

**BEZMİALEM VAKIF ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**FARKLI PÜRÜZLENDİRME YÖNTEMLERİNİN
MİNE RENKLENMESİ ÜZERİNE ETKİSİ**

DOKTORA TEZİ

Betül TORLAK

**Ortodonti Anabilim Dalı
Ortodonti Doktora Programı**

Tez Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. Berza YILMAZ

HAZİRAN 2017

**BEZMİALEM VAKIF ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**FARKLI PÜRÜZLENDİRME YÖNTEMLERİNİN
MİNE RENKLENMESİ ÜZERİNE ETKİSİ**

DOKTORA TEZİ

**Betül TORLAK
(130106108)**

**Ortodonti Anabilim Dalı
Ortodonti Doktora Programı**

Tez Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. Berza YILMAZ

HAZİRAN 2017

Bezmialem Vakıf Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü'nün 130106108 numaralı Doktora Öğrencisi Betül TORLAK, ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı "FARKLI PÜRÜZLENDİRME YÖNTEMLERİNİN MİNE RENKLENMESİ ÜZERİNE ETKİSİ" başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

Tez Danışmanı : **Yrd. Doç. Dr. Berza YILMAZ**
Bezmialem Vakıf Üniversitesi

Jüri Üyeleri : **Prof. Dr. Alper ALKAN**
Bezmialem Vakıf Üniversitesi

Yrd. Doç. Dr. Berza YILMAZ
Bezmialem Vakıf Üniversitesi

Yrd. Doç. Dr. İlkin TUNCEL
Bezmialem Vakıf Üniversitesi

**Yrd. Doç. Dr. Yasemin Bahar
ACAR**
Marmara Üniversitesi

Yrd. Doç. Dr. Yazgı AY
Adnan Menderes Üniversitesi

Teslim Tarihi : 8.6.2017
Savunma Tarihi: : 5.6.2017

ÖNSÖZ

Bu tez çalışmasında farklı mine pürüzlendirme metodlarının ve farklı kompozit yapıştırıcıların diş rengine etkisi araştırılmak istenmiştir.

Öncelikle tez danışmanım Yrd. Doç. Dr. Berza YILMAZ'a teşekkürlerimi sunarım. Doktora eğitim sürecini keyifle geçirdiğim tüm öğretim üyeleri, arkadaşlarım, fakülte çalışanlarına teşekkürlerimi sunarım. Bu zorlu tez sürecinde benden desteğini bir an için bile esirgemeyen değerli eşim, Recep TORLAK'a, tüm eğitim hayatım boyunca benden maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen her zaman yanımda olan sevgili aileme teşekkürlerimi borç bilirim.

Haziran 2017

Dt. Betül TORLAK



BEYAN

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

Betül Torlak



İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖNSÖZ	ii
BEYAN	iii
İÇİNDEKİLER	1
SEMBOLLER ve KISALTMALAR	3
TABLO LİSTESİ	5
ŞEKİL LİSTESİ	6
ÖZET	8
SUMMARY	9
1. GİRİŞ ve AMAÇ	10
2. GENEL BİLGİLER	12
2.1. Mine Yüzeyinin Fiziksel Özellikleri.....	12
2.2. Mine Yüzeyinin Pürüzlendirilmesi	12
2.2.1. Asit ile pürüzlendirme.....	12
2.2.2. Kumlama yöntemi ile pürüzlendirme	13
2.2.3. Lazer ile pürüzlendirme	14
2.3. Kompozit Adezivler.....	16
2.4. Işık ve Renk	17
2.4.1. Işık renk terimleri.....	17
2.4.2. Munsell renk sistemi	18
2.4.3. Cielab	20
2.4.4. Renk ölçüm yöntemleri.....	22
2.4.5. Dişlerin renk özellikleri	23
2.4.6. Renklenmenin etiyojisi	24
3. GEREÇ ve YÖNTEM	26

3.1.	Dişlerin Hazırlanması	26
3.2.	Akrilik Blokların Hazırlanması.....	27
3.3.	Renk Ölçüm Standardizasyonunun Sağlanması	28
3.4.	Dişlerin gruplara ayrılması ve başlangıç renginin ölçülmesi.....	30
3.5.	Minenin pürüzlendirilmesi, braketlerin yapıştırılması ve sökülmesi.....	32
3.5.1.	Asit ve Transbond XT grubu (AT)	32
3.5.2.	Asit ve Transbond Color Change grubu (AC)	33
3.5.3.	QSP ve Transbond XT grubu (QT).....	33
3.5.4.	QSP ve Transbond Color Change grubu (QC)	35
3.5.5.	MSP ve Transbond XT grubu (MT)	35
3.5.6.	MSP ve Transbond Color Change grubu (MT)	36
3.5.7.	X-Runner ve Transbond XT Grubu (XT)	36
3.5.8.	X-Runner ve Transbond Color Change Grubu (XC).....	36
3.6.	Örneklerin renklendirilmesi	38
3.7.	Renklendirme yapılan grupların braketlerinin sökülmesi ve yapıştırıcı artıklarının temizlenmesi.....	38
3.8.	Renklendirme işlemi sonrasında renk ölçümü.....	39
3.9.	İstatistiksel Analiz.....	39
4.	BULGULAR.....	41
5.	TARTIŞMA.....	46
5.1.	Amacın ve Yöntemin Tartışması	46
5.2.	Renk ile İlgili Bulguların Tartışması	53
6.	SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	56
	KAYNAKLAR	57
	ÖZGEÇMİŞ.....	72

SEMBOLLER

ΔE : Delta E

μm : Mikrometre

Mpa : Megapaskal

pm : Pikometre

W : Watt

KISALTMALAR

ANOVA	: Analysis of variance
BisEMA	: Bis fenol a glikol dimetakrilat
BisGMA	: Bis fenol a glisidil dimetakrilat
CIE	: Commission internationale de l'éclairage
CİS	: Cam iyonomer siman
Er,Cr:YSGG	: Erbiyum kromiyum yitriyum skandiyum galyum garnet
Er:YAG	: Erbiyum yitriyum alüminyum garnet
RGB	: Kırmızı-yeşil-mavi
L	: Lightness
MSP	: Medium-short pulse
QSP	: Quantum-square pulse
SEM	: Scanning electron microscope
SEP	: Self etching primer

TABLO LİSTESİ

	<u>Sayfa</u>
Tablo 1: Klinik renk uyum skalası.....	22
Tablo 2: Çalışmada oluşturulan gruplar.....	31
Tablo 3: Standart metot hatası.....	40
Tablo 4: Çalışma grubunun L, a ve b değerlerinin karşılaştırılması.....	41
Tablo 5: Çalışma grubunun ΔL , Δa , Δb ve ΔE değerlerinin karşılaştırılması.....	42
Tablo 6: Transbond XT ve Transbond Color Change gruplarının L, a ve b değerlerinin karşılaştırılması.....	44
Tablo 7: XT ve XC gruplarının ΔL , Δa , Δb ve ΔE değerlerinin karşılaştırılması.....	45

ŞEKİL LİSTESİ

	<u>Sayfa</u>
Şekil 1: Munsell renk tekerleği.....	18
Şekil 2: Value şematik görseli.....	19
Şekil 3: Chroma şematik görseli.....	20
Şekil 4: Cielab şematik görseli.....	21
Şekil 5: Dişlerin pomza ile temizlenmesi.....	27
Şekil 6: Dişlerin kuronlarının köklerinden ayrılması.....	27
Şekil 7: Otopolimerizan soğuk akrilik.....	28
Şekil 8: Akrilik bloğa gömülmüş diş.....	28
Şekil 9: VITA Easyshade renk ölçüm cihazı.....	29
Şekil 10: VITA Easyshade ekranı.....	29
Şekil 11: Akrilik kapak.....	30
Şekil 12: Akrilik bloğun alttan görünüşü.....	30
Şekil 13: Akrilik bloğa yiv açılması.....	30
Şekil 14: Akrilik bloğun yukarıdan görünüşü.....	30
Şekil 15: Akrilik blok kapak arası anahtar kilit uyumu.....	30
Şekil 16: Örneklerin numaralandırılması.....	30
Şekil 17: Renk ölçümünün gerçekleştirilmesi.....	32
Şekil 18: Asit ile pürüzlendirme.....	33
Şekil 19: Tebeşirimsi görünüm.....	33
Şekil 20: Primer uygulaması.....	33
Şekil 21: Braketin yerleştirilmesi.....	33

Sayfa

Şekil 22: Işık ile polimerizasyon.	33
Şekil 23: Kapaklı örneğin yukarıdan görünümü.....	33
Şekil 24: Fotona lazer cihazı.....	34
Şekil 25: Er:YAG ile pürüzlendirme: stabilizatöre monte edilmiş H02-C başlığı. ...	34
Şekil 26: Er:YAG QSP modu değerler.	35
Şekil 27: Er:YAG ile pürüzlendirilen mine yüzeyi.....	35
Şekil 28: Er:YAG MSP modu değerler.	36
Şekil 29: X-Runner ile pürüzlendirme:Stabilizatöre monte edilmiş SX02-H başlığı	37
Şekil 30: X-Runner değerleri.....	37
Şekil 31: X-Runner ile pürüzlendirilen mine yüzeyi.....	37
Şekil 32: Şeffaf vernik.	38
Şekil 33: Etüvde bekletilen örnekler.	38
Şekil 34: Braketin sökümü.	39
Şekil 35: Braketi sökülmüş örnek.....	39
Şekil 36: Yapıştırıcı artıklarının temizlenmesi.....	39
Şekil 37: Metot hatası formülü.	40
Şekil 38: ΔL , Δa , Δb ve ΔE değerleri grafiği.	43
Şekil 39: XT ve XC gruplarının ΔL , Δa , Δb ve ΔE değerleri grafiği.....	45

FARKLI PÜRÜZLENDİRME YÖNTEMLERİNİN MİNE RENKLENMESİ ÜZERİNE ETKİSİ

ÖZET

Bu çalışmanın amacı, dört farklı mine yüzeyi pürüzlendirme yöntemi ve iki farklı kompozit yapıştırıcı ile oluşabilecek diş renklenmesinin in-vitro olarak değerlendirilmesidir.

Çalışmamızda ortodontik amaçlarla çekilmiş 120 adet insan küçük azı dişleri kullanılmıştır. Dişler pürüzlendirme yöntemlerine göre %37 ortofosforik asit, Er:YAG lazer QSP modu, MSP modu ve X-Runner başlığı olmak üzere dört çalışma grubuna ayrılmıştır. Metal braketler Transbond XT ve Transbond Plus Color Change olmak üzere iki farklı kompozit yapıştırıcıyla yapıştırılmıştır. Gruplar metilen mavisi solüsyonunda braketli olarak bekletilip braket söküm pensi ile sökülmüş, yapıştırıcı artıkları su soğutmalı anguldruvaya takılı 12 bıçaklı tungsten karbid frez ile temizlenmiştir. Başlangıç ve söküm sonrası diş rengi ölçümleri spektrofotometre ile yapılmıştır. Elde edilen L, a ve b değerleri VITA Easy Shade spektrofotometre ile Cielab cinsinden kayıt edilerek ΔE renk farkı hesaplanmıştır. İstatistiksel analizler SPSS 24.0 paket programı ile yapılmıştır.

Çalışma sonucunda elde edilen bulgular farklı mine pürüzlendirme yöntemleri ve farklı kompozit yapıştırıcılardan bağımsız olarak metilen mavisi solüsyonuna bağlı renklenmenin oluştuğunu göstermektedir. Ancak bu değerler gerek farklı pürüzlendirme yöntemleri gerek kompozit yapıştırıcı uygulamaları açısından istatistiksel açıdan anlamlı fark oluşturan 0,05 p değerinin üstündedir. Sonuç olarak, ortodontik tedavi boyunca oluşan renklenmeyi temsil eden bu çalışmada dişlerde renk açısından anlamlı bir farklılık bulunmamıştır.

Anahtar kelimeler: ortodonti, bonding, pürüzlendirme, renklenme

Betül Torlak

Bezmialem Vakıf Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü

EXAMINATION OF DIFFERENT ETCHING TECHNIQUES ON ENAMEL COLOR

SUMMARY

The aim of this study is to evaluate the effects of four different enamel etching method and two different composite adhesives on enamel color change.

In this study, 120 human premolar teeth extracted for orthodontic purposes were used. Teeth were randomly divided into four etching groups of 37% orthophosphoric acid, Er:YAG laser QSP mode, MSP mode and X-Runner handpiece. Metal brackets are bonded with two different composite adhesives, Transbond XT and Transbond Plus Color Change. After bonding procedure, samples were stored in the staining solution. Color measurements were made by spectrophotometer after bonding and debonding. L, a and b color parameters were recorded according the Cielab and ΔE color differences were calculated using the formula. Statistical analyzes were performed with the SPSS 24.0 software package.

The findings of the study show that the coloration related to the orthodontic treatment varies with the different etching methods and the use of different adhesives. However, these values are above the 0.05 p value which makes a statistically significant difference in terms of different etching methods and applications of composite adhesives. In conclusion, this study, which represents the coloring that occurs during orthodontic treatment, did not reveal any significant difference in color in the teeth.

Keywords: orthodontics, bonding, etching, coloration

1. GİRİŞ ve AMAÇ

Ortodontik tedavi boyunca mine yüzeyi pürüzlendirilmesi, braket sökümü gibi işlemler diş yüzeyinde birtakım yapısal değişikliklere yol açmaktadır. Tedavi sonunda mine yüzeyinde oluşabilecek olumsuz etkileri en aza indirmek önemli bir hedeftir.

Buonocore, 1955 yılında ortaya koyduğu “asitle pürüzlendirme” tekniğiyle gerek restoratif diş tedavisi, gerek ortodonti alanlarında yeni bir çağ açmıştır. [1] Braketle ilk uygulama ise Newman tarafından epoksi reçineyle yapılmıştır. [2] Günümüzde yaygınlıkla kullanılan bu tekniğin yanı sıra, lazer ile pürüzlendirme klinik anlamda uygulanmakta ve etkileri araştırılmaktadır.

Asit ile pürüzlendirmede düşük enerjili hidrofobik yüzey, yüksek enerjili hidrofilik yüzeye dönüşür ve mikroporozitelerle yüzey alanı artar. [3] Lazer ile pürüzlendirme ise mikro patlama ve buharlaşma ile etki etmektedir. [4] Lazer ile pürüzlendirmenin yıkama ve kurutma gerektirmemesi kullanıcı kaynaklı hataları azaltmakta ve zaman kaybını önlemektedir. [5]

Diğer lazerlere kıyasla, Erbiyum yitrium alüminyum garnet (Er:YAG) lazer 2940 nm dalga boyundaki emisyonundan ötürü mine ve dentin dokusunda daha etkilidir. [6] Er:YAG lazer teknolojisinde QSP modunda (Quantum-square pulse), her bir vuruş birbirini takip eden optimum hız oranında 4 eşit kısa parçaya bölünmektedir. Böylelikle QSP moduyla, emilim ve saçılmadan kaçınıldığı ve dokular üzerindeki termal etkinin azaldığı düşünülmektedir. [7]

Sandison ve ark.'a göre minenin rengi bonding işleminden etkilenmektedir. Bu değişiklik, mineye 50 µm derinlikte penetre olan rezin uzantılarından dolayı gerçekleşebilir. [8] Doğal diş rengi, çevrenin aydınlığı, periodontal dokulardan yansıyan ışık, tükürük akış hızı gibi faktörlerden etkilenmektedir. [9, 10] Birçok faktörden etkilenen diş rengini ölçmek için objektif olarak kolorimetre,

spektroradyometre, spektrofotometre veya dijital renk analizörleri kullanılmaktadır.

[11]

Bu in vitro çalışmanın amacı, ortodontik amaçla mine yüzeyine uygulanan farklı pürüzlendirme yöntemlerinin ve farklı kompozit adezivlerin diş rengine olan etkisinin spektrofotometre kullanarak araştırılmasıdır.



2. GENEL BİLGİLER

2.1 Mine Yüzeyinin Fiziksel Özellikleri

Mine, ilk olarak embriyolojik dönemde ameloblast hücreleri tarafından oluşturulur ve anatomik kurunu değişik kalınlıklarla sarar. [12] Kimyasal açıdan mine, ağırlıkça %95-%98 inorganik madde içeren kristalize bir yapıdır. Bu inorganik maddenin hacimce %90-%92'si hidroksiapatitten $[Ca_{10}(PO_4)_6(OH)_2]$ oluşur. Minenin diğer bileşenleri ise, organik içerik ve sudur. [12, 13]

Mine, şekil olarak mine prizması, prizma kılıfı ve interprizmatik matriksten meydana gelir. Her prizmanın baş kısmı, komşu iki prizmanın kuyrukları arasındadır. Prizma kılıfı, prizmaya kıyasla daha az inorganik madde içerir ve asit ile dekalsifikasyonu zor olur. [12, 14]

Baş kısmındaki hidroksiapatit kristalleri, mine prizmalarının uzun aksına paralel iken, kuyruk kısmındaki kristaller prizmayla 65° eğim yapar. Bu kristallerin çürük veya pürüzlendirme işlemine bağlı duyarlılığının, açılanmayla ilgili olduğu düşünülmektedir. Çözünme, daha çok prizmanın baş kısmında gerçekleşir. [12]

Mine yarısaydam olduğu için; dış rengi, altındaki dentin rengine, mine kalınlığına ve minedeki renklenmelerin miktarına bağlıdır. Translusens miktarı, kalsifikasyon seviyesiyle ilgilidir. [12, 15]

2.2 Mine Yüzeyinin Pürüzlendirilmesi

2.2.1 Asit ile pürüzlendirme

İlk olarak Buonocore, asitle mine yüzeyinde mikroporoziteler oluşturma fikrini ortaya koymuştur. [1] İlk uygulama ise Newman tarafından, braket ve epoksi reçineyle 1964'te yapılmıştır. [2]

Pürüzlendirme işlemiyle ilk olarak dış mine tabakası uzaklaşır, organik debris temizlenir ve mikroporoziteler oluşturularak mine yüzey alanı artırılır. [16] Düşük

yüzey enerjili hidrofobik dış yüzey, hidrofilik hale dönüşür. [3] 20 µm kalınlığındaki pürüzlü mine yüzeyi ile rezin arasındaki bağlantı, rezin mikrotagları ile gerçekleşir, bu sayede tutuculuğun artırılması hedeflenir. [17]

Mine yüzeyinin asitle pürüzlendirilmesi ile 3 farklı görünüm ortaya çıkar. [18] Tip I'de, prizmanın periferinde çözünme olmadan merkezinde çözünme gerçekleşir. Tip II'de tam tersi olarak prizmanın periferinde çözünme olur. Tip III, Tip I ve II'nin kombinasyonudur. Bu görünümlere ek olarak Galil ve Wright Tip IV ve V sınıflarını ortaya koymuşlardır. Tip IV'de oluklu ve poröz mine yüzeyi, Tip V'de pürüzsüz, düzgün yüzey görülür. [19, 20]

Asit, jel veya solüsyon formunda olabilir. Solüsyon formundaki asit, özellikle kooperasyonu düşük hastalarda kontrolü güç olması nedeniyle dezavantajlı olabilir. Ancak iki farklı formda yüzey pürüzlülüğü açısından farklılık bulunmamıştır. [21]

Buonocore'un %85'lik fosforik asidi kullanmasından bu yana farklı konsantrasyonlarda asitler mine pürüzlendirilmesinde kullanılmıştır. %40'ın üzerindeki konsantrasyonlar daha az kalsiyum çözmektedir, diğer yandan daha düşük konsantrasyonda da aynı bağlanma değerine varıldığını gösteren çalışmalar vardır. [22] Günümüzdeki fosforik asit jellerinin çoğunluğu %32-%40 aralığındadır. [23, 24]

Ortodontik amaçla kullanılan ataşmanların, ağız içi fizyolojik hareketlere dayanması için gerekli bağlanma kuvveti Reynolds'ın çalışmasına göre 6-8 Mpa (Megapascal) dır. [25] %10-%37 konsantrasyonları arasındaki fosforik asit uygulaması 28 Mpa düzeyinde bağlanma kuvveti oluşturabilmektedir. [26] Ortofosforik asidin yanı sıra %10'luk maleik asit, [1] %10'luk poliakrilik asit, [27] %10'luk sitrik asit, [28] %2,5'luk nitrik asit [29] ve %2,5'luk oksalik asit [30] de pürüzlendirme amacıyla kullanılmıştır.

2.2.2 Kuşlama yöntemi ile pürüzlendirme

Mikro pürüzlendirme, 50-90 µm büyüklüğündeki alüminyum oksit partiküllerinin 7 kg/cm² basınçla dış yüzeyine püskürtülmesi işlemidir. Dış yüzeyine hızla çarpan alüminyum oksit partikülleri oluşturdukları aşınma etkisiyle mine kaybına ve pürüzlü olmeye neden olur. Minedeki yüzey düzensizliği; kuşlamada kullanılan materyalin partikül büyüklüğü, partiküllerin şekli, abrazivin sertliği, partiküllerin uygulanış hızı, uygulama süresi, uygulama mesafesi ve açısı, hava basıncı ve

pürüzlendirilen yüzeyin mikroyapısı gibi faktörlere bağlı olarak değişiklik gösterir. [31, 32]

Zachrisson ve ark. kumlama ile pürüzlendirme yönteminin altın, porselen ve amalgama bağlanma kuvvetini arttırdığını rapor etmişlerdir. Ayrıca bu yöntemin diş yüzeyindeki artık kompozitin uzaklaştırılmasında ve paslanmaz çelik bantların tutuculuğunun arttırılmasında da kullanıldığı bildirilmiştir. [33]

Literatürde sadece kumlama ile elde edilen bağlanma değerinin asitleme yöntemiyle elde edilen değer %50'si kadar olduğu [34-36] ve geleneksel asitle pürüzlendirmenin yerini tutamayacağı ifade edilmektedir. [37-42]

Kumlama işleminin dezavantajı klinik olarak yeterince pratik olmayışıdır. Kumlama eğer ağız ortamında yapılacak ise güçlü bir aspiratöre ihtiyaç vardır. Aksi takdirde saçılan materyal yanak mukozasında batma hissi uyandırmakta, ilave olarak klinik ortamda kirliliğe yol açmaktadır. [43] Aerosol içeren alüminyum oksit partiküllerinin hasta veya hekim tarafından inhale edilmesi veya yutulması kumlamanın başka bir dezavantajıdır. [44]

2.2.3 Lazer ile pürüzlendirme

Lazer uygulanan yapının kimyasal içeriğinde bulunan su molekülleri, ısının etkisiyle buharlaşmakta ve bu esnada yapının içinde mikro-patlamalar oluşmaktadır. Bu durum ısının açığa çıkmasına, yani termal değişikliklerin meydana gelmesine yol açar. Lazerin tipine ve uygulanan enerji miktarına bağlı olarak minede 10–20 µm derinliğinde, asit ile pürüzlenmeye benzer bir görünüm meydana gelmektedir. [4, 45, 46]

Lazerin enerji seviyesi, lazerin dalga boyuna bağlıdır. Dalga boyu 10,6 µm olan ve devamlı ışın yayma özelliği taşıyan CO₂ lazerler, insan minesinin fiziksel ve kimyasal özelliklerini modifiye edebilmektedir. Düşük dozlarda yarattığı erime ve yeniden kristalleşme etkisine, por oluşumu ve küçük köpük benzeri girintiler eşlik etmektedir. CO₂ lazerlerin penetrasyon derinliği düşük olduğu için sert dokularda kullanımı uygun değildir. CO₂ lazerler, dental uygulamalarda sıklıkla dokunun minör cerrahi işlemlerinde kullanılır. [47]

Nd:YAG lazerlerin doku üzerindeki etkilerini inceleyen araştırmacılar, mine üzerinde erime ve çatlak oluşumuna sebep olduklarını ve pulpada olumsuz termal değişiklikler

meydana getirdiklerini göstermişlerdir [48-50]. Dental yumuşak dokuların kesme ve koagülasyon işlemlerinde, aftöz ülserlerin ya da pulpal ağrıların tedavisi gibi işlemlerde kullanılabilir. [51, 52]

2,94 µm dalga boyuna sahip nabızsal ışın oluşturan Er:YAG lazer uygulanmış daimi diş minesinin SEM (Scanning Electron Microscope) görüntülerinde değişikliğe uğramış hidroksiapatit kristalleri ile beraber pullu ve pürüzlü alanlar gözlenmiştir. [53-55] Bazı araştırmacılar lazer uygulanmış daimi diş minesinin yüzey topografyasının geleneksel asit pürüzlendirmesi ile elde edilen mikro-pürüzlü görünüme benzer olduğunu bildirmişlerdir. [45, 55] Diğer taraftan bazı çalışmalarda Er:YAG lazer diş yapısını değişikliğe uğratsa da, gözlenen morfolojik değişikliklerin etkili bir bağlanma için yeterli olmadığı bildirilmiştir. [56]

2,78 µm dalga boyuna sahip nabızsal şekilde ışın oluşturan Er,Cr:YSGG lazer doku ablasyonu sırasında mikro-patlamlara yol açarak makroskobik ve mikroskobik düzensizliklere neden olmaktadır. Bu dalga boyundaki lazer enerjisi diğer dalga boyundaki lazer gruplarına göre su molekülleri tarafından maksimum derecede emilmektedir. Işın, mine ve dentindeki hidroksil gruplarını hedef almaktadır. Dokular üzerinde oluşturduğu ilk etki, suyun ve diğer hidrate organik bileşenlerin buharlaşmasıdır. Buharlaşma sırasında doku içerisinde oluşan iç basınç, inorganik maddelerin erime noktasına ulaşmadan patlayarak uzaklaşmasına yol açmaktadır. [57] Erbiyum lazer ailesi, mine dokusundaki yüksek emilimi sebebiyle pürüzlendirme amacıyla kullanılabilir. [52]

Lazer uygulamaları ile oluşan fiziksel değişiklikler arasında erime ve rekristalizasyonun yanı sıra çok sayıda porun oluşması ve küçük, sabun köpüğü benzeri çöküntüler sayılmaktadır. [58-63] Bu görüntü profili CO₂ lazer [64, 65] ve Nd:YAG lazer [66] ile yapılan bazı çalışmalarda gösterilmiştir ve fosforik asit ile elde edilen Tip 3 pürüzlendirmeye benzemektedir. [18] Bunun aksine Er,Cr:YSGG hidrokinetik lazer sistemi ile erime ya da rekristalizasyon gözlenmemiştir. [58, 67] Er:YAG lazer ile pürüzlü yapı çok düzgün değildir, bunun nedeni de hidroksi apatit matriks içinde bulunan suda mikropatlamlar meydana gelmesidir. [68]

Lazer ile pürüzlendirmede minede aside dirençli bir yüzey oluşturmaktadır. Lazer uygulamaları, dental sert dokulardaki kalsiyum-fosfat oranını düşürerek (su ve organik madde içeriğini düşürerek) daha stabil ve asitte düşük çözünür bir yapıya yol açar. [69, 70]

Bazı yazarlar minenin lazerle pürüzlendirilmesinin aside kıyasla daha düşük, [4, 48, 71, 72] kimisi de asit ile benzer veya daha kuvvetli bağlanma dayanımı olduğunu rapor etmişlerdir. [62, 73, 74] 15 saniye boyunca 1 veya 2 W'lık enerji uygulayan Er,Cr:YSGG lazer, asit ile benzer sonuçlar vermiştir. [75] Aynı lazer ve uygulama süresi, 1,5 W'lık güç ile ortodontik olarak yeterli bağlanma için etkili pürüzlendirme oluşturmuştur. [76] 1,5 ve 2 W lazer uygulaması, asit ile pürüzlendirme yöntemine alternatif kabul edilmesine rağmen, 0,5, 0,75 ve 1 W gibi daha düşük enerjiyle gerçekleştirilen uygulamaların da ortodontik molar tüp yapıştırmaya uygun olduğu bildirilmiştir. [67]

Er:YAG lazerin çeşitli atım modlarından birisi olan QSP-Quantum Square Pulse modu, her atımda dört küçük vuruş gerçekleştirerek ablasyon hızını artırmayı ve termal yan etkiyi azaltmayı hedefler. [7, 77] Sağır ve ark.'nın Er:YAG QSP, MSP modu ve konvansiyonel pürüzlendirmenin bağlanma dayanımına etkisini araştırdıkları çalışma, QSP grubunun asitten anlamlı olarak yüksek olduğunu, ancak QSP ve MSP grupları arasında anlamlı bir fark olmadığını ortaya koymuştur. [78]

Er:YAG lazerin kontakt olmayan modda istenilen şekil ve alanı seçip uygulama yapmayı sağlayan X-Runner başlığı çeşitli uygulamalarda kullanılabilir. Bu başlık aynı zamanda lazer atım sıklığının manuel olarak ayarlanmasını mümkün kılar. [79]

2.3 Kompozit Adezivler

Kompozit, farklı fiziksel yapıdaki materyallerin birleşmesiyle ortaya çıkan yeni bir yapı anlamına gelir. Kompozitler genellikle ara bağlanımı sağlayan doldurucu partiküllerden ve devamlı bir fazdan (matriks faz) oluşmaktadır. Dental kompozitler, taşıyıcı ortam olan organik matriks, bu ortam içinde dağılmış biçimde bulunan doldurucu partiküller yani inorganik doldurucu kısım ve matriks ile doldurucu partiküller arasındaki adeziv bağlantıyı sağlayan esas kısımdan oluşmaktadır. Günümüzde kullanılan kompozitlerde organik matriks, BisGMA olarak isimlendirilen bir diakrilat rezindir (Bis fenol a glisidil dimetakrilat). Bu akrilik monomer kısım, kompozite akışkanlık özelliğini vermekte ve polimerizasyonun gerçekleşmesini sağlamaktadır. Dental kompozit geleneksel olarak silikat cam partiküllerinin akrilik monomer ile karışması ve polimerize olması ile oluşmaktadır.

Silikat partiküller karışıma mekanik destek (güçlendirilmiş doldurucular) ile ışık yayılımı sağlamak ve materyale mineye benzer şeffaflık vermektedir. [12, 80]

Doldurucu miktarının artması, kompozit yapının dayanıklılığını artırırken akışkanlığını azaltır. Sertleşmemiş kompozitlerin akışkanlıklarının sınırlı olması, bağlayıcı sistemlerin geliştirilmesini gerektirmiştir. Kompozit rezinlerin, organik matriksi ile doldurucu kısmı arasındaki adeziv bağlantı, rezinin dayanıklılığı açısından önemlidir. Bağlayıcı sistemler yani bonding ajanları temelde doldurucusuz akrilik monomer karışımlarıdır ve asitlenmiş diş yüzeylerine uygulanan 1-5 pm film kalınlığına sahip kompozit matriksine benzemektedirler. Asitlenmiş yüzey ile mikromekanik olarak kilitlenirler, diş yüzeyini örterler ve kompozit rezin materyalinin dişe tutunabileceği astar yapıyı oluştururlar. [12, 80]

Günümüzde en çok kullanılan ortodontik braket yapıştırıcısı olan kompozit rezinlerden beklenen özellikler; braket ile dişin bağlantısını güçlü bir şekilde sağlaması, kötü oral hijyene sahip bireylerde demineralizasyonun azaltılmasına yardımcı olması, söküm sonrasında mine yüzeyine zarar vermeden en kolay şekilde uzaklaştırılmasıdır. [81] Bunun yanı sıra, rezin uzantılarının diş rengini mümkün olduğunca az etkilemesi klinisyenin beklentileri arasındadır.

2.4 Işık ve Renk

2.4.1 Işık renk terimleri

Metamerizm: İki nesnenin aynı şartlar altında renkte eşleşmesi, ancak farklı şartlarda farklı renkte görünmesi fenomenidir. [82]

Opasite: Opasite, bir materyalin ışığı geçirmeyi engelleme özelliğidir. Bir cisme gelen ışık tamamen absorbe ediliyorsa cisim siyah, ışık kaynağından gelen ışığı tamamen yansıttığında ise renk beyaz görünür. [82]

Yansıma: Nesneye ulaşan ışığın bir kısmının emilirken, bir kısmının geri gönderilmesidir. Nesnenin moleküler yapısına veya yoğunluğuna bağlı olarak, belirli dalga boyları yansıyamayıp absorbe edilebilir. Yansıtılan dalga boyları algılanan rengi oluşturur. [82]

Saydamlık: Bir materyalin içinden ışığın tamamen geçmesidir. Böylelikle materyalin arkasındaki cisim net olarak görülebilir. [83]

Yarı Saydamlık: Bir nesnenin yarı saydamlık miktarı, içerisinden geçen ve yansıtılan ışık miktarı ile ilgilidir. Yüksek derecede yarı saydamlık daha açık renk görünümü verirken cisim içerisinde dağılan ışık miktarı artınca yarı saydamlığı azalır. Opasitenin tam tersidir. [83]

Işıma: Bir cismin ultraviyole veya X-ışınları gibi yüksek enerjili ışığa tutulması sonucu etrafına ışık yaymasıdır. Işıma, materyalin alabileceği ışık enerjisinden fazlasını alması ve bu enerjii belli bir süre yayması sonucu oluşur. [83]

2.4.2 Munsell renk sistemi

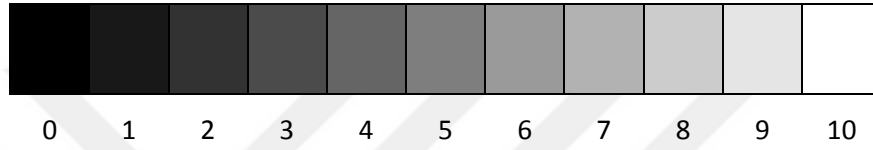
Munsell sistemi 1905 yılında Albert H. Munsell tarafından geliştirilmiştir. Bu sistemdeki üç eleman “hue”, “value” ve “chroma”dır. Renk belirlenirken sırasıyla value, chroma, hue belirlenir. [84]

Hue (ton): Renk ailelerinin birbirinden ayrılmasıdır. Spesifik bir dalga boyundaki ışığın retina üzerindeki etkisi ile algılanan renktir. Her hue, birbirinden eşit derecede görsel olarak aralıklı on bölüm halinde alt bölümlere ayrılmıştır. Bu sistemde hue'yu belirlemede bazı harfler kullanılır. Bu 10 bölüm; mavi=B, mavi-yeşil=BG, mor-mavi=PB, mor=P, kırmızı-mor=RP, kırmızı=R, sarı-kırmızı=YR, sarı=Y, yeşil=G, yeşilsarı=GY olarak adlandırılır (Şekil 1). [85, 86]



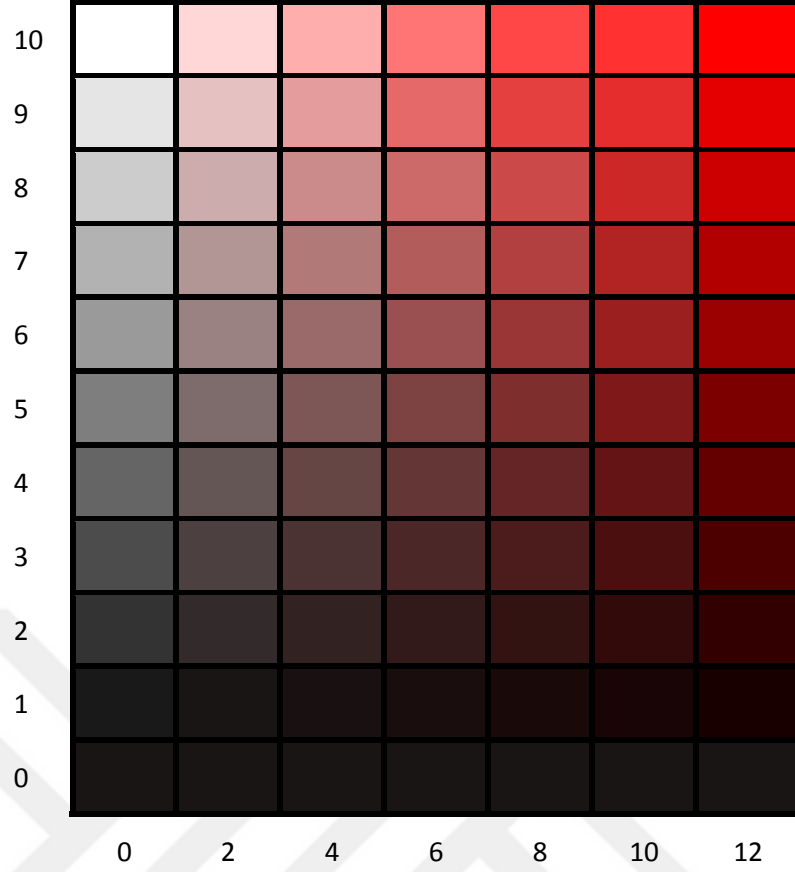
Şekil 1: Munsell renk tekerleği.

Value (parlaklık): Açık renk ile koyu renk arasındaki farkı belirtir. Parlaklık olarak da adlandırılabilen bu özellik, sadece beyazlık ve siyahlığın derecesi olarak kabul edilir. Value ölçeğinin siyahına sıfır değeri verilir, beyazın değeri ise 10'dur. Siyahtan beyaza geçişte sonsuz sayıda gri tonlama mümkündür. Ancak saf beyaz (10) ve saf siyaha (0) ulaşamaz. Düşük değerler koyu renkleri belirtir; yüksek değerler açık renklerdir. Örneğin siyah-beyaz bir televizyon izlendiğinde value farklılıkları görüntüyü oluşturur (Şekil 2) .[84, 85]



Şekil 2: Value şematik görseli.

Chroma (doygunluk): Güçlü bir rengi zayıf olandan ayırt ettiğimiz kalitedir, bir rengin doygunluğunu belirtir. Birim alandaki renk miktarını ifade eder. Örneğin, bazı dişler aynı renk çeşidine (hue) sahip olmasına rağmen daha sarı görünebilir. Çünkü gri eklemek chromayı azaltır ama teorik olarak hue'yu etkilemez (Şekil 3) .[85, 87]

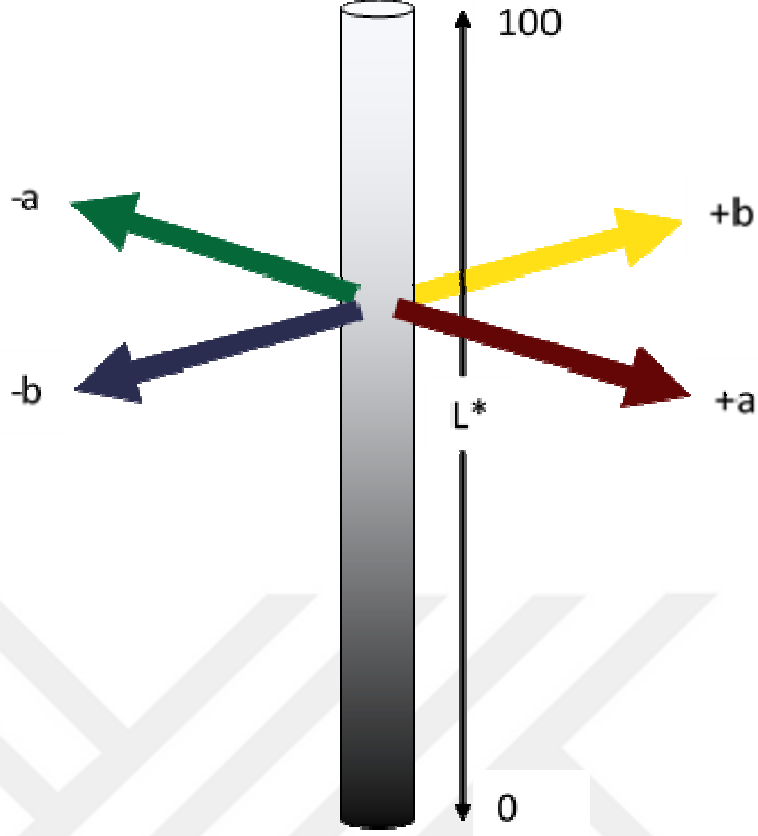


Şekil 3: Chroma şematik görseli.

2.4.3 Cielab

1931'de CIE (Commission Internationale de l'Eclairage) Standart Renk Tablosunu geliştirmiştir. Bu tabloda Maxwell'in geleneksel, trikromatik değerleri RGB (kırmızı, yeşil, mavi) üç yeni tristimulus değerine x, y ve z'ye dönüştürülmüştür. Ortaya çıkan renk şemasında, x değeri yatay eksen, y değeri de dikey eksen temsil eder. Z eksen ise, x-y grafiğinde tanımlanan renklerin ışığa bağlı algılanmasını temsil eden bir düzlemdir. Sıfır noktasına doğru z eksen üzerinde bulunan çizgiler, daha az ışık varsa renklerin nasıl görüldüğünü gösterir .[88]

1976 yılında ise aynı kurum tarafından bugün yaygın olarak kullanılan Cielab renk sistemi oluşturulmuştur .[89] Renk uzayındaki eşit mesafeler, hemen hemen eşit algılanan dereceler şeklinde temsil edilir. Cielab renk sistemi bu nedenle Munsell renk sistemine göre daha avantajlıdır .[84] L (Lightness), Munsell sistemindeki 'value' benzeri aydınlık ölçüsüdür. Saf siyah sıfır L değerine sahipken, saf beyazın değeri ise 100'dür, +a : kırmızı yön -a : yeşil yön, +b: sarı yön -b: mavi yönü tanımlar (Şekil 4) .[89, 90]



Şekil 4: Cielab şematik görseli.

En açık ve en koyu doğal diş rengi arasındaki fark, renk uzayındaki iki renk konumu arasındaki uzaklık olarak sayısal değere dönüştürülür ve ΔE terimi kullanılarak tarif edilmiştir. " Δ " sembolü farkı temsil eder ve "E", Almanca "Empfindung" kelimesinin baş harfidir. (algılama). ΔE , iki renk arasındaki renk farklılığını belirlemede aşağıdaki formülden yararlanır .[91]

$$\Delta E = \sqrt{\Delta L^2 + \Delta a^2 + \Delta b^2}$$

İnsan gözü bu renk farklılıklarını belirleme açısından kısıtlı yeterliliğe sahiptir ve 1'in altındaki ΔE değerlerini algılayamamaktadır .[92] Oral rehabilitasyonda doğal diş ile sentetik yapının renklerinin değerlendirilmesi açısından büyük önem taşıyan O'Brien'a göre klinik renk uyum skalası Tablo 1'de verilmiştir .[93]

Tablo 1: Klinik renk uyum skalası.

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

2.4.4 Renk ölçüm yöntemleri

Kolorimetre

Kolorimetreler, nesneye ulaşan ışığı kontrol etmek için fotodiyot filtreler kullanır. Nesneden yansıyan ışık sensör ile ölçülür. İnsan gözü retinasındaki gibi 3 farklı sensör içerirler. Kolorimetreler, görünür spektrumun kırmızı, yeşil ve mavi alanlarındaki tristimulus değerlerini ölçer. Kolorimetreler, spektral yansıtma kayıt etmemektedir. Ayrıca filtrelerin eskimesi ve metamerizm etkisi doğruluğu etkileyebilir. Diş görüntüsü gingival, orta ve insizal üçlüden üç ayrı veri tabanı kullanılarak kaydedilir .[94]

Spektroradyometre

Spektroradyometreler radyometrik değerlerin ölçümünde kullanılırlar. Gerçek görüş şartlarında ölçüm sonuçlarını gerçekleştirebilmeleri bu aletlerin olumlu özelliğidir. Ancak kullanım hassasiyeti gerektirmesi ve ölçüm açısındaki ufak değişikliklerin bile büyük sapmalara neden olması bu metodun dezavantajlarından .[95]

Spektrofotometre

Spektrofotometreler, bir nesnenin spektral yansıma eğrisini ölçerek işlev görür. Spektrofotometreler nesneden yansıyan yüzey renginin ölçülmesinde kullanılır. Yansıyan ışık bir prizmadan geçer ve tungsten filament ampulden 5 ile 20 nm arasında bir dalga boyu spektrumuna dağılır. [91] Sensör ayrılmış spektrumu sinyale dönüştürülür ve grafik çıktısı verir. Bir örneğe yansıyan ışık miktarı, görünür spektrumdaki her dalga boyu için ölçülür. Spektrofotometreler, kolorimetrelerden daha uzun ömürlüdür ve nesne metamerizminden etkilenmez. [91, 95] Geleneksel

tekniklerle yapılan gözlemlerle karşılaştırıldığında, spektrofotometrelerin %33 daha doğru ölçümler gerçekleştirdiği görülmüştür. [96]

Dijital Fotoğraf Makinesi

Dijital fotoğraf makineleri, renkli bir görüntü oluşturmak için kullanılan kırmızı, yeşil ve mavi görüntü bilgileri kaydeder. Dijital fotoğraf makineleri elektronik tonlama için en temel yaklaşımı temsil etmekle birlikte, öznel ton seçimi de gerekebilir. [94] Nesne üzerindeki bir nokta veya bölgenin değil de tüm nesnenin renginin ölçülmesi bu sistemin olumlu özelliklerindedir. Bu sistemde dişlerin görüntüleri, standardize şartlar altında dijital fotoğraf makinesi ile elde edilmekte, sonuçlar bilgisayar programları yardımıyla "Cielab" değerleri cinsinden değerlendirilmektedir. Fotoğraf üzerinden seçilen noktaların Cielab değerleri, standardize şartlarda kaydedilen görüntülerle kolaylıkla karşılaştırılabilmektedir. [11, 97]

2.4.5 Dişlerin renk özellikleri

Yeni süren bir dişin, mine yüzeysel katmanları opaktır. Bu katmanlar beyaz bir kar tabakasına sahip gibi görünürler. Bu tipte mine, daha yüksek organik bir bileşene sahip olabilir. Mineralize olmamış, mine kristalleri arasında daha boş alana sahiptir ve bunların hepsi opaklıkta artışa neden olur. Mine matürasyonu ile inorganik yapıda artış gözlenir ve opaklık miktarı azalır. [98, 99]

Prizma rod uçlarında mine birikiminden kaynaklanan çok düşük bir parlaklık vardır. Bu üst katmanlar aşınınca, alttaki mine daha az opak olur. Minenin genç bireylerde maskeleyen efektinden dolayı, dişin chromasını belirleyen dentini yansıtırma miktarı daha az olur. Bu nedenle genç bireylerin dişlerinin chroma değerleri daha düşüktür. [99]

Minenin kalınlığı insizalde en yüksek ve servikalde en azdır. Bu nedenle, chroma, servikalde en büyüktür ve inzisal yöne doğru azalır. [90] Mine yaşla birlikte incelirken, dentin daha belirgin hale gelir ve diş daha az monokromatik hale gelir. Genç mine daha geçirgendir ve çabucak kurutulur. Mine derin katmanlarında daha az hava boşluğu barındırır ve daha mineralize yapıdadır. Daha derindeki mine daha saydamdır. [100]

Işık dişe girdiğinde, dişten çıkış öncesi birçok yüzeyden yansıyarak karakterini büyük ölçüde değiştirir. Mine içinde daha fazla saçılmanın varlığı, value'yu yükseltir. [98, 101]

Doğal dişlerin tonları sarı ve sarı-turuncu aralığındadır. Eğer gökkuşağına bir çizgi çekilirse, A rengi sarı spektrumun kırmızı ucunda ve B rengi sarı spektrumun yeşil ucundadır. Çoğu diş, Vita Classic renk kılavuzu üzerinde A'ya daha yakındır, ancak çoğundan daha doğal hue ve value rehberleri de mevcuttur. [85]

Arktaki farklı dişler, farklı renk ailelerine ait olabilir. Kaninler en kırmızı, sonra santraller ve sonra lateral kesiciler gelir. Servikal bölge her zaman ortadan veya ön dişlerin insizal üçte birinden daha kırmızıdır. Dişlerin rengi, yaşla mine kalınlığı ve opasitenin azalması nedeniyle kırmızı yönünde değişiklik gösterirler. [9]

Value çoğunlukla mine katmanındaki yansıma ve opasitenin nitelikleri ile belirlenir. Minenin yüzeyel katmanları aşındığında, yarı saydamlık artar ve dentinin rengi value değerini daha fazla etkilemeye başlar. Value, genellikle servikalde en düşük, daha sonra insizalde ve orta üçlüde en yüksektir. [90] Value, maksiller kaninlerden santrallere doğru giderek artar. [9, 102]

Lateral dişlerde translusensi en fazladır; Bu nedenle, opasite (en başta yarı saydam mine) belirgindir. Mammelonlar ve interproksimal temas alanları genellikle mavi opasiteyi en çok gösterir, çünkü arkasında kırmızı ve sarı dalga boylarını yansıtmak için opak dentin yoktur. Kaninler çok az saydamlık gösterirler. Maksiller kaninler, çoğunlukla maksiller kesicilerden bir veya iki kromatik basamak daha yüksektir. Doğal dişlerin hue ve chroması sabit değildir. Chroma ön dişlerden posteriora doğru daha koyu hale gelerek doğal bir üç boyutluluk geliştirilebilir. [99, 103]

2.4.6 Renklenmenin etiyolojisi

Diş renklenmesi, içsel veya dışsal olarak lekenin konumuna göre sınıflandırılabilir. Metabolik hastalık ve sistemik faktörlerin gelişmekte olan dentisyonu etkilediği ve sonuç olarak renk değişikliğine neden olduğu bilinmektedir. Alkaptonüri, konjenital eritropoetik porfiri, konjenital hiperbilirubinemi, amelogenezis imperfekta, dentinogenezis imperfekta, tetrasiklin renklenmesi, fluorozis, mine hipoplazisi, pulpal hemorajik ürünler, kök rezorpsiyonu, yaşlanma diş rengini etkileyen içsel faktörlerdir. İçsel faktörler dişlerin gelişimi sırasında, diş sert dokularının yapısal

kompozisyonlarındaki veya kalınlıklarındaki değişimler sonucunda meydana gelirler ve diş dokusunun ışığı geçirme özelliklerini deęiőtirirler. [24, 104]

Pelikıl ile birleőip kendi renklerini veren kromojenik bileőikler (direkt) ve diş yüzeyinde kimyasal etkileőime neden olan lekeler yol açan bileőikler (indirekt) dışsal renklenmeye sebep olurlar. Direkt dışsal renklenme, diyet veya ağızda bulunan kromojenler kaynaklı olabilir. Bu organik kromojenler pelikıl tarafından emilir ve renk, kromojenin doğal rengiyle belirlenir. [104] Sigara, ay ve kahve tüketiminin bu tip renklenmeye neden olduğu bilinmektedir. Bunlar genellikle detertraj veya eksternal beyazlatma ile ortadan kaldırılabilmektedir. İndirekt dışsal renklenme, katyonik antiseptikler ve metal tuzları ile iliőkilidir. Bu ajanlar genellikle renksizdir veya renkleri diş yüzeyinde oluşan renkten farklıdır. [104, 105]

Dışsal renklenme bir başka sınıflandırma ile metalik veya metalik olmayan kökenlerine göre sınıflandırılmıőtır. Metalik olmayan lekeler, plak veya pelikıl tarafından absorbe edilir. Beslenme rnleri, içecekler, sigara, klorheksidin içeren gargaraların uzun süre kullanımı ve bazı ilaçlar metalik olmayan lekeler sebebiyet verebilir. [105] Metalik lekeler, metalik tuzlara mesleki olarak maruz kalma ve metal tuzları içeren bir ilaç kullanımı ile iliőkilendirilebilir. [106, 107] Demir siyah, civa ve kurőun mavi-yeşil, bakır ve nikel yeşil lekeler sebebi olabilir. [104]

3. GEREÇ ve YÖNTEM

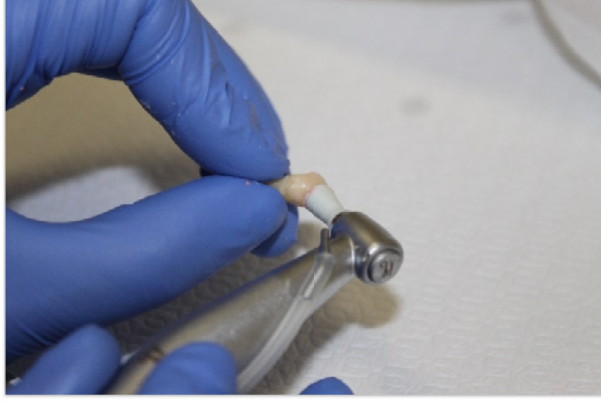
Bu in-vitro çalışma, Bezmialem Vakıf Üniversitesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu tarafından onaylanmıştır.

3.1 Dişlerin Hazırlanması

Bezmialem Vakıf Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti Anabilim Dalı'na tedavi amacıyla başvuran ve tedavi planlamalarına göre çekimli tedavinin uygulanmasına karar verilen hastalardan 6 ay süresince elde edilen toplam 120 adet üst veya alt birinci veya ikinci küçük azı dişi kullanılmıştır.

Diş seçiminde hastanın yaşı, cinsiyeti ve dişin hangi bölgeden olduğu dikkate alınmamıştır. Fakat minenin bütün ve sağlam olmasına dikkat edilmiş; çürük, kırık, beyaz nokta lezyonu, demineralizasyon alanı, abrazyon bulunan, restoratif tedavi görmüş ve çekim sırasında tahrip olan dişler çalışmaya dahil edilmemiştir. Mine yüzeyinin incelenmesi reflektör ışığı altında, dişler hava spreyi ile kurutularak yapılmıştır.

Dişler ortodontik amaçla çekildikten hemen sonra akan suyun altında kan ve doku artıklarından temizlenip ve çalışma gününe kadar karanlık ortamda ve oda ısısındaki distile suyun içinde bekletilmiştir. Distile su haftada bir kez yenilenmiştir. Tüm dişlerin kuronları yavaş hızda çalışan hava soğutmalı mikromotor kullanılarak pomza ile 10 saniye (sn) süresince temizlenmiştir (Şekil 5). Dişlerin kuronlarının köklerinden ayrılması yüksek hızda çalışan su soğutmalı aeratör ucuna takılmış elmas fissür frezler ile yapılmıştır (Şekil 6).



Şekil 5: Dişlerin pomza ile temizlenmesi.



Şekil 6: Dişlerin krunlarının köklerinden ayrılması.

3.2 Akrilik Blokların Hazırlanması

Çalışmada kullanılan diş kronları köklerinden ayrıldıktan sonra vestibül yüzeyleri yukarı bakacak şekilde otopolimerizan soğuk akrilik (İntegra, Metro Diş, Türkiye) kullanılarak akrilik bloklara gömülmüştür (Şekil 7,8). Akrilik blokların boyutlarını standardize edebilmek için 2 cm çapında 4 cm yüksekliğinde silindirik beyaz borular kullanılmıştır. Blokların kullanımı sırasında diş yüzeylerine akrilik bulaşmamasına özen gösterilmiştir. Dişler akrilik bloklara gömüldükten sonra distile suda bekletilmiştir.



Şekil 7: Otopolimerizan soğuk akrilik.



Şekil 8: Akrilik bloğa gömülmüş diş.

3.3 Renk Ölçüm Standardizasyonunun Sağlanması

Spektrofotometre ile her renk ölçümünün dişin krununun aynı noktasından yapılması gereklidir. Çalışma boyunca aynı diştten birçok kez renk ölçümü yapılması gerektiği için, Jahanbin ve ark.'nın çalışması esas alınarak tek noktadan ölçüm yapılabilmesini sağlayan özel kalıp ve düzenek hazırlanmıştır. [108]

Çalışmamızda taşınabilir bir spektrofotometre olan VITA Easyshade® (Vita Zahnfabrik, H.Rauter GmbH&Co, Almanya) kullanılmıştır (Şekil 9,10). Bu cihazın en büyük özelliği ağız içinde dişlerin renk ölçümünü yapabilesidir. Elde tutulan ve ölçüm yapmaya yarayan parçası ile adaptörü bulunmaktadır. Ölçüm ucunun çapı 5 mm'dir.



Şekil 9: VITA Easyshade renk ölçüm cihazı.



Şekil 10: VITA Easyshade ekranı.

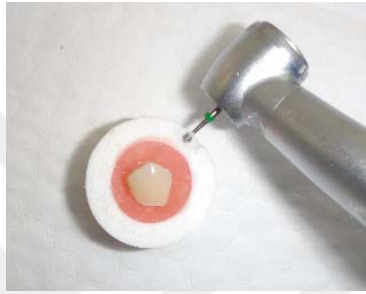
VITA Easyshade® cihazının ölçüm ucuna uygun boyutta giriş deliği olan ve akrilik bloklara tam oturan bir başlık hazırlanmıştır (Şekil 11,12). Her bir akrilik bloğa, başlığın içindeki dikey çıkıntıya uygun boyutta çentik açılmıştır (Şekil 13,14). Bu sayede anahtar-kilit mekanizması oluşturulup; başlığın yalnızca tek bir şekilde akrilik bloğa girmesi, dolayısıyla cihazın renk ölçüm ucunun akrilik bloğun ortasındaki dişe her zaman aynı noktadan temas etmesi sağlanmıştır (Şekil 15). 120 adet akrilik kalıp üzerine tungsten rond frezle 1'den 120'ye kadar numaralar kazınmıştır (Şekil 16).



Şekil 11: Akrilik kapak.



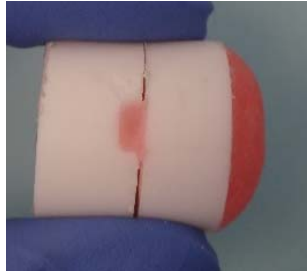
Şekil 12: Akrilik bloğun alttan görünüşü.



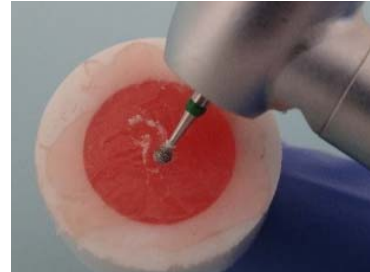
Şekil 13: Akrilik bloğa yiv açılması.



Şekil 14: Akrilik bloğun yukarıdan görünüşü.



Şekil 15: Akrilik blok kapak arası anahtar kilit uyumu.



Şekil 16: Örneklerin numaralandırılması.

3.4 Dişlerin gruplara ayrılması ve başlangıç renginin ölçülmesi

Çalışmamızda örnekler pürüzlendirme metoduna göre ortofosforik asit, Er:YAG QSP, Er:YAG MSP, Er:YAG X-Runner olmak üzere 4 gruba ayrılmıştır. Daha sonra bu dört grup kompozit adeziv çeşidine göre ikişer alt gruba ayrılmıştır.

Güç analizi sonucuna göre, %84,65 oranında güvenilirlik ve %10 yanılma düzeyinde 8 grubun her birine 15'şer örnek alınmıştır. Gruplar isimlendirilirken ilk harf hangi mine pürüzlendirme yönteminin kullanıldığını ve ikinci harf ise hangi kompozit adezivin kullanıldığını ifade etmektedir.

Tablo 2: Çalışmada oluşturulan gruplar.

Pürüzlenme Metodları	ASİT		ER:YAG QSP MODU		ER:YAG MSP MODU		ER:YAG X- RUNNER	
	GRUP AT transbond xt N=15	GRUP AC transbond color change N=15	GRUP QT transbond xt N=15	GRUP QC transbond color change N=15	GRUP MT transbond xt N=15	GRUP MC transbond color change N=15	GRUP XT transbond xt N=15	GRUP XC transbond color change N=15
Gruplar								

Renk ölçümlerinin tümü Bezmialem Vakıf Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesine ait VITA Easyshade® spektrofotometre cihazı ile yapılmıştır. Üretici firma direktifleri doğrultusunda, renk ölçümünün güvenirliliği için ölçüm ucu ölçüm yapılacak yüzeye 90° tutularak yapılmıştır. Anahtar-kilit mekanizması sayesinde tüm dişler her ölçümde aynı noktadan uygulanmıştır (Şekil 17).

Tekrarlayan ölçümlerin standardize edilmesi amacıyla spektrofotometrenin her ölçümü öncesinde, üretici firmanın önerisine uygun olarak kalibrasyon yapılmıştır. Her ölçüm, hata payını azaltmak amaçlı üç kez yapıp ve üç ölçümün ortalaması kaydedilmiştir. Renk ölçümleri ΔE değeri baz alınarak karşılaştırılmıştır.



Şekil 17: Renk ölçümünün gerçekleştirilmesi.

3.5 Minenin pürüzlendirilmesi, braketlerin yapıştırılması ve sökülmesi

3.5.1 Asit ve Transbond XT grubu (AT)

Dişlerin vestibül yüzeyine jel formundaki mavi renkteki %37'lik ortofosforik asit FineEtch® (Spident, Fort Lee, NJ, ABD) uygulanıp, 15 saniye beklendikten sonra ve hava-su spreysi ile yüzey 20 saniye yıkanıp, 10 saniye kurutulmuştur (Şekil 18). Tebeşirimsi görüntünün izlendiği mine yüzeyine Transbond™ XT Light Cure Adhesive primer (3M Unitek, Monrovia, CA, ABD) mikrofırça yardımı ile uygulanıp hava ile inceltirilmiştir (Şekil 19,20). 0,018 inç oluklu, metal üst sağ 1. küçük azı braketin (Mini Master Roth sistem, American Orthodontics, Sheboygan, ABD) kaidesine yeterli miktarda kompozit yapıştırıcı Transbond™ XT (3M Unitek, Monrovia, CA, ABD) konulduktan sonra, braket akrilik bloğun tam ortasına gelecek şekilde diş yüzeyine yerleştirilmiştir (Şekil 21). Pasta, %14 Bis GMA, %9 Bis EMA'dan oluşmakta olup, içinde %77 oranında quartz ve sub-mikron silika partikülleri vardır. Transbond™ XT pastanın içinde fotoinisiyatör olarak kamforokinon bulunmaktadır.

Braket dişin yüzeyine bastırıldıktan sonra kalan adeziv sond yardımıyla temizlenmiştir. Adeziv braketin mezial ve distal yönünden Valo Cordless ışık

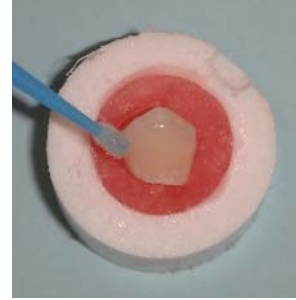
cihazıyla (South Jordan, ABD) 10'ar saniye ışınlanarak polimerize edilmiştir (Şekil 22,23).



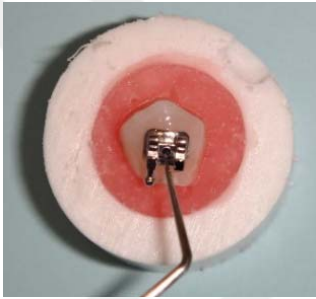
Şekil 18: Asit ile pürüzlendirme.



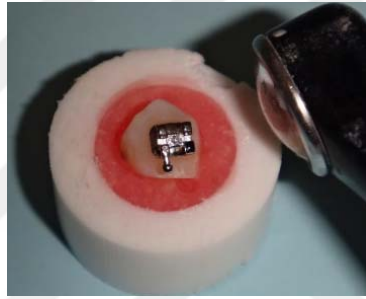
Şekil 19: Tebeşirimsi görünüm.



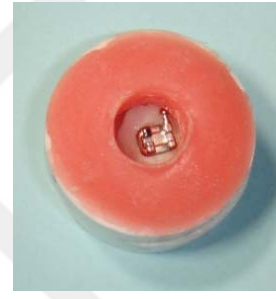
Şekil 20: Primer uygulaması.



Şekil 21: Braketin yerleştirilmesi.



Şekil 22: Işık ile polimerizasyon.



Şekil 23: Kapaklı örneğin yukarıdan görünümü.

3.5.2 Asit ve Transbond Color Change grubu (AC)

AT grubu ile aynı şekilde pürüzlendirilen bu grupta kompozit adeziv olarak Transbond™ Plus Color Change yapıştırıcı (3M Unitek, Monrovia, CA, ABD) kullanılmıştır. Bu yapıştırıcı, Transbond XT'ye ek olarak %10 oranında polietilen glikol dimetakrilat ve propanetrikarboksilik asit, izosiyoetil metakrilat ve suyun reaksiyon ürünlerini içerir. Pembe renkte olup, polimerizasyon sonrası renk değiştirme özelliğiyle, taşan artık adezivleri temizleme kolaylığıyla ön plana çıkar.

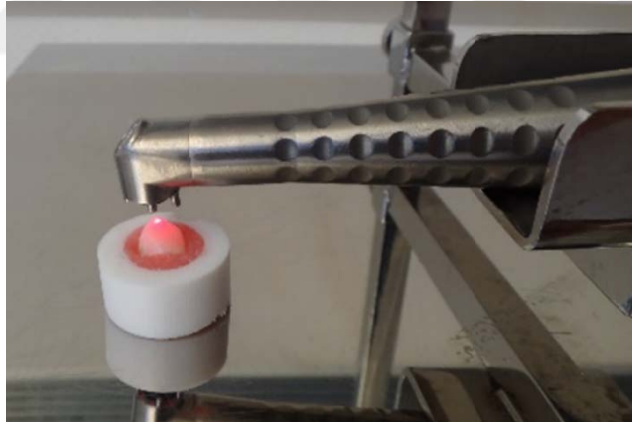
3.5.3 QSP ve Transbond XT grubu (QT)

Pomzalanıp yıkanmış dişlerin mine yüzeyi, 120 mJ/pulse, 10 Hz olarak ayarlanmış QSP modunda Fotona Er:YAG lazerle (Lightwalker, Ljubjana, Slovenya), H02-C lazer başlığı sabitken örnek oynatılarak pürüzlendirilip hava ile kurutulmuştur (Şekil 24,25,26,27). Braket ile Er:YAG başlığı arasındaki mesafeyi 10 mm olacak şekilde

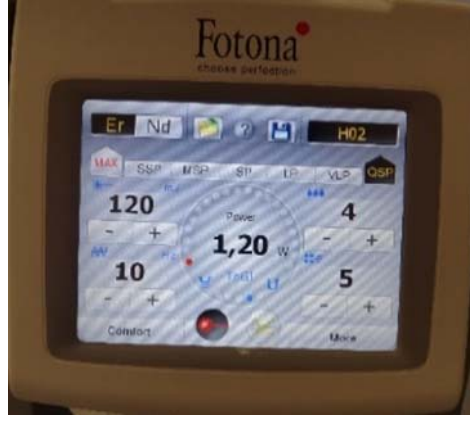
standardize etmek için aynı mesafede uygulamaya yarayan, sabit bir tabanı olan ve üzerinde lazer cihazının bulunduğu yüksekliği ölçmeye yönelik özel bir cetveli bulunan stabilizatör üretilmiştir. Pürüzlendirmeyi takiben, mikrofırça ile primer uygulanıp hava ile inceltilmiştir. Metal braketin kaidesine yeterli miktarda adeziv konulduktan sonra, braket, akrilik bloğun tam ortasına gelecek şekilde dişin yüzeyine yerleştirilmiştir. Braket dişin yüzeyine bastırıldıktan sonra kalan adeziv artıkları sond yardımıyla temizlenmiştir. Adeziv braketin mezial ve distal yönünden 10'ar saniye ışınlanarak polimerize edilmiştir.



Şekil 24: Fotona lazer cihazı.



Şekil 25: Er:YAG ile pürüzlendirme: stabilizatöre monte edilmiş H02-C başlığı.



Şekil 26: Er:YAG QSP modu değerler.



Şekil 27: Er:YAG ile pürüzlendirilen mine yüzeyi.

3.5.4 QSP ve Transbond Color Change grubu (QC)

QT grubu ile aynı şekilde pürüzlendirilen bu grupta kompozit adeziv olarak Transbond Color Change kullanılmıştır.

3.5.5 MSP ve Transbond XT grubu (MT)

Pomzalanıp yıkanmış dişlerin mine yüzeyi, 120 mJ/pulse, 10 Hz olarak ayarlanmış MSP modunda Fotona Er:YAG lazer H02-C lazer başlığı ile pürüzlendirilip hava ile kurutulmuştur (Şekil 28). Metal braketin kaidesine yeterli miktarda adeziv konulduktan sonra, braket, akrilik bloğun tam ortasına gelecek şekilde dişin yüzeyine yerleştirilmiştir. Braket dişin yüzeyine bastırıldıktan sonra kalan adeziv artıkları sond yardımıyla temizlenmiştir. Transbond XT adeziv braketin mezial ve distal yönünden 10'ar saniye ışınlanarak polimerize edilmiştir.

3.5.6 MSP ve Transbond Color Change grubu (MT)

MT grubu ile aynı şekilde pürüzlendirilen bu grupta kompozit adeziv olarak Transbond Color Change kullanılmıştır.



Şekil 28: Er:YAG MSP modu değerler.

3.5.7 X-Runner ve Transbond XT Grubu (XT)

Pomzalanıp yıkanmış dişlerin mine yüzeyi, 120 mJ/pulse, 10 Hz olarak ayarlanmış Fotona Er:YAG lazerle X-runner SX02-H başlığıyla 4 x 4,5 mm'lik bir alanı tarayacak şekilde pürüzlendirilip hava ile kurutulmuştur (Şekil 29,30, 31). Metal braketin kaidesine yeterli miktarda adeziv konulduktan sonra, braket, akrilik bloğun tam ortasına gelecek şekilde dişin yüzeyine yerleştirilmiştir. Braket dişin yüzeyine bastırıldıktan sonra kalan adeziv artıkları sond yardımıyla temizlenmiştir. Transbond XT adeziv braketin mezial ve distal yönünden 10'ar saniye ışınlanarak polimerize edilmiştir.

3.5.8 X-Runner ve Transbond Color Change Grubu (XC)

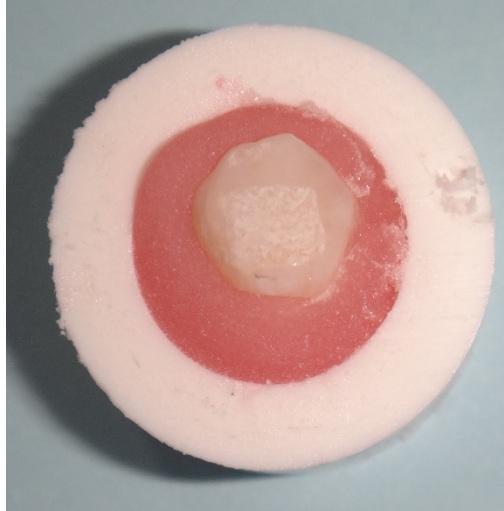
XT grubu ile aynı şekilde pürüzlendirilen bu grupta kompozit adeziv olarak Transbond XT Color Change kullanılmıştır.



Şekil 29: X-Runner ile pürüzlendirme: Stabilizatöre monte edilmiş SX02-H başlığı.



Şekil 30: X-Runner değerleri.



Şekil 31: X-Runner ile pürüzlendirilen mine yüzeyi.

3.6 Örneklerin renklendirilmesi

Renklendirme işlemi öncesinde örnekler 36°-38°C ısıda 24 saat bekletilmiş ve tüm akrilik bloklar şeffaf vernik (Flormar, Kosan Koz.San ve Tic Aş, Kocaeli) ile hiçbir yüzeyi açıkta kalmayacak ve dişlere temas etmeyecek şekilde kaplanmıştır (Şekil 32). Dişler ve metilen mavisi solüsyonu (Blueject, Vulcan Laboratories, Hindistan) Bezmialem Vakıf Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Analitik Kimya Laboratuvarındaki etüvde (Redline, Binder GmbH, Almanya) 1 saat bekletilmek üzere su sızdırmayan kilitli kutuya konulmuştur (Şekil 33) [109]. Renklendirme işlemi bittikten sonra akrilik bloklara sürülmüş olan vernik, aseton ve pamuk yardımı ile dişlere temas etmeden dikkatlice temizlenmiştir.



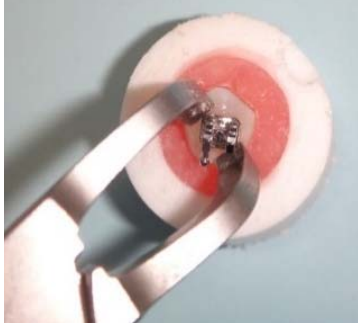
Şekil 32: Şeffaf vernik.



Şekil 33: Etüvde bekletilen örnekler.

3.7 Renklendirme yapılan grupların braketlerinin sökülmesi ve yapıştırıcı artıklarının temizlenmesi

Renkli solüsyonda braketli olarak beklemiş blokların braketleri söküm pensi ile sökülüp (Forestadent, 501-0825, Almanya) yapıştırıcı artıkları düşük hızda su soğutmalı anguldruvaya takılı 12 bıçaklı tungsten karbid frez (HM 21 R-1156, Hager & Meisinger GmbH, Neuss, Almanya) ile temizlenmiştir (Resim 34,35,36).



Şekil 34: Braketin sökümü.



Şekil 35: Braketi sökülmüş örnek.



Şekil 36: Yapıştırıcı artıklarının temizlenmesi.

3.8 Renklendirme işlemi sonrasında renk ölçümü

Renklendirme işlemi sonrasında tüm grupların renk ölçümleri L, a, b cinsinden üçer kez yapıp ortalama değerler kaydedilmiştir.

3.9 İstatistiksel Analiz

Bu çalışmada istatistiksel analizler SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) programı 24.0 ile yapılmıştır. Verilerin değerlendirilmesinde tanımlayıcı istatistiksel metotların (ortalama, standart sapma) yanı sıra, 8 grubun L, a ve b ilk ve son ortalama değerleri, ΔL , Δa , Δb ve ΔE açısından karşılaştırılması amacıyla ANOVA testi kullanılmıştır. Ayrıca Transbond XT ve Transbond Color Change gruplarının L, a ve b ilk ve son ortalama değerleri t testi ile, ΔL , Δa , Δb ve ΔE değerleri ANOVA testi ile karşılaştırılmıştır. Metot hatasını önlemek için renk ölçümleri üçer kez yapıp ortalamaları alınmıştır. Sonuçlar, anlamlılık $p < 0,05$ düzeyinde değerlendirilmiştir.

Elde edilen değerlerin metod hatasını hesaplamak amacıyla Dahlberg Metodu(201) kullanılmıştır. Toplam veri içinden rasgele seçilen 20 veri üzerinde tekrarlanan ölçümler sonucunda L, a ve b değerlerinin ilk ve ikinci ölçümleri arasındaki fark analiz edilerek standart metod hatası, alt sınır ve üst sınır değerleri hesaplanmıştır. Metod hatası aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmıştır. Formülde d, iki ölçüm arasındaki farkı, n ise gözlem sayısını göstermektedir (Şekil 37).

$$Sm = \sqrt{\frac{\sum d^2}{nx2}} \quad (\text{Standart Metod hatası})$$

$$As = \sqrt{\frac{Sm^2}{1,71}} \quad (\text{Alt Sınır})$$

$$Üs = \sqrt{\frac{Sm^2}{0,48}} \quad (\text{Üst Sınır})$$

Şekil 37: Metod hatası formülü.

Buna göre elde edilen değerler Tablo 3'de görülmektedir.

Tablo 3: Standart metod hatası.

	STANDART METOT HATASI	ALT SINIF	ÜST SINIR
L	5,986	4,578	8,640
A	4,477	3,423	6,461
B	4,118	3,149	5,944

4. BULGULAR

Sekiz çalışma grubu L, a ve b ortalama değerleri açısından ANOVA testi ile karşılaştırılmış ve sonuçlar Tablo 4'te verilmiştir.

Analiz sonucuna göre gruplar arasında L_0 , a_0 , b_0 , L_1 ve b_1 değişkenleri açısından anlamlı fark bulunmamaktadır. Ancak 8 çalışma grubu arasında a_1 değeri açısından anlamlı fark bulunmaktadır ($F=9,240$; $p<0,05$). a_1 değerlerinin ortalamalarının farkının XC grubunda en yüksek; MC grubunda ise en düşük olduğu görülmektedir.

Tablo 4: Çalışma grubunun L, a ve b değerlerinin karşılaştırılması.

	L_0	a_0	b_0	L_1	a_1	b_1
MT	85,38±6,04	4,03±1,42	16,76±3,05	90,39±4,59	-1,1±1,49	13,33±3,08
MC	86,32±3,48	4,09±1,42	17,7±3,05	90,66±4,59	-0,74±1,49	16,42±3,08
QT	85,44±2,99	3,91±0,89	19,24±4,72	87,86±5,51	-1,27±1,75	16,82±7,34
QC	87,61±4,79	4,18±1,76	17,92±4,9	91,43±4,16	-1,24±2,18	15,69±7,59
XT	88,12±4,26	3,36±0,73	18,69±3,41	92±5,25	-2,39±1,73	15,39±5,43
XC	85,57±6,69	4,48±1,56	16,36±2,33	93,02±3,44	-2,96±1,89	13,29±3,39
AT	88,44±4,69	3,52±1	17,08±4,51	91,31±3,89	-2,15±1,64	15,54±6,27
AC	86,19±4,72	4,47±1,27	21,11±9,39	88,67±5,36	-1±1,01	18,25±7,45
F	0,992	1,503	1,419	1,999	2,94	1,202
p	0,441	0,173	0,205	0,061	0,007*	0,307

* $p<0,05$

8 çalışma grubu ΔL , Δa , Δb ve ΔE değerleri açısından ANOVA testi ile karşılaştırılmış ve sonuçlar Tablo 5'de verilmiştir.

Analiz sonuçlarına göre tüm deney gruplarının ΔL değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamaktadır ($F=1,889$; $p>0,05$). İstatistiksel olarak anlamlı olmamakla birlikte ΔL değerinin en yüksek olduğu grup XC ve en düşük olduğu grup QT'dir.

MT, MC, QT, QC, XT, XC, AT ve AC gruplarının Δa değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamaktadır ($F=1,697$; $p>0,05$). İstatistiksel olarak anlamlı olmamakla birlikte Δa değerinin en yüksek olduğu grup XC ve en düşük olduğu grup MC' dir.

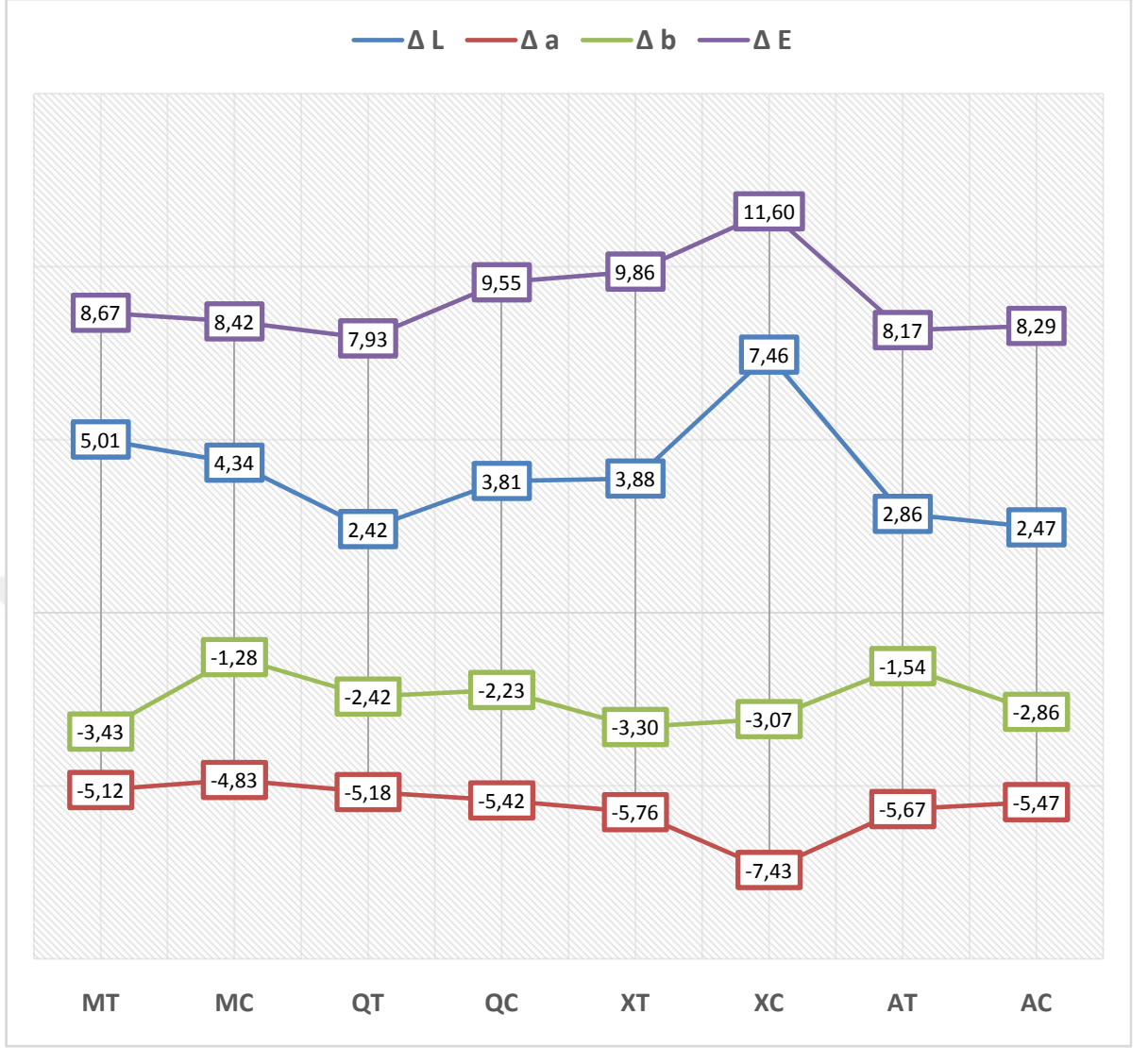
MT, MC, QT, QC, XT, XC, AT ve AC gruplarının Δb değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamaktadır ($F=0,563$; $p>0,05$). İstatistiksel olarak anlamlı olmamakla birlikte Δb değerinin en yüksek olduğu grup MT ve en düşük olduğu grup MC' dir.

MT, MC, QT, QC, XT, XC, AT ve AC gruplarının ΔE değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamaktadır ($F=1,354$; $p>0,05$). İstatistiksel olarak anlamlı olmamakla birlikte ΔE değerinin en yüksek olduğu grup XC ve en düşük olduğu grup QT' dir (Şekil 38).

Tablo 5: Çalışma grubunun ΔL , Δa , Δb ve ΔE değerlerinin karşılaştırılması.

	ΔL	Δa	Δb	ΔE
MT	5,01 \pm 3,42	-5,12 \pm 1,81	-3,43 \pm 2,41	8,67 \pm 2,81
MC	4,34 \pm 3,42	-4,83 \pm 1,81	-1,28 \pm 2,41	8,42 \pm 2,81
QT	2,42 \pm 3,71	-5,18 \pm 2,22	-2,42 \pm 4,06	7,93 \pm 3,02
QC	3,81 \pm 5,33	-5,42 \pm 3,14	-2,23 \pm 5,03	9,55 \pm 4,27
XT	3,88 \pm 6,34	-5,76 \pm 1,82	-3,3 \pm 4,98	9,86 \pm 5,25
XC	7,46 \pm 5,18	-7,43 \pm 3,1	-3,07 \pm 3,2	11,6 \pm 5,62
AT	2,86 \pm 3,39	-5,67 \pm 1,93	-1,54 \pm 4,18	8,17 \pm 2,63
AC	2,47 \pm 4,33	-5,47 \pm 1,82	-2,86 \pm 4,7	8,29 \pm 4,24
F	1,889	1,697	0,563	1,354
p	0,078	0,117	0,784	0,232

* $p<0,05$



Şekil 38: ΔL , Δa , Δb ve ΔE değerleri grafiği.

XT ve XC gruplarının L , a ve b ortalama değerleri t testi ile karşılaştırılmış ve sonuçlar Tablo 6'da verilmiştir.

Analiz sonucuna göre gruplar arasında L_0 , b_0 , L_1 , a_1 ve b_1 değişkenleri açısından anlamlı fark bulunmamaktadır. Ancak XT VE XC grupları arasında a_0 değeri açısından anlamlı fark bulunmaktadır ($t=-2,604$; $p<0,05$). a_0 değerlerinin ortalamasının XC grubunda XT grubuna göre daha yüksek olduğu görülmektedir.

Tablo 6: Transbond XT ve Transbond Color Change gruplarının L, a ve b değerlerinin karşılaştırılması.

	XT	XC	t	p
L₀	86,85±4,74	86,42±4,98	0,477	0,634
a₀	3,7±1,05	4,3±1,44	-2,604	0,01*
b₀	17,94±4,02	18,27±6	-0,353	0,725
L₁	90,39±4,98	90,94±4,63	-0,630	0,530
a₁	-1,73±1,71	-1,48±2,05	-0,708	0,480
b₁	15,27±5,74	15,91±6,22	-0,586	0,559

*p<0,05

XT VE XC gruplarında ΔL , Δa , Δb ve ΔE değerleri açısından ANOVA testi ile karşılaştırıldığı sonuçlar Tablo 7’de verilmiştir.

Analiz sonucuna göre XT ve XC grupları arasında ΔL açısından anlamlı fark bulunmamaktadır (t=-1,117; p>0,05). İstatistiksel olarak anlamlı olmamakla birlikte ΔL değeri XC grubunda daha yüksektir.

XT ve XC grupları arasında Δa açısından anlamlı fark bulunmamaktadır (t=0,807; p>0,05). İstatistiksel olarak anlamlı olmamakla birlikte Δa değeri XT grubunda daha yüksektir.

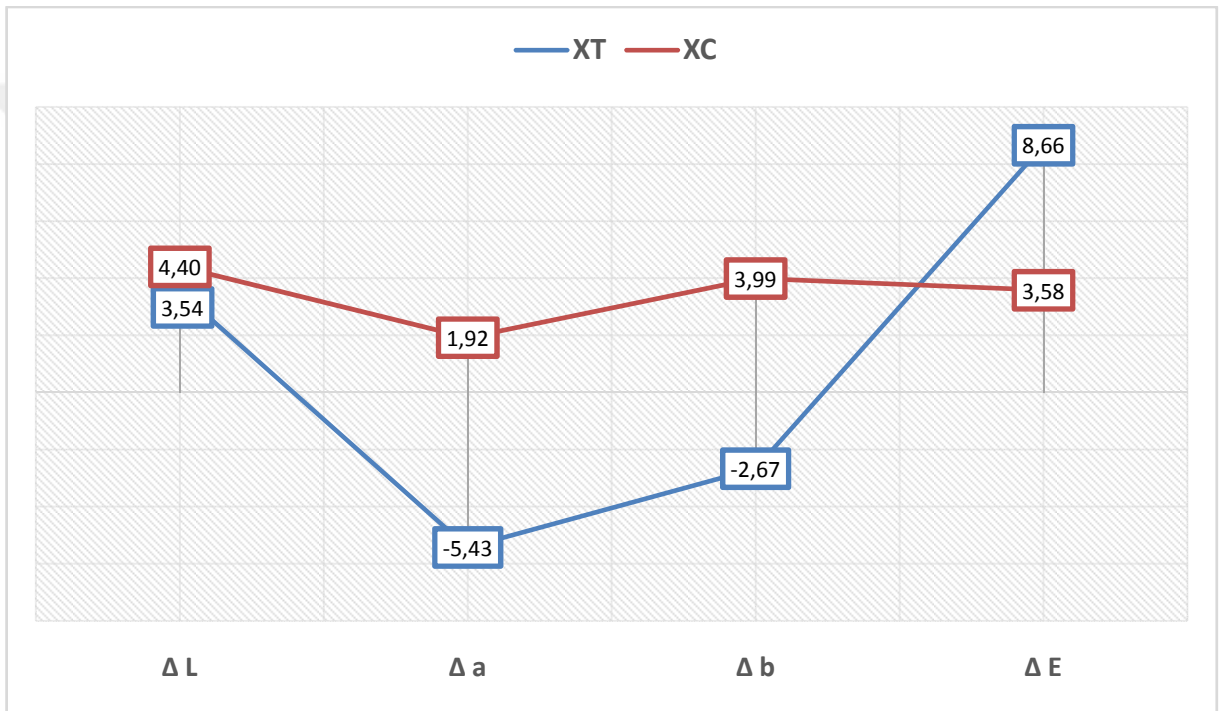
XT ve XC grupları arasında Δb açısından anlamlı fark bulunmamaktadır (t=-0,416; p>0,05). İstatistiksel olarak anlamlı olmamakla birlikte Δb değeri XC grubunda daha yüksektir.

XT ve XC grupları arasında ΔE açısından anlamlı fark bulunmamaktadır (t=-1,074; p>0,05). İstatistiksel olarak anlamlı olmamakla birlikte ΔE değeri XT grubunda daha yüksektir (Şekil 39).

Tablo 7: XT ve XC gruplarının ΔL , Δa , Δb ve ΔE değerlerinin karşılaştırılması.

	XT	XC	t	P
ΔL	3,54±4,4	4,40±5,15	-1,117	0,266
Δa	-5,43±1,92	1,92±2,83	0,807	0,421
Δb	-2,67±3,99	3,99±4,16	-0,416	0,678
ΔE	8,66±3,58	3,58±4,61	-1,074	0,285

*p<0,05



Şekil 39: XT ve XC gruplarının ΔL , Δa , Δb ve ΔE değerleri grafiği.

5. TARTIŞMA

5.1 Amacın ve Yöntemin Tartışması

Literatürde ortodontik tedavinin diş rengine etkisini inceleyen çeşitli çalışmalar mevcuttur. Bu çalışmaların çoğu in-vitro, bir kısmı in-vivo olarak tasarlanmıştır. [108-122] İn-vivo çalışmalarda diş rengi, pulpa kan akımı, komşuluktaki diş eti dokusu veya tükürük akış hızına bağlı olarak değişebileceği için dış ortam şartlarının stabilize edilmesi gerekmektedir. [9, 98] Bu çalışmanın amacı, dört farklı pürüzlendirme yöntemi ve iki farklı braket yapıştırma materyali ile braket yapıştırılarak bitim işlemlerinden sonra, mine yüzeylerinde oluşan renk değişikliklerini in-vitro olarak değerlendirmektir.

Daha önce yapılan renklenme ile ilgili in-vitro çalışmalarda, genellikle küçük azı dişi kullanılmıştır. [108-110, 115-117, 119] Bu çalışmada ortodontik amaçla en çok çekilen dişler olan üst ve alt birinci ve ikinci küçük azı dişlerinin kullanılmasına karar verilmiştir.

Deneyde kullanılacak olan dişlerin mine yapısı değişmeden optimum süre saklanabilmesi, kullanılan solüsyona ve saklama şartlarına bağlıdır. Literatür bilgisi incelendiğinde önceki çalışmalarda, % 0,1'lik timol, % 10'luk formalin, distile su, Hanks' tamponlu tuz çözeltisi, glutraldehit, serum fizyolojik, yapay tükürük çözeltisi gibi çeşitli saklama solüsyonlarının kullanıldığı gözlemlenmiştir. [123-126] Çalışmamızda örnekler önceki çalışmalarda kullanılmış, yaygın ve erişimi kolay olan distile suda, karanlık ortamda ve oda ısısında (20°C) bekletilmiştir.

Mine yüzeyini pürüzlendirmeden önce uygun mine-adeziv bağlantısı oluşturmak için, diş üzerindeki organik artıkların uzaklaştırılması işlemi yapılmalıdır. Bu konuyla ilgili literatürler incelendiğinde, Lindauer ve ark.'nın yaptığı çalışmada yüzey temizliği yapılan ve yapılmayan dişler arasında bağlanma dayanımı açısından anlamlı bir farklılık bulunmamıştır. [127] Fitzgerald ve ark.'nın yaptığı çalışmada profilaksi yapılan ve yapılmayan gruplar arasında kalan adeziv miktarı açısından anlamlı bir farklılık bulunmamış, ayrıca in-vivo olarak yaptıkları değerlendirme de braket kopma oranlarını her iki grup için yakın olarak rapor etmişlerdir. [128] Hosein ve ark. temizleme öncesi ve sonrası mine yüzeyinde anlamlı kayıp olmadığını rapor etmişlerdir. [129] Thompson ve ark. lastik disk ile gerçekleşen mine kaybını,

kıl fırça grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı derecede daha düşük bulmuşlardır. [130] Joo ve ark. mine yüzeyine cila lastiğiyle zirkonyum silikat (pomza) uygulamanın daha kabul edilebilir bir diş yüzeyi oluşturduğunu bildirmişlerdir. [109] Fitzpatrick ve ark.'nın cila lastiğiyle temizlenen diş yüzeyini, SEM ile inceledikleri çalışmada işlem görmemiş mine yüzeyine benzer bulmuşlardır. [131] Lill ve ark.'nın yapıştırma SEP (Self etching primer) kullandığı çalışmada yüzey temizliği yapılmayan grupta diğer gruba göre braket kopma oranı anlamlı derecede yüksek bulunmuştur. [132] Önceki çalışmalarda olduğu gibi çalışmamızda asit uygulamasından önce dişlerin bukkal yüzeyleri, düşük devirli hava soğutmalı anguldruva ucuna takılmış beyaz lastik kullanılarak, pomza ile 10 saniye boyunca temizlenmiştir. [109, 115, 117]

Günümüzde en sık kullanılan asit tipi olan fosforik asidin konsantrasyonu ve uygulama süresi mekanik bağlanmayı etkileyebilmektedir. Legler ve ark. %5, %15, %37 arasında değişen H_3PO_4 uygulamasının bağlanma dayanımı üzerine anlamlı bir etkisi olmadığını rapor etmişlerdir. [133] Aynı araştırmacılar bir başka çalışmada %15 ve %37'lik fosforik asit uygulamasının pürüzlü mine yüzey derinliğinde (22,8-28 μm) anlamlı bir artış oluşturduğunu bildirmişlerdir. [134] Carstensen ve ark.'nın yaptıkları çalışmada %2,5 ve %37'lik oranlarda fosforik asit uyguladıkları in-vitro çalışmada % 37'lik konsantrasyonun %2,5'lük konsantrasyona göre bağlanma dayanımı anlamlı derecede yüksek bulunmuştur. [135] Shinci ve ark. % 3, %5, %10, %20, %35, %65'lik konsantrasyonlar arasında en çok rezin tag uzunluğunu (22 μm) % 35'lik asit uygulaması sonucunda gözlendiğini bildirmişlerdir. [136] Sadowsky ve ark.'nın yaptıkları in-vivo çalışmada %15 ve %37'lik fosforik asit uygulamaları arasında braket kopma oranı açısından anlamlı derecede bir farklılık bulunmamıştır. [137] Bhad ve ark. bağlanma dayanımı açısından %15 ve %37'lik konsantrasyonlar arasında anlamlı bir fark olmadığını rapor etmişlerdir. [138]

Mineyi asitleme süresiyle ilgili çeşitli görüşler vardır. Sadowsky ve ark., Osorio ve ark. mineyi 15 veya 60 sn asitlemenin retansiyon üzerine anlamlı bir etkisi olmadığını bulmuşlardır. [137] Johnston ve ark. molarlar üzerinde yaptığı in vitro çalışmada asitleme süresini 30 saniyeden 60'a çıkarmanın bağlanma dayanımı üzerinde anlamlı bir fark oluşturmadığını bulmuşlardır. [139] Buna karşın Jahanbin ve ark. pürüzlendirme süresini arttırmanın minede daha çok renklenmeye sebep

olduklarını bulmuşlardır. [119] Çalışmamızda % 37'lik fosforik asit kabul edilebilir bir bağlanma kuvveti yarattığı ve mine yüzeyi kaybını en aza indirdiği için 15 sn süresince uygulanmıştır. [115, 117, 119, 120, 134-136]

Mine yüzeyini pürüzlendirirken fosforik asit likit veya jel formda uygulanabilir. Urabe ve ark.'nın farklı asitlerin sol-jel formlarını kıyasladığı çalışmada, bağlanma dayanımı açısından fosforik asidin solüsyon veya jel hali arasında bir farklılık bulunmamıştır. [140] Ancak likit asidin istenmeyen mine alanlarına invaze olmasından dolayı kontrol edilmesi zordur. Bu sebeple önceki çalışmalarda uygulandığı gibi bizim çalışmamızda da viskozitesi yüksek jel formundaki asit ajanı kullanılmıştır. [108, 110, 112, 114, 116, 117]

Kompozit adeziv polimerizasyonunu başlatan fotoinisiatörlerin (kamforokinon) aktivasyonu çeşitli ışık kaynaklarıyla (halojen, argon lazerler, LED, plazma ark ışık kaynağı) gerçekleştirilebilir. Birçok çalışmada braketlere ark teli yerleştirilmeden önce kompozit adezivin LED ışık kaynağıyla en az 20 sn polimerize edilmesi gerektiğini ve bunun halojen ışık kaynaklarındaki 40 sn ye eşit olduğunu bildirilmiştir. [141-143] Bu bilgiler ışığında LED ışık kaynağıyla metal braket altındaki kompozit mezial ve distalden 10'ar sn, toplamda 20 sn olacak şekilde polimerize edilmesi uygundur. [144] Lee ve ark. 2. ve 3. jenerasyon LED ışık kaynaklarını (VALO, Ortholux) karşılaştırdıkları çalışmada gruplar arasında ARI ve bağlanma dayanımı açısından anlamlı bir fark bildirmemişlerdir. Ancak 3. jenerasyon LED kaynaklarında polimerizasyon süresinin daha kısa olduğunu rapor etmişlerdir. [145] Uzel ve ark. ve Malkoç ve ark. halojen ışık kaynakların LED ışık kaynaklara göre daha yüksek intrapulpal sıcaklık artışına yol açtığını bulmuşlardır. [146, 147] Armellin ve ark.'nın çalışmasına göre LED ışık kaynaklarının (VALO, Starlight PRO) dışın farklı bölgelerinde oluşturduğu sıcaklık değişimini incelediği çalışmada uygulama süresi arttıkça pulpa odasında sıcaklığın arttığını ancak bunun aynı zamanda mevcut dentin kalınlığına da bağlı olduğunu bulmuşlardır. [148] Oz ve ark. iki farklı LED ışık kaynağının kullanıldığı (VALO, Elipar) braket kopma oranı ile bağlanma dayanımını in-vivo ve in-vitro olarak inceledikleri çalışmada istatistiksel açıdan anlamlı fark bildirmemişlerdir. [149] Çalışmamızda VALO kullanım kılavuzu ve yapılan çalışmalarla uyumlu olarak braketlerin mezial ve distalinden 10'ar sn, mümkün olduğunca yakın mesafeden polimerizasyon yapılmıştır. [108, 109, 115-117, 141-147]

Dental lazerler günümüzde alternatif bir pürüzlendirme yöntemi olarak kullanılmaya başlanmıştır. Çeşitli yazarlar, Er:YAG lazer ile pürüzlendirilen yüzeylerin bağlanma dayanımını aside göre daha düşük bulmuştur. [56, 150-152] Lee ve ark.'nın çalışmasına göre Er:YAG ve asit ile pürüzlendirme arasında bağlanma dayanımı açısından anlamlı bir fark bulunmamıştır. [69] Attrill ve ark. Er:YAG ile pürüzlendirilen minede su soğutmalı çalışmanın bağlanma dayanımını arttırdığını bulmuşlardır. [150] Buna karşın Hossain ve ark. su soğutması ile çalışmanın ablyon derinliğini etkilemediğini ortaya koymuşlardır. [55] Önceki çalışmalarda, Er,Cr:YSGG lazerde 1,5 W veya 1 W ile pürüzlendirme yapılmasının klinik açıdan yeterli bağlanma dayanımı sağladığı rapor edilmiştir. [76, 153, 154] Contreras-Bulnes ve ark. ARI skorunun Er:YAG lazer grubunda, self-etch ve asit grubuna kıyasla istatistiksel olarak anlamlı derecede daha düşük olduğunu bulmuşlardır. [151] Bu bilgiler ışığında çalışmamızda Er:YAG lazer 120 mJ, 10 Hz, 1,2 W, %55,5 hava, %44,5 su soğutmalı, non-kontakt modda kullanılarak örnekler pürüzlendirilmiştir.

Er:YAG lazerin non-kontakt modda istenilen şekil ve alanı seçip uygulama yapmayı sağlayan, dijital olarak kontrol edilebilen, X-Runner başlığı diş hekimliğinde klinik alanda çeşitli uygulamalarda kullanılabilir. Bu başlık ile uygulama yapılacak alanın şekli ve büyüklüğü, yapılacak olan tarama sayısı ve lazer atım sıklığı manuel olarak ayarlanabilmektedir. [79] Literatür incelendiğinde X-Runner ile ortodontik bonding öncesi pürüzlendirme, implant yüzeyini açma, lökoplaki ve hiperpigmentasyon tedavisi ve osteotomi uygulamaları yapılmıştır. [155-157] Ancak mine dokusunun renklenmesinin değerlendirildiği herhangi bir çalışma yoktur. Çalışmamızda örnekler X-Runner başlığıyla 4 x 4,5 mm'lik bir dikdörtgen şeklinde pürüzlendirilmiş ve ardından hava ile kurutulmuştur.

Er:YAG lazerin çeşitli atım modlarına yeni bir mod QSP-Quantum Square Pulse eklenmiştir. Bu modda her bir atımda küçük vuruşlara bölünerek çevre dokularda termal yan etkinin azaltılması ve ablyon hızının artırılması hedeflenir. [7, 77] Sağır ve ark. Er:YAG lazeri QSP ve MSP modu ile asit ile pürüzlendirmenin bağlanma dayanımına etkisini araştırdıkları çalışmada QSP grubunun asitten anlamlı olarak yüksek olduğunu, ancak QSP ve MSP grupları arasında anlamlı bir fark olmadığını bildirmişlerdir. [78] Lukac ve ark. SEM görüntülerini inceledikleri çalışmada, QSP grubunun MSP grubuna benzer yüzey özelliklerine sahip olduğunu gözlemlemişlerdir. [158] Aynı yazarın güncel çalışmada QSP modunun

dental sert dokularda hızlı kesim yaptığı, düşük miktarda ısı açığa çıkardığı ve düşük titreşime yol açtığı bildirilmiştir. [159] Buna göre, çalışmamızda Er:YAG lazerin QSP ve MSP modu örnekleri pürüzlendirme için kullanılmıştır. [77, 78, 159]

Eliades ve ark. tek aşamalı ortodontik adeziv ve cam iyonomer rezini karşılaştırdıkları çalışmada, başlangıçtan debonding sonrasına kadar olan süredeki minedeki renk değişikliğini iki grup arasında anlamlı bulmamışlardır. [110] Aynı yazarın başka bir çalışmasında ışıkla veya kimyasal olarak polimerize olan rezinler incelenmiş, kimyasal polimerize olan Concise ve ışıkla polimerize olan Enlight adezivin Transbond XT, Ideal, Heliostic adezivlere göre klinik açıdan anlamlı renk değişikliğine yol açtığı bulunmuştur. [111] Faltermeier ve ark.'nın ortodontik adezivleri ışıkla yaşlandırdıkları çalışmada Enlight ve Meron Plus AC'nin renk değişikliği klinik açıdan anlamlı bulunurken, Transbond XT and RelyX Unicem'deki bu farklılık anlamlı değildir. [122] Trakyalı ve ark. Transbond XT adezivde Eagle Bond'a göre anlamlı derecede daha yüksek renk değişikliği rapor etmişlerdir. [112] Çörekçi ve ark. çay, kola, kahve, yoğurt ve şarapla renklendirdikleri örneklerde en çok renk değişikliğini Filtek Supreme, en düşük ΔE değerini Transbond XT, Heliosit ve Quick Cure'da bildirmişlerdir. [113] Joo ve ark.'nın farklı kompozit adezivler ve bitirme yöntemlerini inceledikleri çalışmada, Transbond Plus'daki renk değişikliği Transbond XT'den anlamlı derecede yüksek bulunmuştur. [109] Boncuk ve ark.'nın çalışmasında fosforik asitle pürüzlendirip Transbond XT ile yapıştırılan grubun ΔE değeri, poliakrilik asit ile pürüzlendirip rezin modifiye cam iyonomer simanla yapıştırılan gruptan istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek bulunmuştur. [115] Ye ve ark.'nın çalışmasında Fuji Ortho ile yapıştırılan örneklerdeki renk değişikliği Transbond XT'ye göre düşük bulunmuştur. [116] Çalışmamızda çeşitli yöntemlerle pürüzlendirilen örneklerin yarısı, literatürde sıklıkla kullanılmış Transbond XT kompozit yapıştırıcı ile yapıştırılmıştır. [109, 111-113] Çalışmamızda her iki grup kompozit adeziv de firma önerisi ve başka araştırmacıların kullanımı doğrultusunda Transbond XT primer ile birlikte kullanılmıştır. [160, 161]

Braketi yerleştirirken taşan adezivleri temizleme kolaylığı, florid salınımı, nem toleransı ve bağlanma dayanımı gibi avantajları sebebiyle tercih edilen Transbond Plus Color Change ile ilgili yapılmış renklenme çalışmasında Joo ve ark. tarafından Transbond Plus'daki renk değişikliği Transbond XT'den anlamlı derecede yüksek bulunmuştur. [106, 161-165] Çalışmamızda çeşitli yöntemlerle pürüzlendirilen

örneklerin yarısı, literatürde yer aldığı gibi Transbond Plus Color Change ile yapıştırılmıştır.

O'Brien ve ark. dişlerin farklı bölgelerinin farklı renklerde olduğunu öne sürmüşlerdir. Bu nedenle mine yüzeyinin pürüzlendirilmesi, renk ölçümü gibi işlemlerin hep aynı bölgeden yapılması önem taşımaktadır. [86] Renklenme ile ilgili yapılmış in-vitro çalışmalarda dişler çoğunlukla, renk ölçümünü yaparken standardizasyon sağlamak için soğuk akrilikten hazırlanan bloklara gömülmüşlerdir. [109, 115-117] Kimi araştırmacılar da diş örneklerinin vestibül orta üçlü yüzeyine etiket yapıştırarak renk ölçümünü aynı noktadan yapmayı hedeflemişlerdir. [110, 112] Çalışmamızda dişlerin kuronları köklerinden ayrılıp, vestibül yüzeyi yukarı bakacak şekilde 2 cm çapında 4 cm yüksekliğinde akrilik bloklara gömülmüş ve anahtar-kilit uyumu olan kapak sayesinde aynı noktadan ölçüm yapılması sağlanmıştır.

Işık ile sertleşen yapıştırıcıların polimerizasyonunun 24 saat içinde tamamlanması için çeşitli çalışmalarda örnekler 37°C'deki solüsyonda bekletilmiştir. [109, 113, 117, 119] Araştırmamızda da örnekler ağız sıcaklığını taklit eden 37°C'deki etüvde 24 saat bekletildikten sonra braket söküm işlemi yapılmıştır.

Renk ölçümünde subjektif metodların yanı sıra objektif olarak ölçüm yapmaya yarayan renk ölçüm cihazları kullanılabilir. Kim-Putaseri ve ark.'nın iki farklı kolorimetre (ShadeVision, ShadeScan) ve spektrofotometreyi (SpectroShade, VITA Easyshade) kıyasladıkları çalışmada VITA Easyshade'in doğruluk değerini (% 92,6) anlamlı derecede yüksek bulmuşlardır. [94] Lagouvardos ve ark. ShadeEye ve Easyshade'i karşılaştırdıkları çalışmada Easyshade'in tekrarlanabilirliğini ShadeEye'dan yüksek bulmuşlardır. [166] Yuan ve ark. VITA Easyshade'in doğruluk değerini ShadeEye ve Shadepilot'a göre anlamlı derecede yüksek bulmuşlardır. [167] Dozic ve ark. klinik açıdan Easyshade ve ICAM kamerayı güvenilir bulmuşlardır. [168] Çalışmamızda doğruluk ve tekrarlanabilirlik özellikleri nedeniyle örneklerin renkleri VITA Easyshade cihazıyla ölçülmüştür.

Ortodontik literatürde renklenme ile ilgili yapılmış çalışmalarda ışıkla hızlı yaşlandırma, metilen mavisi, kahve, kırmızı şarap, çay, klorheksidin, köri, kola ve sigara dumanı kullanılmıştır. [108-113, 115, 116, 118, 169-174] Oliveria ve ark.'nın monokristalin ve polikristalin braketlerin renklenmesini incelediği araştırmada en çok renklenme kahve solüsyonunda, 21 gün sonra bulunmuştur. [171] Wriedt ve

ark.'nın çalışmasında köri solüsyonunda anında; kahve, çay ve kırmızı şarap solüsyonunda 5 gün sonra dişlerde renklenme gözlemlenmiştir. [170] Hassan ve ark.'nın çalışmasında en çok renklendirici materyal olarak sigara dumanı, ardından çay, sonrasında kahve solüsyonu bulunmuştur. [118] Guignone ve ark.'nın şeffaf braketlerin renklenmesini incelediği çalışmasında en yüksek renk değişikliği kola ve kırmızı şarap grubunda bulunmuştur. [169] Faltermeier ve ark. Transbond XT kompozit adezivde en yüksek renk değişikliğini çay ile elde etmişlerdir. [122] Trakyalı ve ark. ışıkla hızlı yaşlandırılan örneklerde klinik olarak renk değişikliği bildirmemişlerdir. [112] Joo ve ark., Lee ve ark.'nın yaptıkları kompozit adezivlerle ilgili renklenme çalışmalarında renklendirme solüsyonu olarak metilen mavisi kullanmışlardır. [109, 174] Çalışmamızda renk değişimine sebep olduğu kanıtlanmış bir solüsyon olduğu için metilen mavisi kullanılmıştır.

Ortodontik tedavi sonrası mine yüzeyinde kalan yapıştırıcı artıklarını temizlemek için çeşitli yöntemler uygulanmıştır. Bunlar arasında tungsten karbid frez, cila lastiği, Sofleks (alüminyum oksit) diskler, Er:YAG lazer, CO₂ lazer, elmas frez, scaler, ultrasonik kazıyıcı ve air-flow vardır. [109, 129, 131, 175-209] Ahrari ve ark. Er:YAG lazerin tungsten karbiden daha pürüzlü bir yüzey bıraktığını bildirmişlerdir. [200] Ireland ve ark. tungsten karbid frezle ultrasonik kazıyıcıya göre daha düşük 2-28 µm miktarında mine kaybı olduğunu rapor etmişlerdir. [204] Eminkahyagil ve ark. tungsten karbid frezin Sofleks'e göre daha hızlı uygulandığını ancak mineye daha zararlı olduğunu bildirmişlerdir. Diğer bir yandan, Sofleks disklerin tungsten karbid freze göre daha çok adeziv artığı bıraktığı ortaya koyulmuştur. [176] Joo ve ark. tungsten karbid frezle temizleme ve ardından cila lastiğiyle bitirme prosedürleri arasında diş rengi açısından anlamlı bir farklılık bildirmemişlerdir. [109] Smith ve ark. CO₂ lazerin diş yüzeyinde çukurcuklar oluşturduğunu ve yanmaya yol açtığını ortaya koymuşlardır. [178] Oliver ve ark. scaler ve ultrasonik kazıyıcının mine yüzeyini temizlemede tungsten karbide freze göre yetersiz olduğunu bildirmişlerdir. [197] Hong ve ark. elmas frezin diş yüzeyini temizlemede tungsten karbide göre etkili olduğunu ancak düzensiz bir mine yüzeyi oluşturduğunu bildirmişlerdir. [196] Banerjee ve ark. air-flow cihazının tungsten karbide göre daha az mine kaldırdığını rapor etmişlerdir. [202] Bizim çalışmamızda ise artık adezivleri temizlemede etkin bir yöntem ve ortodonti kliniklerinde kullanımı en yaygın olan tungsten karbid frez kullanılmıştır. [109, 129, 175-208]

Bu in-vitro çalışmada dişlerin yapısının birbirinden farklı oluşu, ağız ortamını taklit eden tükürük ve mekanik etkilerin bulunmaması gibi bazı limitasyonları mevcuttur. Ayrıca termal siklus yapılmamış olması da mikrosızıntı ile ilgili yorum yapılmasını kısıtlamaktadır.

5.2 Renk ile İlgili Bulguların Tartışması

Joo ve ark. farklı kompozit adezivler ve temizleme yöntemlerini karşılaştırdıkları çalışmada dişlerin başlangıç renk değerleri açısından anlamlı fark bildirmemişlerdir. [109] Çalışmamızda yüzeyinin başlangıç değerleri ele alındığında sadece a_1 değeri ölçümünde gruplar arası anlamlı fark bulunduğu gözlemlenmiştir. Kompozit adeziv grupları kendi aralarında kıyaslandığında ise, Transbond Plus Color Change ile braketlerin yapıştırıldığı grupta a_0 değeri anlamlı derecede yüksek bulunmuştur. Bu durumun deneyde kullanılan dişlerin farklı bölgelerden olmasının (üst/ alt, sağ/sol) etkili olabileceği düşünülebilir. Ayrıca çekilen dişlerin farklı bireylerden toplanmış olmasının da renk farklılığı yaratmış olabileceği düşünülebilir. Bu durumun önüne geçebilmek adına, toplanan dişlerin renk ölçümleri başlangıçta gerçekleştirilip, dişlerin renklerine göre sınıflandırılıp gruplara tabakalı örnekleme yöntemi ile dağıtılabildi. [210]

Farklı pürüzlendirme metodu ve farklı kompozit adeziv kullanımıyla oluşturulan 8 grubun ΔL değeri her bir grup için 7,5 birimden küçüktür. Literatür bilgisine göre L değerindeki değişiklikler insan gözü tarafından a ve b değerine göre daha kolay algılanmaktadır. [112] Ancak bu çalışmada ΔL değeri açısından gruplar arası istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamıştır. CIE'ye göre ΔL için insan gözünün fark ettiği klinik eşik değeri 2 birimdir. [139] 8 grup değerlendirildiğinde en yüksek ΔL değeri (7,46) ile XC grubunda, en düşük ΔL değeri (2,42) ile QT grubunda kaydedilmiştir. Çalışmamızda tüm gruplarda ΔL değeri için klinik açıdan fark edilebilir (2 birimden yüksek) renklenme gözlenmiştir.

Yine söz konusu 8 grup için Δa , Δb değerlerinin negatif olması dişlerin deneyin amacına uygun bir şekilde, mavi ve yeşil tonlarına doğru renklendiğini göstermektedir. Fakat bu değerler de gruplar arası incelemede istatistiksel açıdan anlamlı değildir. En yüksek Δa değeri (-7,43) ile XC grubunda, en düşük Δa değeri (-4,83) ile MC grubunda gözlenmiştir ve en yüksek Δb değeri (-3,43) ile MT grubunda, en düşük Δb değeri (-1,28) ile MC grubunda tespit edilmiştir.

Johnston ve ark. ΔE değerinin çıplak gözle değişimini tespit edebilme eşik değerinin 3,5 birim olduğunu öne sürmüşlerdir. [92] Çalışmamızda ΔE değeri en yüksek XC (11,6) grubu , en düşük ΔE değeri QT (7,93) grubu olmakla birlikte her grupta 3,7'den yüksek bulunmuştur. Bu durum her bir deney grubunda metilen mavisiyle klinik açıdan anlamlı renklenme oluştuğunu göstermektedir.

Farklı pürüzlendirme yöntemlerinin dış rengine etkisinin incelendiği çalışmalarda, Zaher ve ark. konvansiyonel etch ve iki farklı SEP (Prompt L-Pop, Xeno III) arasında, Joo ve ark. SEP grubunda konvansiyonel etch grubuna göre ΔE açısından anlamlı farklılık bulmuşlardır. [109, 117] Boncuk ve ark. total etch ve SEP grupları arasında, Maatiah ve ark. SEP ve konvansiyonel etch arasında ΔE açısından anlamlı fark bulmamışlardır. [115, 120] Çalışmamızda da 3 farklı lazer ve fosforik asitlerle pürüzlendirilen gruplarda ΔE açısından arasında anlamlı fark bulunmamıştır. Farklı pürüzlendirme yöntemlerinin debonding sonrası dış rengine etkisinin benzer olduğu düşünülebilir.

Ortodontik literatür incelendiğinde ΔL , Δa , Δb değerlerinden ziyade ΔE değerinin çalışmalarda değerlendirildiği görülmektedir. [108-122] Çalışmamızda kullanılan farklı adeziv materyale göre oluşturulan iki grup (Transbond XT ve Transbond Plus Color Change) hem ΔE , hem de ΔL , Δa , Δb açısından karşılaştırılmıştır. ΔL (4,4) ve Δb (3,99) değerleri XC grubunda daha yüksek, Δa (-5,43) değeri ise XT grubunda daha yüksek bulunmuştur. ΔL , Δa , Δb değerleri arasında iki grup arasında istatistiksel anlamlı farklılık bulunmamıştır. Bunun sebebinin Transbond XT ve Transbond Plus Color Change materyallerinin metilen mavisine bağlı benzer renk değişikliği göstermesi ve mine dokusunda benzer rezin tag uzantıları oluşturması olduğu düşünülebilir.

Farklı kompozit yapıştırıcılarla ilgili renklenme çalışmalarında Ye'nin Transbond XT, Fuji Ortho, Concise'ı kıyasladığı çalışmada, Trakyalı ve ark.'nın Transbond, Eagle Bond ve Reliance'ı karşılaştırdığı çalışmada, Jahanbin ve ark.'nın Prime-Dent, Amelogen Plus ve Unite'i incelediği çalışmada, Çörekçi ve ark.'nın Filtek Supreme ile Transbond XT'yi kıyasladığı çalışmada ΔE değeri açısından gruplar arası anlamlı farklılık bulunmuştur. [108, 112, 113, 116] Faltermeier ve ark.'nın çalışmasına göre Transbond XT ve RelyX Unicem arasında, Eliades ve ark.'a göre CİS ve GC Fuji Ortho arasında ΔE açısından anlamlı farklılık bulunmamıştır. [111, 122] Çalışmamızda Transbond XT ve Transbond Plus Color Change ile yapıştırılan

örnekler gruplar arası karşılaştırıldığında ΔE değerinde istatistiksel anlamlı farklılık bulunmamıştır. Bunun sebebinin yine ΔL , Δa , Δb değerleri için düşünüldüğü gibi bu iki materyalin boyayıcı solüsyon etkisiyle benzer renk değişikliği göstermesi ve mine dokusunda söküm esnasında ortadan kalkmayan benzer kalıntılar bırakması olduğu düşünülebilir.



6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Mine pürüzlendirme yöntemlerinin ve farklı kompozit yapıştırıcıların mine yüzeyinde sebep olabileceği renklenme etkilerinin değerlendirildiği çalışmamızla elde ettiğimiz sonuçlar şunlardır:

1. Deney gruplarında metilen mavisi uygulaması ile oluşan renklenmenin ortalama değeri klinik eşik değerin ($\Delta E=3,7$) üzerinde bulunmuştur. Bu bulgu kompozit adezivlerin mine yüzeyinden uzaklaştırılmasından sonra, minede kalıcı renklenmeye sebep olduğunu göstermektedir.
2. Pürüzlendirme yöntemlerinin renk değişikliğine etkisi incelenmiş; çalışmanın sonunda asit, Er:YAG lazer QSP modu, MSP modu ve X-Runner başlığıyla uygulamalarda renk değişikliği açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır.
3. Farklı kompozit yapıştırıcılar (Transbond XT ve Transbond Plus Color Change) kendi arasında karşılaştırıldığında, renk değişikliği açısından anlamlı farklılık bulunmamıştır.

Lazer ile pürüzlendirme gerek kullanım kolaylığı, gerek izolasyon gerektirmemesi gibi avantajları sebebiyle ortodonti kliniğinde kullanılabilir. Ancak maliyeti yüksek cihazlar olması göze alınarak hareket edilmelidir. Tabakalı örnekleme yöntemiyle yapılacak olan in-vitro çalışmalar örneklerin başlangıç renk dağılımı açısından daha anlamlı sonuçlar verecektir. İn-vivo çalışmalar ağız ortamını taklit etmesi açısından daha gerçekçi sonuçlar verecektir. Ancak diş rengine etkileyen kromojenlerin standardizasyonu daha zordur. En azından termal siklus ortamında yapılacak çalışmalar daha anlamlı sonuçlar verebilir.

KAYNAKLAR

- [1] **Buonocore, M.G.** (1955) *A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces.* J Dent Res. 34(6): p. 849-53.
- [2] **Newman, G.V.** (1965) *Epoxy adhesives for orthodontic attachments: progress report.* Am J Orthod. 51(12): p. 901-12.
- [3] **Reynolds, I.** (1975) *A review of direct orthodontic bonding.* Br J Orthod. 2: p. 171-180.
- [4] **Von Fraunhofer, J.A., D.J. Allen, and G.M. Orbell.** (1993) *Laser etching of enamel for direct bonding.* Angle Orthod. 63(1): p. 73-6.
- [5] **Contreras-Bulnes, R., et al.** (2013) *Evaluation of self-etching adhesive and Er:YAG laser conditioning on the shear bond strength of orthodontic brackets.* ScientificWorldJournal. 2013: p. 719182.
- [6] **Firat, E., S. Gurgan, and N. Gutknecht.** (2012) *Microtensile bond strength of an etch-and-rinse adhesive to enamel and dentin after Er:YAG laser pretreatment with different pulse durations.* Lasers Med Sci. 27(1): p. 15-21.
- [7] **Gutknecht, N.** (2011) *A Novel Quantum Square Pulse (QSP) Mode Erbium Dental Laser.* Journal of the Laser and Health Academy. 1: p. 15-21.
- [8] **Sandison, R.M.** (1981) *Tooth surface appearance after debonding.* Br J Orthod. 8(4): p. 199-201.
- [9] **Goodkind, R.J. and W.B. Schwabacher.** (1987) *Use of a fiber-optic colorimeter for in vivo color measurements of 2830 anterior teeth.* J Prosthet Dent. 58(5): p. 535-42.
- [10] **Dawes, C.** (1974) *Rhythms in salivary flow rate and composition.* Int J Chronobiol. 2(3): p. 253-79.
- [11] **Joiner, A.** (2004) *Tooth colour: a review of the literature.* J Dent. 32 Suppl 1: p. 3-12.
- [12] **Roberson, T.M., H.O. Heymann, and E.J. Swift.** (2006) *Sturdevant's Art and Science of Operative Dentistry.* (2): p. 18-24.
- [13] **Ten Cate, J.M. and J.D.B. Featherstone.** (1996) *Fluoride in Dentistry.* p. 252-69.
- [14] **Gürkan, S.İ., G.Ş. Bayırlı, and P. Sandallı.** (1972) *Diş hastalıkları ve konservatif diş tedavisi.* p. 278-286.
- [15] **Van Rensburg, B.G.J.** (1981) *Oral Biology.* p. 289-90.
- [16] **Andlaw Rj, R.W.** (1996) *A Manual of Paediatric Dentistry.* (Pit and Fissure Sealants): p. 57-61.
- [17] **Buonocore, M.G., A. Matsui, and A.J. Gwinnett.** (1968) *Penetration of resin dental materials into enamel surfaces with reference to bonding.* Arch Oral Biol. 13(1): p. 61-70.

- [18] **Silverstone, L., et al.** (1975) *Variation in the pattern of acid etching of human dental enamel examined by scanning electron microscopy.* Caries research. 9(5): p. 373-387.
- [19] **Galil, K.A. and G.Z. Wright.** (1979) *Acid etching patterns on buccal surfaces of permanent teeth.* Pediatr Dent. 1(4): p. 230-4.
- [20] **Silverstone, L.M.** (1974) *Fissure sealants. Laboratory studies.* Caries Res. 8(1): p. 2-26.
- [21] **Brannstrom, M., O. Malmgren, and K.J. Nordenvall.** (1982) *Etching of young permanent teeth with an acid gel.* Am J Orthod. 82(5): p. 379-83.
- [22] **Manson-Rahemtulla, B., D.H. Retief, and H.C. Jamison.** (1984) *Effect of concentrations of phosphoric acid on enamel dissolution.* J Prosthet Dent. 51(4): p. 495-8.
- [23] **Gottlieb, E.W., D.H. Retief, and H.C. Jamison.** (1982) *An optimal concentration of phosphoric acid as an etching agent. Part I: Tensile bond strength studies.* J Prosthet Dent. 48(1): p. 48-51.
- [24] **Rosa, B.T. and J. Perdigao.** (2000) *Bond strengths of nonrinsing adhesives.* Quintessence Int. 31(5): p. 353-8.
- [25] **Reynolds, I. and J. Von Fraunhofer.** (1976) *Direct bonding of orthodontic attachments to teeth: the relation of adhesive bond strength to gauze mesh size.* British journal of orthodontics. 3(2): p. 91-95.
- [26] **Bishara, S.E., et al.** (2007) *Shear bond strength comparison of two adhesive systems following thermocycling. A new self-etch primer and a resin-modified glass ionomer.* Angle Orthod. 77(2): p. 337-41.
- [27] **Al Shamsi, A., et al.** (2006) *Shear bond strength and residual adhesive after orthodontic bracket debonding.* Angle Orthod. 76(4): p. 694-9.
- [28] **Retief, D.H.** (1975) *A comparative study of three etching solutions: effects on enamel surface and adhesive-enamel interface.* J Oral Rehabil. 2(1): p. 75-96.
- [29] **Gardner, A. and R. Hobson.** (2001) *Variations in acid-etch patterns with different acids and etch times.* Am J Orthod Dentofacial Orthop. 120(1): p. 64-7.
- [30] **Triolo, P.T., Jr., et al.** (1993) *Effects of etching time on enamel bond strengths.* Am J Dent. 6(6): p. 302-4.
- [31] **Reisner, K.R., H.L. Levitt, and F. Mante.** (1997) *Enamel preparation for orthodontic bonding: a comparison between the use of a sandblaster and current techniques.* American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics. 111(4): p. 366-373.
- [32] **Ellis, R., M. Latta, and G. Westerman.** (1998) *Effect of air abrasion and acid etching on sealant retention: an in vitro study.* Pediatric dentistry. 21(6): p. 316-319.
- [33] **Zachrisson, B.U. and T. Buyukyilmaz.** (1993) *Recent advances in bonding to gold, amalgam and porcelain.* J clin orthod. 27(12): p. 661-75.

- [34] **Korkmaz, Y., et al.** (2010) *Microleakage and scanning electron microscopy evaluation of all-in-one self-etch adhesives and their respective nanocomposites prepared by erbium: yttrium–aluminum–garnet laser and bur.* Lasers in medical science. 25(4): p. 493-502.
- [35] **Kocadereli, I.L., Ş. Canay, and K. Akça.** (2001) *Tensile bond strength of ceramic orthodontic brackets bonded to porcelain surfaces.* American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics. 119(6): p. 617-620.
- [36] **Sarı, Z., S. Usumez, and T. Uysal.** (2001) *Metalik Ortodontik Braketlerin Mine Yüzeyine Yapıştırılmasında Fosforik Asit ve Kumla Pürüzlendirme.* Turkish Journal of Orthodontics. 14(3): p. 119-124.
- [37] **Garcia-Godoy, F. and S. Martin.** (1994) *Shear strength of ceramic brackets bonded to etched or unetched enamel.* The Journal of clinical pediatric dentistry. 19(3): p. 181-183.
- [38] **Hossain, M., et al.** (2001) *Analysis of surface roughness of enamel and dentin after Er, Cr: YSGG laser irradiation.* Journal of clinical laser medicine & surgery. 19(6): p. 297-303.
- [39] **Millett, D., et al.** (1995) *The effect of sandblasting on the retention of first molar orthodontic bands cemented with glass ionomer cement.* British journal of orthodontics. 22(2): p. 161-169.
- [40] **Van Waveren Hogervorst, W.L., A.J. Feilzer, and B. Prahl-Andersen.** (2000) *The air-abrasion technique versus the conventional acid-etching technique: A quantification of surface enamel loss and a comparison of shear bond strength.* American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics. 117(1): p. 20-26.
- [41] **Suma, S., et al.** (2012) *The effect of air abrasion on the retention of metallic brackets bonded to fluorosed enamel surface.* Indian Journal of Dental Research. 23(2): p. 230.
- [42] **Kumar, K.R., et al.** (2011) *Depth of resin penetration into enamel with 3 types of enamel conditioning methods: a confocal microscopic study.* American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics. 140(4): p. 479-485.
- [43] **Vicente, A., L.A. Bravo, and M. Romero.** (2005) *Influence of a nonrinse conditioner on the bond strength of brackets bonded with a resin adhesive system.* The Angle orthodontist. 75(3): p. 400-405.
- [44] **Türköz, Ç. and Ç. Ulusoy.** (2012) *Evaluation of different enamel conditioning techniques for orthodontic bonding.* The Korean Journal of Orthodontics. 42(1): p. 32-38.
- [45] **Visuri, S., et al.** (1996) *Shear strength of composite bonded to Er: YAG laser-prepared dentin.* Journal of Dental Research. 75(1): p. 599-605.
- [46] **Liberman, R., et al.** (1984) *Adhesion of composite materials to enamel: comparison between the use of acid and lasing as pretreatment.* Lasers in surgery and medicine. 4(4): p. 323-327.
- [47] **Lomke, M.** (2009) *Clinical applications of dental lasers.* Gen Dent. 57(1): p. 47-59.

- [48] Ariyaratnam, M.T., et al. (1997) *A comparison of surface roughness and composite/enamel bond strength of human enamel following the application of the Nd: YAG laser and etching with phosphoric acid.* Dental Materials. 13(1): p. 51-55.
- [49] Üşümez, A. and F. Aykent. (2003) *Farklı Asitler ve Er, Cr: YSGG Lazer Sistemi İle Pürüzlendirilen Diş Yüzeylerine Uygulanan Porselen Laminate Veneerlerin Makaslama Bağlantılarının Karşılaştırılması.* Türkiye Klinikleri Journal of Dental Sciences. 9(1): p. 1-8.
- [50] Sawan, M., N. Hussain, and M. Alkurdi. (2015) *Etching of Enamel by Laser Energy for Direct Bonding of Orthodontic Appliance and Evaluation of Shear Bond Strength.* Energy Procedia. 74: p. 1452-1458.
- [51] White, J.M., H.E. Goodis, and C.L. Rose. (1991) *Use of the pulsed Nd: YAG laser for intraoral soft tissue surgery.* Lasers in surgery and medicine. 11(5): p. 455-461.
- [52] Coluzzi, D.J. (2004) *Fundamentals of dental lasers: science and instruments.* Dent Clin North Am. 48(4): p. 751-70, v.
- [53] Cozean, C., et al. (1997) *Dentistry for the 21st century? Erbium: YAG laser for teeth.* The Journal of the American Dental Association. 128(8): p. 1080-1087.
- [54] Hibst, R. and U. Keller. (1989) *Experimental studies of the application of the Er: YAG laser on dental hard substances: I. Measurement of the ablation rate.* Lasers in Surgery and Medicine. 9(4): p. 338-344.
- [55] Hossain, M., et al. (1999) *Ablation depths and morphological changes in human enamel and dentin after Er: YAG laser irradiation with or without water mist.* Journal of clinical laser medicine & surgery. 17(3): p. 105-109.
- [56] Martínez-Insua, A., et al. (2000) *Differences in bonding to acid-etched or Er: YAG-laser-treated enamel and dentin surfaces.* The Journal of prosthetic dentistry. 84(3): p. 280-288.
- [57] Rizoïu, I.M., L.R. Eversole, and A.I. Kimmel. (1996) *Effects of an erbium, chromium: yttrium, scandium, gallium, garnet laser on mucocutaneous soft tissues.* Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology. 82(4): p. 386-395.
- [58] Eversole, L. and I. Rizoïu. (1997) *Pulpal response to cavity preparation by an erbium, chromium: YSGG laser-powered hydrokinetic system.* The Journal of the American Dental Association. 128(8): p. 1099-1106.
- [59] Uşümez, A. and F. Aykent. (2003) *Bond strengths of porcelain laminate veneers to tooth surfaces prepared with acid and Er, Cr: YSGG laser etching.* The Journal of prosthetic dentistry. 90(1): p. 24-30.
- [60] Zakariassen, K.L., R. Macdonald, and T. Boran. (1991) *Spotlight On Lasers A Look At Potential Benefits.* The Journal of the American Dental Association. 122(7): p. 58-62.
- [61] Nelson, D., et al. (1987) *Morphology, histology and crystallography of human dental enamel treated with pulsed low-energy infrared laser radiation.* Caries Research. 21(5): p. 411-426.

- [62] Walsh, L.J., D. Abood, and P.J. Brockhurst. (1994) *Bonding of resin composite to carbon dioxide laser-modified human enamel*. Dental Materials. 10(3): p. 162-166.
- [63] Takeda, F., et al. (1999) *A comparative study of the removal of smear layer by three endodontic irrigants and two types of laser*. International Endodontic Journal. 32(1): p. 32-39.
- [64] Walsh, L. and S. Perham. (1990) *Enamel fusion using a carbon dioxide laser: a technique for sealing pits and fissures*. Clinical preventive dentistry. 13(3): p. 16-20.
- [65] Walsh, L.J. (1994) *Clinical evaluation of dental hard tissue applications of carbon dioxide lasers*. Journal of clinical laser medicine & surgery. 12(1): p. 11-15.
- [66] Do Rego, M.A. and M. De Araujo. (1998) *Microleakage evaluation of pit and fissure sealants done with different procedures, materials, and laser after invasive technique*. The Journal of clinical pediatric dentistry. 24(1): p. 63-68.
- [67] Berk, N., G. Başaran, and T. Özer. (2008) *Comparison of sandblasting, laser irradiation, and conventional acid etching for orthodontic bonding of molar tubes*. The European Journal of Orthodontics. 30(2): p. 183-189.
- [68] Kim, J.-H., et al. (2006) *Acid resistance of erbium-doped yttrium aluminum garnet laser-treated and phosphoric acid-etched enamels*. The Angle Orthodontist. 76(6): p. 1052-1056.
- [69] Lee, B.-S., et al. (2003) *Bond strengths of orthodontic bracket after acid-etched, Er: YAG laser-irradiated and combined treatment on enamel surface*. The Angle Orthodontist. 73(5): p. 565-570.
- [70] Kim, J.-H., et al. (2006) *Acid resistance of erbium-doped yttrium aluminum garnet laser-treated and phosphoric acid-etched enamels*. The Angle Orthodontist. 76(6): p. 1052-1056.
- [71] Corpas-Pastor, L., et al. (1997) *Comparing the tensile strength of brackets adhered to laser-etched enamel vs. acid-etched enamel*. The Journal of the American Dental Association. 128(6): p. 732-737.
- [72] Drummond, J.L., et al. (2000) *Sealant bond strengths of CO2 laser-etched versus acid-etched bovine enamel*. Lasers in surgery and medicine. 27(2): p. 111-118.
- [73] Ariyaratnam, M., M. Wilson, and A. Blinkhorn. (1999) *An analysis of surface roughness, surface morphology and composite/dentin bond strength of human dentin following the application of the Nd: YAG laser*. Dental Materials. 15(4): p. 223-228.
- [74] Whitters, C.J. and R. Strang. (2000) *Preliminary investigation of a novel carbon dioxide laser for applications in dentistry*. Lasers in surgery and medicine. 26(3): p. 262-269.
- [75] Basaran, G., et al. (2007) *Etching enamel for orthodontics with an erbium, chromium: yttrium-scandium-gallium-garnet laser system*. The Angle Orthodontist. 77(1): p. 117-124.

- [76] **Özer, T., G. Başaran, and N. Berk.** (2008) *Laser etching of enamel for orthodontic bonding.* American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics. 134(2): p. 193-197.
- [77] **Filipic, C. and T. Suhovrsnik.** (2013) *Comparative measurement of the ablation efficacy of a quantum square pulse Er: YAG dental laser.* LA&HA. 2: p. 8-12.
- [78] **Sağır, S., et al.** (2013) *Effect of enamel laser irradiation at different pulse settings on shear bond strength of orthodontic brackets.* The Angle Orthodontist. 83(6): p. 973-980.
- [79] **Baraba, A., et al.** (2016) *Ablative Potential of Er: YAG Laser in Dentin: Quantum Versus Variable Square Pulse.* Photomedicine and laser surgery. 34(5): p. 215-220.
- [80] **Vilchis, R.J.S., Y. Hotta, and K. Yamamoto.** (2007) *Examination of enamel-adhesive interface with focused ion beam and scanning electron microscopy.* American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics. 131(5): p. 646-650.
- [81] **Cebesoy, E.** (2010) *Farklı İki Ortodontik Braketin Tutuculuğunun Değerlendirilmesi ve Farklı Bitirme Materyallerinin Mine Yüzeyine Etkisi.* Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü.
- [82] **Stephen J, C.D., Devigus a, Mielezsko A.** (2004) *Fundamentals of color.* Quintessence books.
- [83] **Wj., O.B.** (2002) *Dental materials and their selection.* . Quintessence Pub Co Inc 1th ed.
- [84] **Pizzamiglio, E.** (1991) *A color selection technique.* The Journal of prosthetic dentistry. 66(5): p. 592-596.
- [85] **Sproull, R.C.** (1973) *Color matching in dentistry. Part I. The three-dimensional nature of color.* The Journal of prosthetic dentistry. 29(4): p. 416-424.
- [86] **O'brien, W.J., et al.** (1997) *Color distribution of three regions of extracted human teeth.* Dental Materials. 13(3): p. 179-185.
- [87] **Wee, A.G., P. Monaghan, and W.M. Johnston.** (2002) *Variation in color between intended matched shade and fabricated shade of dental porcelain.* The Journal of prosthetic dentistry. 87(6): p. 657-666.
- [88] **Baltzer, A. and V. Kaufmann-Jinoian.** (2004) *The determination of the tooth colors.* Quintessenz Zahntech. 30(7): p. 726-740.
- [89] **Russell, M., M. Gulfraz, and B. Moss.** (2000) *In vivo measurement of colour changes in natural teeth.* Journal of oral rehabilitation. 27(9): p. 786-792.
- [90] **Hasegawa, A., I. Ikeda, and S. Kawaguchi.** (2000) *Color and translucency of in vivo natural central incisors.* The Journal of prosthetic dentistry. 83(4): p. 418-423.
- [91] **Berns, R., F. Billmeyer, and M. Saltzman.** (2000) *Measuring color.* Billmeyer and Saltzman principles of color technology. New York: John Wiley: p. 75-105.

- [92] **Johnston, W. and E. Kao.** (1989) *Assessment of appearance match by visual observation and clinical colorimetry.* Journal of Dental Research. 68(5): p. 819-822.
- [93] **O'brien, W.J.** (2002), *Dental materials and their selection.* Vol. 10. Quintessence Chicago.
- [94] **Kim-Pusateri, S., et al.** (2009) *Reliability and accuracy of four dental shade-matching devices.* The Journal of prosthetic dentistry. 101(3): p. 193-199.
- [95] **Paravina, R.D.** (2004), *Esthetic color training in dentistry.* Vol. 1. Mosby.
- [96] **Paul, S., et al.** (2002) *Visual and spectrophotometric shade analysis of human teeth.* Journal of dental research. 81(8): p. 578-582.
- [97] **Smith, R.N., et al.** (2008) *The in vitro and in vivo validation of a mobile non-contact camera-based digital imaging system for tooth colour measurement.* journal of dentistry. 36: p. 15-20.
- [98] **Ten Bosch, J. and J. Coops.** (1995) *Tooth color and reflectance as related to light scattering and enamel hardness.* Journal of Dental Research. 74(1): p. 374-380.
- [99] **Fondriest, J.** (2003) *Shade matching in restorative dentistry: the science and strategies.* International Journal of Periodontics and Restorative Dentistry. 23(5): p. 467-480.
- [100] **Geller, W.** (1983) *Polishing porcelain makes a crown smoother, more translucent, and improves the color, says Willi Geller.* Quintessence of dental technology. 7(6): p. 384-387.
- [101] **Cornell, D. and R. Winter.** (1999) *Manipulating light with the refractive index of an all-ceramic material.* Practical periodontics and aesthetic dentistry: PPAD. 11(8): p. 913.
- [102] **Zhao, Y. and J. Zhu.** (1998) *In vivo color measurement of 410 maxillary anterior teeth.* The Chinese journal of dental research: the official journal of the Scientific Section of the Chinese Stomatological Association (CSA). 1(3): p. 49-51.
- [103] **Mcculloch, A. and R. Mcculloch.** (1999) *Communicating shades: a clinical and technical perspective.* Dental update. 26(6): p. 247.
- [104] **Watts, A. and M. Addy.** (2001) *Tooth discolouration and staining: Tooth discolouration and staining: a review of the literature.* British dental journal. 190(6): p. 309-316.
- [105] **Ness, L., D.L. Rosekrans, and J.F. Welford.** (1977) *An epidemiologic study of factors affecting extrinsic staining of teeth in an English population.* Community dentistry and oral epidemiology. 5(1): p. 55-60.
- [106] **Addy, M. and W. Roberts.** (1981) *The use of polymethylmethacrylate to compare the adsorption and staining reactions of some cationic antiseptics.* Journal of periodontology. 52(7): p. 380-385.
- [107] **Brook A. H. , S.R.N.** (2007) *The clinical measurement of tooth colour and stain.* International dental journal. 57: p. 324-330.

- [108] **Jahanbin, A., H. Ameri, and R. Khaleghimoghaddam.** (2009) *Effect of adhesive types on enamel discolouration around orthodontic brackets.* Australian orthodontic journal. 25(1): p. 19.
- [109] **Joo, H.J., et al.** (2011) *Influence of orthodontic adhesives and clean-up procedures on the stain susceptibility of enamel after debonding.* Angle Orthod. 81(2): p. 334-40.
- [110] **Eliades, T., et al.** (2001) *Comparison of enamel colour changes associated with orthodontic bonding using two different adhesives.* Eur J Orthod. 23(1): p. 85-90.
- [111] **Eliades, T., et al.** (2004) *Color stability of orthodontic adhesive resins.* Angle Orthod. 74(3): p. 391-3.
- [112] **Trakyali, G., F.I. Ozdemir, and T. Arun.** (2009) *Enamel colour changes at debonding and after finishing procedures using five different adhesives.* Eur J Orthod. 31(4): p. 397-401.
- [113] **Corekci, B., et al.** (2010) *Effects of staining solutions on the discoloration of orthodontic adhesives: an in-vitro study.* Am J Orthod Dentofacial Orthop. 138(6): p. 741-6.
- [114] **Karamouzou, A., et al.** (2010) *Tooth-color assessment after orthodontic treatment: a prospective clinical trial.* Am J Orthod Dentofacial Orthop. 138(5): p. 537 e1-8; discussion 537-9.
- [115] **Boncuk, Y., Z.C. Cehreli, and O. Polat-Ozsoy.** (2014) *Effects of different orthodontic adhesives and resin removal techniques on enamel color alteration.* Angle Orthod. 84(4): p. 634-41.
- [116] **Ye, C., et al.** (2013) *Comparison of enamel discoloration associated with bonding with three different orthodontic adhesives and cleaning-up with four different procedures.* Journal of dentistry. 41: p. e35-e40.
- [117] **Zaher, A.R., et al.** (2012) *Enamel colour changes after debonding using various bonding systems.* Journal of orthodontics. 39(2): p. 82-88.
- [118] **Hassan, A.F.A. and N.H. Ghaib.** (2015) *Effect of different staining materials on color stability of sapphire brackets bonded with different types of light cure orthodontic adhesives (An in vitro study).* Journal of Baghdad College of Dentistry. 27(2): p. 136-141.
- [119] **Jahanbin, A., et al.** (2014) *Color stability of enamel following different acid etching and color exposure times.* Journal of dental research, dental clinics, dental prospects. 8(2): p. 67.
- [120] **Al Maaitah, E.F., A.a.A. Omar, and S.N. Al-Khateeb.** (2013) *Effect of fixed orthodontic appliances bonded with different etching techniques on tooth color: a prospective clinical study.* American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics. 144(1): p. 43-49.
- [121] **Faltermeier, A., M. Behr, and D. Müßig.** (2007) *In vitro colour stability of aesthetic brackets.* The European Journal of Orthodontics. 29(4): p. 354-358.

- [122] **Faltermeier, A., et al.** (2008) *Discolouration of orthodontic adhesives caused by food dyes and ultraviolet light*. The European Journal of Orthodontics. 30(1): p. 89-93.
- [123] **Tosun, G., Y. Sener, and A. Sengun.** (2007) *Effect of storage duration/solution on microshear bond strength of composite to enamel*. Dent Mater J. 26(1): p. 116-21.
- [124] **Aydın, B., et al.** (2015) *Effect of storage solutions on microhardness of crown enamel and dentin*. European journal of dentistry. 9(2): p. 262.
- [125] **Secilmis, A., et al.** (2013) *The Effect of Storage Solutions on Mineral Content of Enamel*. Materials Sciences and Applications. 4(07): p. 439.
- [126] **Mousavi, B., et al.** (2010) *Standard oral rehydration solution as a new storage medium for avulsed teeth*. Int Dent J. 60(6): p. 379-82.
- [127] **Lindauer, S.J., et al.** (1997) *Effect of pumice prophylaxis on the bond strength of orthodontic brackets*. American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics. 111(6): p. 599-605.
- [128] **Fitzgerald, I., et al.** (2011) *Bonding with self-etching primers—pumice or pre-etch? An in vitro study*. The European Journal of Orthodontics: p. cj197.
- [129] **Hosein, I., M. Sherriff, and A.J. Ireland.** (2004) *Enamel loss during bonding, debonding, and cleanup with use of a self-etching primer*. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics. 126(6): p. 717-724.
- [130] **Thompson, R.E. and D.C. Way.** (1981) *Enamel loss due to prophylaxis and multiple bonding/debonding of orthodontic attachments*. American journal of orthodontics. 79(3): p. 282-295.
- [131] **Fitzpatrick, D.A. and D.C. Way.** (1977) *The effects of wear, acid etching, and bond removal on human enamel*. American journal of orthodontics. 72(6): p. 671-681.
- [132] **Lill, D.J., et al.** (2008) *Importance of pumice prophylaxis for bonding with self-etch primer*. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics. 133(3): p. 423-426.
- [133] **Legler, L., et al.** (1989) *Effects of phosphoric acid concentration and etch duration on the shear bond strength of an orthodontic bonding resin to enamel: an in vitro study*. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics. 96(6): p. 485-492.
- [134] **Legler, L.R., D.H. Retief, and E.L. Bradley.** (1990) *Effects of phosphoric acid concentration and etch duration on enamel depth of etch: an in vitro study*. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 98(2): p. 154-60.
- [135] **Carstensen, W.** (1995) *Effect of reduction of phosphoric acid concentration on the shear bond strength of brackets*. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics. 108(3): p. 274-277.
- [136] **Shinchi, M.J., K. Soma, and N. Nakabayashi.** (2000) *The effect of phosphoric acid concentration on resin tag length and bond strength*

of a photo-cured resin to acid-etched enamel. Dent Mater. 16(5): p. 324-9.

- [137] **Sadowsky, P., et al.** (1990) *Effects of etchant concentration and duration on the retention of orthodontic brackets: an in vivo study.* American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics. 98(5): p. 417-421.
- [138] **Bhad, W.A. and P.V. Hazarey.** (1995) *Scanning electron microscopic study and shear bond strength measurement with 5% and 37% phosphoric acid.* American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics. 108(4): p. 410-414.
- [139] **Johnston, C.D., et al.** (1998) *Bonding to molars--the effect of etch time (an in vitro study).* Eur J Orthod. 20(2): p. 195-9.
- [140] **Urabe, H., et al.** (1999) *Combinations of etchants, composite resins, and bracket systems: an important choice in orthodontic bonding procedures.* The Angle orthodontist. 69(3): p. 267-275.
- [141] **Silta, Y.T., W.J. Dunn, and C.B. Peters.** (2005) *Effect of shorter polymerization times when using the latest generation of light-emitting diodes.* American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics. 128(6): p. 744-748.
- [142] **Üşümez, S., T. Büyükyılmaz, and A. Karaman.** (2004) *Effect of light-emitting diode on bond strength of orthodontic brackets.* The Angle orthodontist. 74(2): p. 259-263.
- [143] **Türkkahraman, H. and H.C. Küçükeşmen.** (2005) *Orthodontic bracket shear bond strengths produced by two high-power light-emitting diode modes and halogen light.* The Angle Orthodontist. 75(5): p. 854-857.
- [144] **Goyal, A., et al.** (2013) *Use of light-curing units in orthodontics.* Journal of investigative and clinical dentistry. 4(3): p. 137-141.
- [145] **Lee, H.-M., et al.** (2016) *Comparison of the bonding strengths of second-and third-generation light-emitting diode light-curing units.* The Korean Journal of Orthodontics. 46(6): p. 364-371.
- [146] **Uzel, A., et al.** (2006) *Temperature rise during orthodontic bonding with various light-curing units—an in vitro study.* The Angle Orthodontist. 76(2): p. 330-334.
- [147] **Malkoç, S., et al.** (2010) *In-vitro assessment of temperature rise in the pulp during orthodontic bonding.* American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics. 137(3): p. 379-383.
- [148] **Armellin, E., et al.** (2016) *LED curing lights and temperature changes in different tooth sites.* BioMed research international. 2016.
- [149] **Oz, A.A., A.Z. Oz, and S. Arici.** (2016) *In-vitro bond strengths and clinical failure rates of metal brackets bonded with different light-emitting diode units and curing times.* American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics. 149(2): p. 212-216.

- [150] **Attrill, D., et al.** (2000) *Er: YAG ($\lambda = 2.94 \mu\text{m}$) laser etching of dental enamel as an alternative to acid etching.* Lasers in Medical Science. 15(3): p. 154-161.
- [151] **Contreras-Bulnes, R., et al.** (2013) *Evaluation of self-etching adhesive and Er: YAG laser conditioning on the shear bond strength of orthodontic brackets.* The Scientific World Journal. 2013.
- [152] **Leão, J.C., et al.** (2016). *A comparative study of shear bond strength of orthodontic bracket after acid-etched and Er: YAG treatment on enamel surface.* in SPIE BiOS. International Society for Optics and Photonics.
- [153] **Üşümez, S., M. Orhan, and A. Üşümez.** (2002) *Laser etching of enamel for direct bonding with an Er, Cr: YSGG hydrokinetic laser system.* American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics. 122(6): p. 649-656.
- [154] **Hosseini, M., et al.** (2012) *Comparison of Shear Bond Strength of Orthodontic Brackets Bonded to Enamel Prepared By Er: YAG Laser and Conventional Acid-Etching.* Journal of Dentistry of Tehran University of Medical Sciences. 9(1): p. 20-6.
- [155] **Birlik, M., H. Karamehmetoglu, and A. Usumez.** *CASE REPORT: Laser Applications with an Er: YAG Dental Laser and X-Runner Handpiece.*
- [156] **Pandurić, D.G., D. Katanec, and I.F. Zore.** (2013) *Clinical cases of soft tissue surgery with X-Runner in QSP mode.* Journal of the Laser and Health Academy. 2013(2): p. 34-37.
- [157] **Gabrić, D., et al.** (2016) *Evaluation of Bone Healing After Osteotomies Prepared With Er: YAG Laser in Contact and Noncontact Modes and Piezosurgery—An Animal Study.* Journal of Oral and Maxillofacial Surgery. 74(1): p. 18-28.
- [158] **Lukac, M., N.M. Primc, and S. Pirnat.** (2012) *Quantum square pulse Er: YAG lasers for fast and precise hard dental tissue preparation.* J LAHA. 1: p. 14-21.
- [159] **Lukac, N., M. Lukac, and M. Jezersek.** *QSP Mode Characteristics of 3rd Generation ASP Powered Er: YAG Dental Lasers.*
- [160] **Chidipothu, H.R. and S. Chandrasekhar.** (2012) *Evaluation of Degree of Cure and Shear Bond Strength of a Color Changing Light Cure Adhesive.* Journal of Indian Orthodontic Society. 46(6): p. 334.
- [161] **Türkkahraman, H., et al.** (2010) *In vitro evaluation of shear bond strengths of colour change adhesives.* The European Journal of Orthodontics: p. cjp149.
- [162] **Cunha, T.D.M.a.D., et al.** (2012) *Blood contamination effect on shear bond strength of an orthodontic hydrophilic resin.* Journal of Applied Oral Science. 20(1): p. 89-93.
- [163] **English, J.D., et al.** (2011) *Bond strength comparison of color-change adhesives for orthodontic bonding using a self-etching primer.* Clinical, Cosmetic and Investigational Dentistry. 3: p. 39-44.

- [164] Santos, B.M., et al. (2010) *Shear bond strength of brackets bonded with hydrophilic and hydrophobic bond systems under contamination*. The Angle Orthodontist. 80(5): p. 963-967.
- [165] Passalini, P., et al. (2010) *Preventive effect of fluoridated orthodontic resins subjected to high cariogenic challenges*. Brazilian dental journal. 21(3): p. 211-215.
- [166] Lagouvardos, P.E., et al. (2009) *Repeatability and interdevice reliability of two portable color selection devices in matching and measuring tooth color*. The Journal of prosthetic dentistry. 101(1): p. 40-45.
- [167] Yuan, K., et al. (2012) *In vitro and in vivo evaluations of three computer-aided shade matching instruments*. Operative dentistry. 37(3): p. 219-227.
- [168] Dozić, A., et al. (2007) *Performance of five commercially available tooth color measuring devices*. Journal of Prosthodontics. 16(2): p. 93-100.
- [169] Guignone, B.C., et al. (2015) *Color stability of ceramic brackets immersed in potentially staining solutions*. Dental press journal of orthodontics. 20(4): p. 32-38.
- [170] Wriedt, S., U. Schepke, and H. Wehrbein. (2007) *The discoloring effects of food on the color stability of esthetic brackets—an in-vitro study*. Journal of Orofacial Orthopedics/Fortschritte der Kieferorthopädie. 68(4): p. 308-320.
- [171] Oliveira, C.B.D., et al. (2014) *In vitro study of color stability of polycrystalline and monocrystalline ceramic brackets*. Dental press journal of orthodontics. 19(4): p. 114-121.
- [172] Akyalcin, S., et al. (2012) *Digital analysis of staining properties of clear aesthetic brackets*. Journal of orthodontics. 39(3): p. 170-175.
- [173] Faltermeier, A., M. Behr, and D. Müßig. (2007) *Esthetic brackets: the influence of filler level on color stability*. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics. 132(1): p. 5. e13-5. e16.
- [174] Lee, Y.K. and J.M. Powers. (2005) *Discoloration of dental resin composites after immersion in a series of organic and chemical solutions*. Journal of Biomedical Materials Research Part B: Applied Biomaterials. 73(2): p. 361-367.
- [175] Ulusoy, Ç. (2009) *Comparison of finishing and polishing systems for residual resin removal after debonding*. Journal of Applied Oral Science. 17(3): p. 209-215.
- [176] Eminkahyagil, N., et al. (2006) *Effect of resin-removal methods on enamel and shear bond strength of rebonded brackets*. The Angle orthodontist. 76(2): p. 314-321.
- [177] Radlanski, R.J. (2001) *A new carbide finishing bur for bracket debonding*. Journal of Orofacial Orthopedics/Fortschritte der Kieferorthopädie. 62(4): p. 296-304.

- [178] **Smith, S., L. Walsh, and A. Taverne.** (1999) *Removal of orthodontic bonding resin residues by CO2 laser radiation: surface effects.* Journal of clinical laser medicine & surgery. 17(1): p. 13-18.
- [179] **Osorio, R., M. Toledano, and F. García-Godoy.** (1998) *Enamel surface morphology after bracket debonding.* ASDC journal of dentistry for children. 65: p. 313-317.
- [180] **Zarrinnia, K., N. Eid, and M. Kehoe.** (1995) *The effect of different debonding techniques on the enamel surface: an in vitro qualitative study.* American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics. 108(3): p. 284-293.
- [181] **Campbell, P.M.** (1995) *Enamel surfaces after orthodontic bracket debonding.* The Angle orthodontist. 65(2): p. 103-110.
- [182] **Krell, K.V., J.M. Courey, and S.E. Bishara.** (1993) *Orthodontic bracket removal using conventional and ultrasonic debonding techniques, enamel loss, and time requirements.* American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics. 103(3): p. 258-266.
- [183] **Vieira, A., et al.** (1992) *Polishing after debracketing: its influence upon enamel surface.* The Journal of clinical pediatric dentistry. 18(1): p. 7-11.
- [184] **Rouleau, B.D., G.W. Marshall, and R.O. Cooley.** (1982) *Enamel surface evaluations after clinical treatment and removal of orthodontic brackets.* American journal of orthodontics. 81(5): p. 423-426.
- [185] **Retief, D. and F. Denys.** (1979) *Finishing of enamel surfaces after debonding of orthodontic attachments.* The Angle orthodontist. 49(1): p. 1-10.
- [186] **Gwinnett, A.J. and L. Gorelick.** (1977) *Microscopic evaluation of enamel after debonding: clinical application.* American journal of orthodontics. 71(6): p. 651-665.
- [187] **Zachrisson, B.U.** (1977) *A posttreatment evaluation of direct bonding in orthodontics.* American journal of orthodontics. 71(2): p. 173-189.
- [188] **Sessa, T., et al.** (2012) *Scanning electron microscopic examination of enamel surface after fixed orthodontic treatment: in-vivo study.* Srpski arhiv za celokupno lekarstvo. 140(1-2): p. 22-28.
- [189] **Baumann, D.F. and H. Van Waes.** (2011) *The influence of dental loupes on the quality of adhesive removal in orthodontic debonding.* Journal of Orofacial Orthopedics/Fortschritte der Kieferorthopädie. 72(2): p. 125-132.
- [190] **Bonetti, G.A., et al.** (2011) *Evaluation of enamel surfaces after bracket debonding: an in-vivo study with scanning electron microscopy.* American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics. 140(5): p. 696-702.
- [191] **Schiefelbein, C. and K. Rowland.** (2010) *A comparative analysis of adhesive resin removal methods.* International journal of orthodontics (Milwaukee, Wis.). 22(2): p. 17-22.

- [192] **Pont, H.B., et al.** (2010) *Loss of surface enamel after bracket debonding: an in-vivo and ex-vivo evaluation.* American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics. 138(4): p. 387. e1-387. e9.
- [193] **Almeida, H., M. Vedovello Filho, and S. Vedovello.** (2009) *ER: YAG laser for composite removal after bracket debonding: a qualitative SEM analysis.* IJO. 20(1).
- [194] **Tecco, S., et al.** (2008) *Enamel surface after debracketing of orthodontic brackets bonded with flowable orthodontic composite. A comparison with a traditional orthodontic composite resin.* Minerva stomatologica. 57(3): p. 81-94.
- [195] **Schuler, F. and H. Van Waes.** (2003) *SEM-evaluation of enamel surfaces after removal of fixed orthodontic appliances.* American journal of dentistry. 16(6): p. 390-394.
- [196] **Hong, Y. and K. Lew.** (1995) *Quantitative and qualitative assessment of enamel surface following five composite removal methods after bracket debonding.* The European Journal of Orthodontics. 17(2): p. 121-128.
- [197] **Oliver, R.** (1988) *The effect of different methods of bracket removal on the amount of residual adhesive.* American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics. 93(3): p. 196-200.
- [198] **Howell, S. and W. Weekes.** (1990) *An electron microscopic evaluation of the enamel surface subsequent to various debonding procedures.* Australian dental journal. 35(3): p. 245-252.
- [199] **Zachrisson, B.U. and J. Årthun.** (1979) *Enamel surface appearance after various debonding techniques.* American journal of orthodontics. 75(2): p. 121-137.
- [200] **Ahrari, F., et al.** (2013) *Enamel surface roughness after debonding of orthodontic brackets and various clean-up techniques.* Journal of Dentistry of Tehran University of Medical Sciences. 10(1): p. 82-93.
- [201] **Ryf, S., et al.** (2012) *Enamel loss and adhesive remnants following bracket removal and various clean-up procedures in vitro.* The European Journal of Orthodontics. 34(1): p. 25-32.
- [202] **Banerjee, A., et al.** (2008) *An in vitro investigation of the effectiveness of bioactive glass air abrasion in the 'selective' removal of orthodontic resin adhesive.* European journal of oral sciences. 116(5): p. 488-492.
- [203] **Al Shamsi, A.H., et al.** (2007) *Three-dimensional measurement of residual adhesive and enamel loss on teeth after debonding of orthodontic brackets: an in-vitro study.* American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics. 131(3): p. 301. e9-301. e15.
- [204] **Ireland, A., I. Hosein, and M. Sherriff.** (2005) *Enamel loss at bond-up, debond and clean-up following the use of a conventional light-cured composite and a resin-modified glass polyalkenoate cement.* The European Journal of Orthodontics. 27(4): p. 413-419.
- [205] **Tüfekçi, E., et al.** (2004) *Enamel loss associated with orthodontic adhesive removal on teeth with white spot lesions: an in vitro study.* American

journal of orthodontics and dentofacial orthopedics. 125(6): p. 733-739.

- [206] **Eliades, T., et al.** (2004) *Enamel surface roughness following debonding using two resin grinding methods.* The European Journal of Orthodontics. 26(3): p. 333-338.
- [207] **Roush, E., et al.** (1996) *In vitro study assessing enamel surface roughness subsequent to various final finishing procedures after debonding.* Northwestern dental research. 7(2): p. 2-6.
- [208] **Brown, C.L. and D.C. Way.** (1978) *Enamel loss during orthodontic bonding and subsequent loss during removal of filled and unfilled adhesives.* American Journal of Orthodontics. 74(6): p. 663-671.
- [209] **Burapavong, V., et al.** (1978) *Enamel surface characteristics on removal of bonded orthodontic brackets.* American journal of orthodontics. 74(2): p. 176-187.
- [210] **Richmond, S., et al.** (1992) *The PAR Index (Peer Assessment Rating): methods to determine outcome of orthodontic treatment in terms of improvement and standards.* The European Journal of Orthodontics. 14(3): p. 180-187.

ÖZGEÇMİŞ

Ad-Soyad : Betül Torlak
Doğum Tarihi ve Yeri : 21.05.1989, Kadıköy
E-posta : betuluyan@gmail.com

ÖĞRENİM DURUMU:

Lisans : 2011, İstanbul Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi

