. **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.
86. **Gorucu–Coskuner H, Atik E, Taner T.** Tooth color change due to different etching and debonding procedures. *Angle Orthod.* **2018**;88(6):779-84.
87. **Jefferies SR.** Abrasive finishing and polishing in restorative dentistry: a state-of-the-art review. *Dent Clin North Am.* **2007**;51(2):379-97.
88. **Zachrisson BU, Årthun J.** Enamel surface appearance after various debonding techniques. *Am J Orthod.* **1979**;75(2):121-37.
89. **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(20):1991-2001.
90. **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.
91. **Powers J, Tate W.** *Dental Hard Tissues and Bonding*. 5th. Ed., Springer, Germany, **2005**,53-57.
92. **De Munck Jd, Van Landuyt K, Peumans M, Poitevin A, Lambrechts P, et al.** A critical review of the durability of adhesion to tooth tissue: methods and results. *J Dent Res.* **2005**;84(2):118-32.
93. **Aksoy A, Şahin Ş.** Ortodontide Kullanılan Materyallerin ve Adeziv Sistemlerin Tutuculuklarına Genel Bir Bakış. *BSJ Health Sci.* **2018**;1(3):58-69.
94. **Fox NA, McCabe JF, Buckley JG.** A critique of bond strength testing in orthodontics. *Br J Orthod.* **1994**;21(1):33-43.

95. **Finnema KJ, Özcan M, Post WJ, Ren Y, Dijkstra PU.** In-vitro orthodontic bond strength testing: a systematic review and meta-analysis. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* **2010**;137(5):615-22.
96. **Üşümez S, Büyükyılmaz T, Karaman A.** Effect of light-emitting diode on bond strength of orthodontic brackets. *Angle Orthod.* **2004**;74(2):259-63.
97. **Mavropoulos A, Staudt C, Kiliaridis S, Krejci I.** Light curing time reduction: in vitro evaluation of new intensive light-emitting diode curing units. *Eur J Orthod.* **2005**;27(4):408-12.
98. **Klocke A, Kahl-Nieke B.** Influence of cross-head speed in orthodontic bond strength testing. *Dent Mater.* **2005**;21(2):139-44.
99. **Eliades T, Brantley W.** The inappropriateness of conventional orthodontic bond strength assessment protocols. *Eur J Orthod.* **2000**;22(1):13-23.
100. **Wee AG.** *Contemporary Fixed Prosthodontics.* 4th. Ed., Mosby, St Louis, **2006**, 710-2.
101. **Paravina R, Powers J.** *Esthetic Color Training in Dentistry.* 1st. Ed., Mosby, Missouri, **2004**,165-74.
102. **Crisp S, Abel G, Wilson AD.** The quantitative measurement of the opacity of aesthetic dental filling materials. *J D Res.* **1979**;58(6):1585-96.
103. **Agrawal V, Kapoor S.** Color and shade management in esthetic dentistry. *Univ Res J Dent.* **2013**;3(3):120-7.
104. **Chu SJ.** Clinical steps to predictable color management in aesthetic restorative dentistry. *Dent Clin North Am.* **2007**;51(2):473-85.
105. **Bartoli D.** *In the Studios of Paris: William Bouguereau & his American Student*, 1st. Ed., The Philbrook Museum of Art, Okla, **2006**,15-60
106. **Cochrane S.** The Munsell Color System: A scientific compromise from the world of art. *Studies in History and Philosophy of Science Part A*, **2014**,47:26-41.
107. **O'brien WJ.** *Dental materials and their selection..* 4th. Ed., Quintessence, Chicago, **2002**,25-38.
108. **O'Brien WJ, Hemmendinger H, Boenke KM, Linger JB, Groh CL.** Color distribution of three regions of extracted human teeth. *Dent Mater.* **1997**;13(3):179-85.
109. **Fondriest J.** Shade matching in restorative dentistry: the science and strategies. *Int J Periodontics Restorative Dent.* **2003**;23(5):467-80.
110. **Berns RS.** *Billmeyer and Saltzman's principles of color technology.* 4th. Ed., John Wiley & Sons, New York, **2019**,51-83.
111. **Rosenstiel S, Land M, Fujimoto J.** *Contemporary fixed prosthodontics.* 4th. Ed., Mosby, Missouri, **2004**,165-74.
112. **Köroğlu A, Makhloota M, Bal BT.** A Review of Color Matching in Dentistry. *Med Records.* **2021**;3(1):44-9.
113. **Johnston W, Kao E.** Assessment of appearance match by visual observation and clinical colorimetry. *J D Res.* **1989**;68(5):819-22.
114. **Okubo SR, Kanawati A, Richards MW, Childressd S.** Evaluation of visual and instrument shade matching. *J Prosthet Dent.* **1998**;80(6):642-8.

115. **Joiner A.** Tooth colour: a review of the literature. *J Dent.* **2004**;32(Suppl. 1):3–12.
116. **Kurt M, Turhan Bal B, Bal C.** Güncel Renk Ölçüm Yöntemleri: Sistematik Derleme. *Türkiye Klinikleri J Dental Sci.* **2016**;22(2):130-46.
117. **Chu SJ, Trushkowsky RD, Paravina RD.** Dental color matching instruments and systems. Review of clinical and research aspects. *J Dent.* **2010**;38(Suppl 2):2-16.
118. **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.
119. **Paul S, Peter A, Pietrobon N, Hämmerle C.** Visual and spectrophotometric shade analysis of human teeth. *J D Res.* **2002**;81(8):578-82.
120. **Greenwall L.** *Bleaching techniques in restorative dentistry: An illustrated guide.* 1st. Ed., Informa healthcare, London, **2001**,1-21.
121. **Ten Bosch J, Coops J.** Tooth color and reflectance as related to light scattering and enamel hardness. *J Dent Res.* **1995**;74(1):374-80.
122. **Addy M, Moran J.** Mechanisms of stain formation on teeth, in particular associated with metal ions and antiseptics. *Adv Dent Res.* **1995**;9(4):450-6.
123. **Watts A, Addy M.** Tooth discolouration and staining: a review of the literature. *Br Dent J.* **2001**;190(6):309-16.
124. **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): 531-7.
125. **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. *Türk J Med Sci.* **2015**;45(6):1421-8.
126. **Dietschi D, Campanile G, Holz J, Meyer J-M.** Comparison of the color stability of ten new-generation composites: an in vitro study. *Dent Mater.* **1994**;10(6):353-62.
127. **Joo H-J, Lee Y-K, Lee D-Y, Kim Y-J, Lim Y-K.** Influence of orthodontic adhesives and clean-up procedures on the stain susceptibility of enamel after debonding. *Angle Orthod.* **2011**;81(2):334-40.
128. **Tunca M, Kaya Y.** Effect of various orthodontic adhesives on enamel colour changes after fixed treatment. *J Orofac Orthop.* **2021**;1-9.
129. **DeLong R, Douglas WH.** An artificial oral environment for testing dental materials. *IEEE Trans Biomed Eng.* **1991**;38(4):339-45.
130. **Palmer D, Barco M, Billy E.** Temperature extremes produced orally by hot and cold liquids. *J Prosthet Dent.* **1992**;67(3):325-7.
131. **Tekçe N, Demirci M, Tuncer S, Tuncer S.** Dentin bağlayıcı sistemlerin bağlanma dayanıklılığını değerlendirme yöntemleri. *J Istanbul Univ Fac Dent.* **2013**;47(1):73-91.
132. **Tavares MLQ, Elias CN, Nojima LI.** Effects of different primers on indirect orthodontic bonding: Shear bond strength, color change, and enamel roughness. *Korean J Orthod.* **2018**;48(4):245-52.
133. **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.

134. **Bishara SE, Trulove TS.** Comparisons of different debonding techniques for ceramic brackets: An in vitro study: Part II. Findings and clinical implications. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* **1990**; 98(3):263-73.
135. **IBM-Corporation.** IBM SPSS V23 Statistics for Windows. In: IBM-Corporation Armonk, NY, USA, 2015.
136. **Oesterle LJ, Shellhart WC, Belanger GK.** The use of bovine enamel in bonding studies. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* **1998**;114(5):514-19.
137. **Eliades T, Brantley W.** Bond strength and its limited role in assessing efficacy. In: Orthodontic Applications of Biomaterials: *A Clinical Guide*, **2017**,179-89.
138. **Williams V, Svare C.** The effect of five-year storage prior to bonding on enamel/composite bond strength. *J Dent Res.* **1985**;64(2):151-4.
139. **Bulut H, Kaya A, Turkun M.** Tensile bond strength of brackets after antioxidant treatment on bleached teeth. *Eur J Orthod.* **2005**;27(5):466-71.
140. **Klocke A, Kahl-Nieke B.** Effect of debonding force direction on orthodontic shear bond strength. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* **2006**;129(2):261-5.
141. **Bishara SE, Soliman M, Laffoon J, Warren JJ.** Effect of changing a test parameter on the shear bond strength of orthodontic brackets. *Angle Orthod.* **2005**;75(5):832-5.
142. **Klocke A, Kahl-Nieke B.** Influence of force location in orthodontic shear bond strength testing. *Dent mater.* **2005**;21(5):391-6.
143. **Lill DJ, Lindauer SJ, Tüfekçi E, Shroff B.** Importance of pumice prophylaxis for bonding with self-etch primer. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* **2008**;133(3):423-6.
144. **Talic NF.** Effect of fluoridated paste on the failure rate of precoated brackets bonded with self-etching primer: a prospective split-mouth study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* **2011**;140(4):527-30.
145. **Gupta SP, Shrestha BK.** Shear bond strength of a bracket-bonding system cured with a light-emitting diode or halogen-based light-curing unit at various polymerization times. *Clin Cosmet Investig Dent.* **2018**;10(10):61-7.
146. **Yamamoto A, Yoshida T, Tsubota K, Takamizawa T, Kurokawa H, et al.** Orthodontic bracket bonding: enamel bond strength vs time. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* **2006**;130(4):431-5.
147. **Stober T, Gilde H, Lenz P.** Color stability of highly filled composite resin materials for facings. *Dent Mater.* **2001**;17(1):87-94.
148. **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.
149. **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.
150. **Thomasa RL, de Rijk WG, Evans CA.** Tensile and shear stresses in the orthodontic attachment adhesive layer with 3D finite element analysis. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* **1999**; 116(5):530-2.
151. **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.

152. **Ye C, Zhao Z, Zhao Q, Du X, Ye J, et al.** Comparison of enamel discoloration associated with bonding with three different orthodontic adhesives and cleaning-up with four different procedures. *J Dent.* **2013**;41(Suppl 5):35-40.
153. **Miyasaka M, Miura H, Nagatomi H, Yoshimine M.** The effects of various finishing materials on the gloss and the color change of indirect prosthetic resin composites. *J Med Dent Sci.* **2008**;55(1):1-6
154. **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.
155. **Yannikakis SA, Zissis AJ, Polyzois GL, Caroni C.** Color stability of provisional resin restorative materials. *J Prosthet Dent.* **1998**;80(5):533-9.
156. **Scotti R, Mascellani SC, Forniti F.** The in vitro color stability of acrylic resins for provisional restorations. *Int J Prosthet.* **1997**;10(2):164-8.
157. **Oncag G, Tuncer AV, Tosun YS.** Acidic soft drinks effects on the shear bond strength of orthodontic brackets and a scanning electron microscopy evaluation of the enamel. *Angle Orthod.* **2005**;75(2):247-53.
158. **Mansour AY, Drummond JL, Evans CA, Bakhsh Z.** In vitro evaluation of self-etch bonding in orthodontics using cyclic fatigue: Part I, Shear testing methods. *Angle Orthod.* **2011**;81(5):783-7.
159. **Romano FL, Tavares SW, Nouer DF, Consani S, Magnani MBBA.** Shear bond strength of metallic orthodontic brackets bonded to enamel prepared with self-etching primer. *Angle Orthod.* **2005**;75(5):849-53.
160. **Bishara SE, Oonsombat C, Soliman MM, Warren JJ, Laffoon JF, et al.** Comparison of bonding time and shear bond strength between a conventional and a new integrated bonding system. *Angle Orthod.* **2005**;75(2):237-42.
161. **Knaup I, Weber E, Bøddeker A, Tempel K, Rückbeil MV, et al.** Effect of using different component combinations for orthodontic bracket bonding with self-etch primers. *J Orofac Orthop.* **2021**;1-9.
162. **Bishara SE, Ajlouni R, Laffoon JF.** Effect of thermocycling on the shear bond strength of a cyanoacrylate orthodontic adhesive. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* **2003**;123(1):21-4.
163. **Kitayama S, Nikaido T, Ikeda M, Foxton RM, Tagami J.** Enamel bonding of self-etch and phosphoric acid-etch orthodontic adhesive systems. *Dental mater J.* **2007**;26(1):135-43.
164. **O'brien K, Watts D, Read M.** Residual debris and bond strength—is there a relationship? *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* **1988**;94(3):222-30.
165. **Hajrassie MK, Khier SE.** In-vivo and in-vitro comparison of bond strengths of orthodontic brackets bonded to enamel and debonded at various times. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* **2007**;131(3):384-90.

8. EK

EK-1: Etik Kurul Onayı

HMKÜ
GİRİŞİMSSEL OLMAYAN KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURUL
KARAR FORMU

	Karar No: 06	Tarih: 18/02/2021
KARAR BİLGİLERİ	KARAR 06- Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Endodonti Anabilim Dalı Dr.Öğr. Üyesi Fundagül BİLGİÇ ZORTUK'nin (Arş.Gör.Dr.Hatice Kübra EREN'in uzmanlık tezi) "Ortodontik bonding işleminde farklı primerlerin ve renklendirici solüsyonların etkisinin değerlendirilmesi" isimli çalışması görüşülmüş olup; çalışmanın gerekçe, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak incelenmiş ve etik kurallara uygun bulunmuş olup; çalışmanın finans kaynağı olarak gösterilen, Mustafa Kemal Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi'nden (BAP) gerekli belgelerin Kurulumuza ulaştıktan sonra Çalışmanın başvuru dosyasında belirtilen merkezlerde gerçekleştirilmesinde etik ve bilimsel sakınca bulunmadığına toplantıya katılan etik kurul üyelerinin oy birliği ile karar verilmiştir.	
ETİK KURUL ÜYELERİ		
Çalışma Esası:	İyi Klinik Uygulamaları Kılavuzu	
Etik Kurul Başkanı	Prof.Dr.İbrahim Halil ÇERÇİ	

ETİK KURUL ÜYELERİ						
Ünvanı/Adı/Soyadı	Uzmanlık Alanı	Kurumu	Cinsiyeti	İlişki	Katılım	İmza
Prof.Dr.İbrahim Halil ÇERÇİ Başkan	Veteriner	HMKÜ Veteriner Fakültesi	E	E ☐ H ☒	E ☒ H ☐	
Prof.Dr.Hülya YALÇIN Başkan Yrd.	Nükleer Tıp	HMKÜ Tıp Fakültesi	K	E ☐ H ☒	E ☒ H ☐	
Prof.Dr. A.Güler OKYAY Başkan Yrd.	Kadın Hast. Ve Doğum	HMKÜ Tıp Fakültesi	E	E ☐ H ☒	E ☒ H ☐	
Prof.Dr.Alper ASLAN Üye	Beden Eğitimi	HMKÜ BESYO	E	E ☐ H ☒	E ☒ H ☐	
Prof.Dr.Tümay ÖZGÜR Üye	Patoloji	HMKÜ Tıp Fakültesi	K	E ☐ H ☒	E ☒ H ☐	
Doç.Dr.Cengiz ARLI Üye	Kulak Burun Boğaz	HMKÜ Tıp Fakültesi	E	E ☐ H ☒	E ☒ H ☐	
Dr.Öğr.Üyesi Fatma ÖZ Üye	Anatomi	HMKÜ Tıp Fakültesi	K	E ☐ H ☒	E ☒ H ☐	
Dr.Öğr.Üyesi F. B. ZORTUK Üye	Diş Hekimi	HMKÜ Diş Hekimliği Fakültesi	K	E ☐ H ☒	E ☒ H ☐	
Doç.Dr. Oğuzhan ÖZCAN Üye	Tıbbi Biyokimya	HMKÜ Tıp Fakültesi	E	E ☐ H ☒	E ☒ H ☐	
Doç.Dr. Oğuz AKKUŞ Üye	Kardiyoloji	HMKÜ Tıp Fakültesi	E	E ☐ H ☒	E ☒ H ☐	
Doç.Dr.Sibel SEVİNÇ Üye	Hemşirelik	HMKÜ Sağlık Hiz. YO.	K	E ☐ H ☒	E ☒ H ☐	



