



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

**FARKLI MİNE PÜRÜZLENDİRME ve TEMİZLEME
YÖNTEMLERİNİN DIŞ RENK DEĞİŞİKLİĞİ
ÜZERİNE ETKİLERİNİN İN-VİTRO OLARAK
KARŞILAŞTIRILMASI**

DOKTORA TEZİ

Dt. BERTAN GÜZEL

DANIŞMAN

Doç. Dr. DİDEM NALBANTGİL

İSTANBUL - 2014

TEŞEKKÜR

Ortodonti eğitimim sırasında sunmuş olduğu olanaklar için Yeditepe Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dekanı ve Yeditepe Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti Anabilim Dalı Başkanı Sayın **Prof. Dr. Türker Sandallı**'ya,

Tezimin hazırlanmasındaki içten yardımları, desteği ve doktora eğitimime yapmış olduğu katkılarından dolayı tez danışmanım Sayın **Doç. Dr. Didem Nalbantgil**'e,

Tezimin hazırlanmasında desteklerini esirgemeyen ve doktora eğitimime yaptığı katkılardan dolayı yardımcı tez danışmanım **Doç. Dr. Oğuz Öztoprak**'a,

Ortodonti eğitimim boyunca bana büyük emeği geçen ve her konuda destek olan, değerli hocam **Prof. Dr. Tülin Arun**'a,

Doktora eğitimim sırasında bana destek ve yardımcı olan **Doç.Dr. Fulya Özdemir**'e, **Doç. Dr. Derya Germeç Çakan**'a, **Yrd. Doç. Dr. Murat Tozlu**'ya, **Araş. Gör. Dr. Feyza Ülkür**'e, **Araş. Gör. Dr. Burcu Nur**'a, **Araş. Gör. Dr. Ayhan Uyanlar**'a,

Lazer cihazını temin etmemde yardımcı olan **İdealDent Ailesi**'ne, tez çalışmamızın istatistiksel analizini yapan biyoistatistik uzmanı **A. Rana Konyalıoğlu**'na,

4 yıllık doktora eğitimim boyunca hep yanımda olup, yardım ve desteklerini esirgemeyen dönem arkadaşlarım **Dt. Simge Diren**'e, **Dt. Miray Günyüz**'e, **Dt. Tuğgun Erdoğan**'a, **Dt. Sabiha Ece Yücel**'e, **Dt. Tuğba Bekçi Sadıkoğlu**'na ve tüm asistan arkadaşlarıma ve tüm ortodonti kliniği çalışanlarına,

Ayrıca doktora eğitimim boyunca yardımlarını, desteklerini hep gördüğüm, Yeditepe Ortodonti sayesinde tanıdığım dostlarım **Dr. Abidin Acar**'a ve **Dr. Kağan Lostuvalı**'ya,

Tezimi geliştirmemde fikir ve yardımlarından dolayı **Dr. Neşe Gönül**'e,

Tüm yaşamım boyunca bana hep destek olan, yol gösteren ve bu konuma gelmemi sağlayan değerli aileme,

En son olarak da bu zor dönemimde her zaman olduğu gibi destek, sevgi, yardım ve anlayışını esirgemeyen biricik eşim **Müge Güzel**'e en içten saygı ve teşekkürlerimi sunarım.

ÖZET

Bu çalışmada, dört farklı pürüzlendirme yöntemi uygulanan dişlerin; iki farklı frez ile yapılan bitim-cila işlemlerinden sonra, mine yüzeylerinde oluşan renk değişikliklerinin *in-vitro* olarak değerlendirilmesi amaçlanmaktadır.

Çalışmada 106 adet çekilmiş insan küçük azı dişi kullanılmıştır. Dişler pürüzlendirme yöntemlerine göre %37 ortofosforik asit ile, 50 µm partikül boyutunda kumlama ile, kumlama sonrası %37 ortofosforik asit ile ve ER:YAG lazer ile olmak üzere dört çalışma grubu ve bir kontrol grubu olarak beş gruba ayrılmıştır. Her çalışma grubunun 12 bıçaklı tungsten karbid ve beyaz kuşaklı elmas frez olmak üzere iki alt grubu bulunmaktadır. Mine pürüzlendirilmesi yapılmayan kontrol grubu dışındaki tüm dişlere metal braket yapıştırılmıştır. Gruplar renk solüsyonunda bekletilmeden önce braketleri sökülmüştür. Yapıştırıcı artıkları iki ayrı frez ile temizlendikten sonra Sof-Lex™ disklerle cilalanmıştır. Başlangıçta, renklendirme sonrasında ve artıkların temizlenmesi sonrasında dişlerin renk ölçümleri spektrofotometre ile yapılmıştır. Elde edilen L*, a* ve b* değerleri CIELab cinsinden kayıt edilerek ΔE renk farklılığı hesaplanmıştır. İstatistiksel analizler NCSS 2007 paket programı ile yapılmıştır.

Çalışma sonucunda elde edilen bulgular incelendiğinde; başlangıç ve temizleme sonrası ΔE değerleri bütün gruplarda artış göstermiştir. Tungsten karbid frez kullanıldığında en yüksek ΔE 18,88±11,83 değeriyle lazer ile pürüzlendirme grubunda, en düşük ΔE 11,21±5,81 değeriyle ortofosforik asit ile pürüzlendirme grubunda bulunmuştur. Beyaz kuşaklı elmas frez kullanıldığında ise en yüksek ΔE 22,48±13,12 değeriyle ortofosforik asit ile pürüzlendirme grubunda, en düşük ΔE 10,79±5,37 değeriyle kumlama sonrası %37'lik ortofosforik asit ile pürüzlendirme yönteminde bulunmuştur. Temizleme materyalleri karşılaştırıldığında; tungsten karbid ve elmas frez arasında kum, lazer ve kumlama sonrası %37'lik ortofosforik asit ile pürüzlendirme gruplarında renk değişikliği açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmazken,

sadece %37'lik ortofosforik asit ile pürüzlendirme grubunda elmas frezin ΔE değeri, tungsten karbid freze göre anlamlı olarak fazla bulunmuştur.

Sonuç olarak, mine pürüzlendirme yöntemlerine bakıldığında bütün gruplar arasında %37'lik ortofosforik asit grubunda daha fazla renk değişikliği olmuştur. %37'lik ortofosforik asit grubundaki bu renk değişikliğinin temizlenmesinin karşılaştırılmasında ise beyaz kuşaklı elmas frez, tungsten karbid freze oranla daha efektif bulunmuştur.

Anahtar sözcükler: Mine pürüzlendirmesi, diş renklenmesi, spektrofotometre, bitim-cila işlemleri

SUMMARY

IN-VITRO EVALUATION OF COLOR CHANGES AFTER DIFFERENT ENAMEL PREPARATION AND FINISHING/POLISHING METHODS

The aim of this in-vitro study was to evaluate the possible color changes of four different enamel preparation methods and two different finishing/polishing methods.

In this study, 106 extracted premolar teeth were used. The teeth were divided into five groups as one control and four study groups according to enamel preparation methods: 37 % orthophosphoric acid etching, with 50 micron aluminium sandblasting, sandblasting with 37 % orthophosphoric acid etching and ER:YAG laser. Every group had two subgroup of finishing materials: 12 fluted tungsten carbide bur, and ultrafine diamond bur. Metal brackets were placed in all of the study groups except control group and then removed before samples were stored in the staining solution. After the residual resin was cleaned with two different burs, the teeth were polished with Sof-Lex™ discs. The teeth were measured with a spectrophotometer at baseline, after debonding, after staining and after finishing/polishing. L*, a* and b* color parameters were recorded according to the CIEL*a*b* and ΔE color differences were calculated using the formula. Statistical analyses were performed with NCSS 2007 software package for Windows.

The findings of the study revealed that ΔE values between the measurements of before etching and cleaning up demonstrated an increase in all groups. When using tungsten carbide bur the highest ΔE value was recorded as 18.88 ± 11.83 in laser group and the lowest ΔE value was 11.21 ± 5.81 in 37% orthophosphoric acid group. When using ultrafine diamond bur the highest ΔE value was recorded as 22.48 ± 13.12 in 37% orthophosphoric acid group and the lowest ΔE value was 10.79 ± 5.37 in sandblasting with 37 % orthophosphoric acid etching group. As the finishing/polishing materials were

compared, no statistical significance on color change was found between two burs for sandblasting, sandblasting with 37 % orthophosphoric acid etching and laser groups. The only statistical significance for the ΔE value was obtained in 37% orthophosphoric acid etching group ($p=0,006$).

When the enamel preparation methods are considered, more color change was observed to develop in 37% orthophosphoric acid etching group. The diamond bur was found to be more effective than tungsten carbide bur for the cleaning of the staining that occurred in 37% orthophosphoric acid etching group.

Key words: Enamel preparation, tooth color, spectrophotometer, finishing/polishing methods

İÇİNDEKİLER

Sayfa

TEŞEKKÜR	I
ÖZET	III
SUMMARY.....	V
İÇİNDEKİLER	VII
KISALTMALAR VE SİMGELER.....	X
ŞEKİL VE RESİM LİSTESİ.....	XII
TABLO LİSTESİ	XIV
1. GİRİŞ VE AMAÇ.....	1
2. GENEL BİLGİLER.....	4
2.1. Mine Yüzeyinin Fiziksel Özellikleri.....	4
2.2. Yapıştırma İşlemi Öncesi Mine Yüzeylerinin Hazırlanması.....	5
2.3. Mine Yüzeyinin Pürüzlendirilmesi	5
2.3.1. Asit ile Pürüzlendirme Yöntemi	6
2.3.2. Kuşlama ile Pürüzlendirme Yöntemi	8
2.3.3. Kuşlama Sonrası Asit ile Pürüzlendirme Yöntemi.....	10
2.3.4. Lazer ile Pürüzlendirme Yöntemi	11
2.4. Yapıştırıcı Ajanları	13
2.5. Farklı Bitim-Cila Yöntemlerinin Mine Yüzeyine Etkisi	14
2.5.1. El Aletleri ile Temizleme.....	15
2.5.2. Ultrasonik Aletler ile Temizleme.....	16
2.5.3. Kuşlama ile Hava Abrazyonu ile Temizleme.....	17
2.5.4. Dönen (Rotary) Aletler ile Temizleme	18
2.5.5. Lazer Uygulamaları	23
2.6. Diş Hekimliğinde Işık ve Renk	23
2.6.1. Munsell'e Göre Renk.....	23
2.6.2. CieLAB Renk Sistemleri.....	26
2.6.3. Işık ve Renk Terimleri	28

2.6.4. Renk Ölçüm Yöntemleri	29
2.6.4.1. Görsel Ölçüm.....	29
2.6.4.2. Cihaz ile Ölçüm	30
2.6.5. Dişlerin Renk Özellikleri	32
2.6.6. Renklenmenin Etiyolojisi	33
2.6.6.1. Diş Renklenmesi.....	33
2.6.6.2. Kompozit Resinin Renklenmesi	34
2.6.7. Ortodontide Renk	34
3. GEREÇ VE YÖNTEM	41
3.1. Gereç.....	41
3.1.1. Dişler.....	41
3.1.2. Mine Yüzeyinin Hazırlanması.....	41
3.1.3. Mine Yüzeyinin Pürüzlendirilmesi.....	41
3.1.3.1. Asit ile Pürüzlendirme	41
3.1.3.2. Kuşlama ile Pürüzlendirme	42
3.1.3.3. Kuşlama Sonrası Asit ile Pürüzlendirme	42
3.1.3.4. Lazer ile Pürüzlendirme	43
3.1.4. Braketlerin Dişlere Yapıştırılması	44
3.1.4.1. Primer	44
3.1.4.2. Yapıştırıcı	44
3.1.4.3. Braket	45
3.1.4.4. Işık Cihazı.....	45
3.1.5. Braketlerin Sökümü Sırasında Kullanılan Aletler ve Frezler	45
3.1.6. Renklendirme Ajanı.....	47
3.1.7. Renk Ölçüm Cihazı	47
3.1.8. Örneklerin Saklanması Kullanılan Cihaz	48
3.2. Yöntem	49
3.2.1. Örneklerin Hazırlanması	49
3.2.1.1. Dişlerin Hazırlanması	49
3.2.1.2. Akriik Blokların Hazırlanması	49
3.2.1.3. Renk Ölçüm Standardizasyonunun Sağlanması	51
3.2.2. Tüm Dişlerin Gruplara Ayrılması ve Başlangıç Renginin Ölçülmesi	53

3.2.3. Mine Pürüzlendirilmesi Braketlerin Yapıştırılması ve Sökülmesi ve Renk Ölçümlerinin Yapılması	54
3.3. İstatistiksel Değerlendirme.....	58
4. BULGULAR	59
5. TARTIŞMA.....	88
5.1. Amacın ve Yöntemin Tartışılması	88
5.2. Renk ile İlgili Bulguların Tartışılması.....	98
6. SONUÇLAR.....	104
7. KAYNAKLAR	105
8. ÖZGEÇMİŞ	126

KISALTMALAR VE SİMGELER

Al₂O₃	Aluminyum oksit
CHX	Klorheksidin
Ca₁₀(PO₄)₆(OH)₂	Hidroksiapatit
°C	Derece Celcius
°K	Derece Kelvin
CIE	Uluslararası Aydınlatma Komisyonu (Commission de l' Eclairage)
cm²	Santimetrekare
°	Derece
cm	Santimetre
GPa	Giga Pascal
CRI	Kalan Kompozit İndeksi (Composite Remnant Index)
sn	Saniye
CO₂	Karbondiyoksit
Er, Cr:YSGG	Erbium Kromyum YSGG Lazer
Er:YAG	Erbium İtriyum Aluminyum Garnet Lazer
Nd:YAG	Neodimyum İtriyum Aluminyum Garnet Lazer
Hz	Hertz
mJ	Milijul (Milijoule)
mm³	Milimetreküp
mm	Milimetre
µm	Mikrometre
nm	Nanometre
SEM	Taramalı Elektron Mikroskopu (Scanning Elektron Microscope)
SEP	Kendinden Asitli Primer (Self Etching Primer)
=	Eşittir
<	Küçüktür
>	Büyüktür

Δ	Delta
%	Yüzde
w	wat
RDA	Göreceli Dentin Aşındırıcılığı (Relative Dentine Abrasivity)
ADA	Amerika Engelliler Yasası (The Americans with Disabilities Act)

ŞEKİL VE RESİM LİSTESİ

	Sayfa
Şekil 2.1. Munsell sistemi, Hue.....	24
Şekil 2.2. Munsell sistemi, Kroma.....	25
Şekil 2.3. Munsell sistemi, Value	26
Şekil 2.4. CIEL *a*b* renk sistemi.....	27
Şekil 4.1. Asit grubunda başlangıç, renklendirme ve temizleme sonrası renk ölçüm zamanlarında ΔE ölçüm değerlerinin ve diş renk değerinin tungsten karbid frez ve elmas frez gruplarında karşılaştırılması	76
Resim 3.1. Etch-Royale™ %37 ortofosforik asit	42
Resim 3.2.a. Kumlama cihazı	42
Resim 3.2.b. Al ₂ O ₃ kum	42
Resim 3.3.a. Lazer cihazı	43
Resim 3.3.b. Kullanılan değerler	43
Resim 3.3.c. Lazer cihazının <i>non-contact</i> el aleti	43
Resim 3.4. Transbond™ XT primeri	44
Resim 3.5. Transbond™ XT pastası.....	44
Resim 3.6. Metal braket.....	45
Resim 3.7. Işık cihazı	45
Resim 3.8. Braketlerin sökümünde kullanılan yan kesici pens	46
Resim 3.9. Yapıştırıcı artıklarının temizlenmesinde kullanılan frezler	46
Resim 3.10. Sof-Lex™ Pop-on bitirme ve cilalama diskleri	46
Resim 3.11. Renklendirme ajanı.....	47
Resim 3.12.a. Renk ölçüm cihazı	47
Resim 3.12.b. Renk ölçüm cihazının elde tutulan parçası ve ölçüm ucu.....	48
Resim 3.12.c. L*, a* ve b* değerleri görülen ana ekran.....	48
Resim 3.13. 36°-38°C'de etüvde bekletilen örnekler	48

Resim 3.14. Dişlerin köklerinin ve kuronlarının ayrılması	49
Resim 3.15. Mum yüzeye yerleştirilmiş dişler ve metal halkalar	50
Resim 3.16. Otopolimerizan soğuk akrilik.....	50
Resim 3.17. Metal halkaların akrilik ile doldurulması	51
Resim 3.18. Mum artıkları temizlendikten sonra örneklerin önden görünümü ..	51
Resim 3.19.a. Başlık (önden görünüm)	52
Resim 3.19.b. Başlık (arkadan görünüm)	52
Resim 3.20.a. Başlığa uygun giriş yolu hazırlanması	52
Resim 3.20.b. Başlık ile örneklerin anahtar-kilit mekanizması.....	52
Resim 3.21. Dişlerin numaralandırılması.....	53
Resim 3.22. Renk ölçümü	54
Resim 3.23. %37'lik ortofosforik asit ile pürüzlendirme işlemi	55
Resim 3.24. Lazer ile pürüzlendirme işlemi	56
Resim 3.25. Kum ile pürüzlendirme işlemi.....	56
Resim 3.26. Renklendirme işlemi	57
Resim 3.27. Diş fırçası ve macunu	57
Resim 3.28. Tungsten karbid frezle artıkların temizlenmesi	58
Resim 3.29. Elmas frezle artıkların temizlenmesi	58
Resim 3.30. Disk ile cilama	58

TABLO LİSTESİ

	Sayfa
Tablo 2.1. O'Brien'ın Klinik Renk Tolerans tablosu.....	28
Tablo 3.1. Grupların adları ve kodları	53
Tablo 4.1. Tungsten karbid frezde materyal gruplarının ΔL başlangıç, renklendirme ve temizleme sonrası renk ölçüm zamanlarının karşılaştırılması	60
Tablo 4.2. Tungsten karbid frezde materyal alt gruplarının ΔL başlangıç, renklendirme ve temizleme sonrası renk ölçüm karşılaştırılması	60
Tablo 4.3. Tungsten karbid frezde materyal gruplarının Δa başlangıç, renklendirme ve temizleme sonrası renk ölçüm zamanlarının karşılaştırılması	62
Tablo 4.4. Tungsten karbid frezde materyal alt gruplarının Δa başlangıç, renklendirme ve temizleme sonrası renk ölçüm karşılaştırılması	62
Tablo 4.5. Tungsten karbid frezde materyal gruplarının Δb başlangıç, renklendirme ve temizleme sonrası renk ölçüm zamanlarının karşılaştırılması	64
Tablo 4.6. Tungsten karbid frezde materyal alt gruplarının Δb başlangıç, renklendirme ve temizleme sonrası renk ölçüm karşılaştırılması	64
Tablo 4.7. Tungsten karbid frezde materyal gruplarının ΔE başlangıç, renklendirme ve temizleme sonrası renk ölçüm zamanlarının karşılaştırılması	66
Tablo 4.8. Tungsten karbid frezde materyal alt gruplarının ΔE başlangıç, renklendirme ve temizleme sonrası renk ölçüm karşılaştırılması	66
Tablo 4.9. Elmas frezde materyal gruplarının ΔL başlangıç, renklendirme ve temizleme sonrası renk ölçüm zamanlarının karşılaştırılması	68
Tablo 4.10. Elmas frezde materyal alt gruplarının ΔL başlangıç, renklendirme ve temizleme sonrası renk ölçüm karşılaştırılması.....	68
Tablo 4.11. Elmas frezde materyal gruplarının Δa başlangıç, renklendirme ve temizleme sonrası renk ölçüm zamanlarının karşılaştırılması	70
Tablo 4.12. Elmas frezde materyal alt gruplarının Δa başlangıç, renklendirme ve temizleme sonrası renk ölçüm karşılaştırılması.....	70

Tablo 4.13. Elmas frezde materyal gruplarının Δb başlangıç, renklendirme ve temizleme sonrası renk ölçüm zamanlarının karşılaştırılması	72
Tablo 4.14. Elmas frezde materyal alt gruplarının Δb başlangıç, renklendirme ve temizleme sonrası renk ölçüm karşılaştırılması.....	72
Tablo 4.15. Elmas frezde materyal gruplarının ΔE başlangıç, renklendirme ve temizleme sonrası renk ölçüm zamanlarının karşılaştırılması	74
Tablo 4.16. Elmas frezde materyal alt gruplarının ΔE başlangıç, renklendirme ve temizleme sonrası renk ölçüm karşılaştırılması.....	74
Tablo 4.17. Asit grubunda başlangıç, renklendirme ve temizleme sonrası renk ölçüm zamanlarında ΔL , Δa , Δb , ΔE ölçüm değerlerinin tungsten karbid frez ve elmas frez gruplarında karşılaştırılması	75
Tablo 4.18. Lazer grubunda başlangıç, renklendirme ve temizleme sonrası renk ölçüm zamanlarında ΔL , Δa , Δb , ΔE ölçüm değerlerinin tungsten karbid frez ve elmas frez gruplarında karşılaştırılması	77
Tablo 4.19. Kum grubunda başlangıç, renklendirme ve temizleme sonrası renk ölçüm zamanlarında ΔL , Δa , Δb , ΔE ölçüm değerlerinin tungsten karbid frez ve elmas frez gruplarında karşılaştırılması	78
Tablo 4.20. Kumlama sonrası asit grubunda başlangıç, renklendirme ve temizleme sonrası renk ölçüm zamanlarında ΔL , Δa , Δb , ΔE ölçüm değerlerinin tungsten karbid frez ve elmas frez gruplarında karşılaştırılması	79
Tablo 4.21. Tungsten karbid frez grubunda başlangıç, renklendirme ve temizleme sonrası renk ölçüm zamanlarında ΔL , Δa , Δb , ΔE ölçüm değerlerinin asit, lazer, kum, kumlama sonrası asit ve kontrol grubunda karşılaştırılması....	80
Tablo 4.22. Tungsten karbid frez grubunda alt grupların başlangıç, renklendirme ve temizleme sonrası renk ölçüm zamanlarında ΔL , Δa , Δb , ΔE ölçüm değerlerinin karşılaştırılması.....	81
Tablo 4.23. Elmas frez grubunda başlangıç, renklendirme ve temizleme sonrası renk ölçüm zamanlarında ΔL , Δa , Δb , ΔE ölçüm değerlerinin asit, lazer, kum, kumlama sonrası asit ve kontrol grubunda karşılaştırılması.....	84

Tablo 4.24. Elmas frez grubunda alt grupların başlangıç, renklendirme ve temizleme sonrası renk ölçüm zamanlarında ΔL , Δa , Δb , ΔE ölçüm değerlerinin karşılaştırılması**85**

1. GİRİŞ VE AMAÇ

Günümüzde uygulanan ortodontik tedavi protokollerinin büyük bir çoğunluğunu sabit tedaviler oluşturmaktadır. Sabit ortodontik tedavilerle birlikte dişlerde hassas hareketler elde edilerek geçerli bir oklüzyonun sağlanmasının yanında iyi bir fonksiyon, estetik ve elde edilen durumun stabil olmasının sağlanması da mümkündür. Günümüzde bireyler sadece düzgün sıralanmış ve sağlıklı dişlerle yetinmeyip, mükemmel bir gülümsemeye de sahip olmak istemektedirler (1). Ancak, ortodontik tedavi süresince yapılan mine yüzeyi pürüzlendirmesi, braket sökümü ve kalan yapıştırıcı artıklarının temizliği gibi işlemler mine yüzeyinde fiziksel ve estetik değişikliklere sebep olabilmektedir (2-8). Bu nedenle, ortodontik tedavi bittiğinde mine yüzeyini orjinal haline getirebilmek önemli bir hedeftir (9,10).

Sabit ortodontik tedavi sırasında mine yüzeyi ile ilgili karşılaşılan problemlerden biri braket kopmasıdır. Elekdağ Türk ve ark. (11), O'Brein ve ark. (12), Sunna ve Rock'ın (13) yaptıkları araştırmalarda braket düşmelerinin görülme olasılığının %0,6 - %6,6 arasında olduğunu bildirmişlerdir. Braket kopmaları braket çeşitlerine, uygulanan tekniğe, mine yüzey özelliklerine ve hastanın davranışına göre değişiklik göstermektedir (14).

Tedavi sırasında karşılaşılan bu braket kopmalarının azaltılmasında mine pürüzlendirme yöntemleri büyük önem taşımaktadır. Buonocore (15), 1955 yılında asitle pürüzlendirme tekniğini geliştirerek mine yüzeyine tutuculuk sağlayan restorasyonların uygulanabilmesini sağlamıştır. Günümüzde mine yüzeyinin pürüzlendirmesinde kendinden asitli primer (SEP), lazer tekniği, kuşlama tekniği, ortofosforik asit ve kuşlama sonrası ortofosforik asit kullanılmakta; hepsinin birbirlerine kıyasla klinik olarak avantaj ve dezavantajları ile mine yüzeyine farklı etkileri bulunmaktadır. Yüksek konsantrasyonlarda uygulanan ortofosforik asit, daha sonra minede istenmeyen etkilere sebep olduğu için günümüzde daha düşük süre ve konsantrasyonlarda uygulanmaktadır. SEP yöntemi ise asitleme ve primer

fazlarının tek basamakta gerçekleşmesini sağlarken, geleneksel asit ile pürüzlendirmede oluşan hassasiyet ve zaman kaybının azaltılmasını da sağlar. Mine yüzeyinde daha konservatif pürüzlendirme sağlamasına rağmen, geleneksel asitleme kadar yüksek bağlanma kuvvetine sahip olmadığı bildirilmiştir (16-18). Sert doku lazerlerinden biri olan Erbiyum:YAG lazer kullanıldığında, mikropatlamalar ve buharlaşma ile mine yüzeyinin pürüzlendirilmesi ortodontik açıdan çalışmalara konu olmuş; bazı araştırmacılar tarafından bağlanma kuvvetinin az olması sebebiyle kullanımının uygun olmayacağı bildirmişken (19,20), bazı araştırmacılar pürüzlendirme süresinin ve tükürük kontaminasyonunun azaltılması nedeniyle tavsiye etmişlerdir (21,22). Kuşlama, tek başına veya asitleme öncesi diş yüzeylerinin temizlenmesinde alternatif bir yöntem olarak kullanılabilir. Ancak yapılan araştırmalarda, sadece kuşlama ile elde edilen tutuculuk değerinin geleneksel asitleme yöntemiyle elde edilen değerin yaklaşık olarak yarısı kadar olduğu (23-25) ve geleneksel asitle pürüzlendirmenin yerini tutamayacağı ifade edilmektedir (26-28). Kuşlama ile mine pürüzlendirme yönteminin mine yüzeyine zarar vermediği ve pomza ile temizleme yerine kullanılabilmesini; yüzey bağlanma kuvveti açısından değerlendirildiğinde ise kuşlamadan sonra asit ile pürüzlendirme yönteminin uygulamasının tercih edilmesi gerektiğini bildirmişlerdir (29).

Mine pürüzlendirme yöntemleri arasındaki fark renk değişikliği açısından değerlendirildiğinde asit ile pürüzlendirilen mine yüzeyindeki değişikliği, SEP ile pürüzlendirilen mine yüzeyine göre daha fazla olduğu bildirilmiştir (30). Buna karşılık Gönül (31) asit, SEP ve lazer yöntemleri ile pürüzlendirilen mine yüzeylerinin renk değişikliği açısından farklılık göstermediğini tespit etmiştir. Diğer pürüzlendirme yöntemlerinden kuşlama ile pürüzlendirme ve kuşlama sonrası asit ile pürüzlendirme yöntemlerinin renk değişikliği ile ilişkilerinin incelendiği herhangi bir araştırma bulunmamıştır.

Ortodontide renk değişikliğinin değerlendirildiği diğer çalışmalarda, kullanılan sealant ve adezivlerin pürüzlendirilmiş mine prizmalarına 30-50 µm derinliğine kadar penetre olabildiği belirtilmiştir (32). Minenin yapısal

değişikliğinin yanında, bu rezin uzantılarının zaman içinde renk değişikliğine neden olduğu ve estetik olarak olumsuz görünümüne sebep olduğu bildirilmiştir (16,33-37).

Uzun süren ortodontik tedavi süresince braketlerin mine yüzeyine sağlam bir şekilde bağlanması istense de, tedavi sonunda braketlerin sökümü ve kalan yapıştırıcı artıklarının temizlenmesi esnasında diş minesinin korunması da önemlidir.

Braketlerin sökümünden sonra mine yüzeyinin kabul edilebilir klinik görünümününün tekrar kazandırılması için etkin bir temizliğin sağlanması önemlidir. Tükürük ile yıkandığından dişlerin görüntüsü kabul edilebilir olmasına rağmen, kuruduklarında eğer defekt varsa bu defektler belirginleşir (38). Etik açıdan, mine yüzeyini temizlerken mine kaybının en az olması sağlanarak, pulpal dokulara zarar vermeden temizleme işleminin yapılması önemlidir (39).

Yapılan bir çalışmada, basamaklı adeziv sistemi ve SEP uygulanan vakalarda oluşan renk değişikliğinin tungsten karbid freziyle temizlemede, güçlendirilmiş kompozit frez temizlemesine göre daha fazla olduğu bulunmuştur (39). Buna karşın yapılan başka bir çalışmada ise güçlendirilmiş kompozit frezler ile yapıştırıcı artıkları temizlendiğinde ortodontik tedaviyle görülen renklenmenin daha az olacağı belirtilmiştir (38).

Bu çalışmada, ortodontik tedavi amacıyla çekilen intak halinde solid çürüğü olmayan insan premolar dişlerine uygulanan dört farklı pürüzlendirme yönteminin; iki farklı frez ile yapılan bitim ve cila işlemlerinden sonra, mine yüzeylerinde oluşan renk değişikliğine olan etkilerinin *in-vitro* olarak değerlendirilmesi amaçlanmaktadır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1 Mine Yüzeyinin Fiziksel Özellikleri

Diş minesini, kuru ağırlığının %99'unu kalsiyum fosfat kristallerinin oluşturduğu hidroksiapatitten meydana gelen matriks içinde yer alan aselüler, poröz bir dokudur. Hidroksiapatiti $Ca_{10}(PO_4)_6(OH)_2$ bu kristallerin kalsiyum, fosfat, hidroksil iyonlarının kristal latis içinde tekrarlayan dizilimleri yapılandırır (40). Kristallerin arası hacimsel olarak su (%11) ve organik materyal (%2) ile doludur. Mine dokusunun histolojik temel birimini ameloblastların amelogenesis sırasında oluşan mine prizmaları oluşturmaktadır. Mine prizmaları minenin en küçük parçası olarak 1 mm^3 minede 3000 ile 4000 adet arasında bulunmaktadır (41). $50\ \mu\text{m}$ genişliğinde, ortalama $100\ \mu\text{m}$ uzunluğundaki mine kristalleri; mine dentin sınırından mine üst yüzeyine kadar giden yatay ve dikey doğrultularda dalga yapısındaki mine prizmalarını oluşturmaktadır. Her prizmanın etrafında prizma kılıfı adı verilen, prizmalardan daha koyu görünen ince bir kılıf vardır. Prizma kılıfı prizmaya göre daha az kireçlenmiştir ve daha fazla organik madde içermektedir. Prizma kılıflarının etrafı interprizmatik ara madde adı verilen, kılıfa göre daha açık, fakat prizmadan daha koyu görünen bir madde ile doludur. Organik madde içeriği yüksek olduğu için asitte daha güç erir (42).

Minenin fiziksel yapısı benzer özellikleri gösterirken, bağlanma kuvveti açısından farklılıklar gösterebilir.

Linklater ve Gordon (43) ve Hobson (44) yaptıkları çalışmalarda farklı diş tiplerinin bariz olarak farklı bağlanma kuvvetlerine sahip olduğunu, alt ve üst arklarda bulunan benzer dişler arasında ise sadece istatistiksel olarak bir farklılık olduğunu bulmuşlardır.

Bağlanma kuvveti değerlendirilirken sıyırma kuvvetinde bağlanmaya etkisi vardır. Öztürk ve ark. (45) üst ve alt arklardaki farklı dişler ve benzer dişlerden oluşturdukları gruplarda, sıyırma kuvvetini inceleyerek bağlanma

dayanıklılıklarını karşılaştırmışlardır. Adezivlere ve diş tiplerine bağlı olarak farklı değerler tespit edilmesine rağmen bağlanma kuvveti incelendiğinde klinik olarak tüm gruplar yeterli bulunmuştur.

2.2 Yapıştırma İşlemi Öncesi Mine Yüzeylerinin Hazırlanması

Mine yüzeyinde braketlerin yapışmasını zayıflatabileceği düşünülen organik ve organik olmayan artıkların temizlenmesi gerekmektedir. İlk olarak 1973 yılında Miura (46), mine yüzeyine proflaksi işleminin tutuculuğu artırmak için yapılması gerektiğini ortaya koymuştur. Asitleme işlemi öncesi yüzey profilaksisi uygulanan dişlerin taramalı elektron mikroskobu (SEM) görüntülerini incelediklerinde, optimal asitlemeyi engelleyebileceği düşünülen pelikül gibi organik artıkların uzaklaştırılmış olduğunu görmüşlerdir.

Pus ve Way (47), 1980 yılında yayınladıkları çalışmalarında cilalama sırasında kullanılan yöntemlerin minede farklı miktarlarda kayba neden olduğunu ve bu sonuca göre sadece lastik disk kullanıldığında 5 mikron, kıl fırça ve pomza kullanıldığında ise 10,7 mikron mine kaybı olduğunu, bu iki yöntem arasındaki farkın anlamlı olduğunu bildirmişlerdir.

Yapılan araştırmada, dişlere pomza ile proflaksi uygulamanın tutuculuğu olumlu yönde etkilediği ve kesinlikle yapılması gerektiği vurgulanmıştır (48).

2.3 Mine Yüzeyinin Pürüzlendirilmesi

Sağlıklı mine yüzeyinin pürüzlülüğü azdır. Bundan dolayı ortodontik yapıştırıcılar ile yeterli düzeyde mikromekanik bağlantı sağlanamaz. Yapıştırıcıların bağlanma yüzeyini genişletmek ve mine yüzeyine daha fazla tutunmalarını sağlamak amacıyla mine yüzeyinin pürüzlendirilmesi gerekmektedir. Bu işlemde düşük düzey enerjili hidrofobik mine yüzeyinin, yüksek enerjili hidrofilik mine yüzeyine dönüşmesi amaçlanmaktadır (49).

2.3.1 Asit ile Pürüzlendirme Yöntemi

Asit ile yapılan pürüzlendirme işlemi, ortofosforik asidin mine yüzeyinde oluşturduğu mikroskobik defektler ile ortodontik ataçmanların rezin aracılığı ile dişle olan bağlantısının sağlanmasında rol alan en önemli faktörlerden birisidir (38).

Mine dokusunda minenin asitlenmesi sonucunda mikroporoziteler oluşmakta, yapıştırıcı asitlenen mine prizmalarının derinliklerine penetre etmekte ve mikromekanik bağlantı sağlamaktadır. Asit uygulaması sonucu, kalsiyum sülfat ve monofosfatın yan ürünleri ortaya çıkmaktadır. Ortofosforik asit ile pürüzlendirilmiş minenin makroskobik görüntüsü tebeşirimsi beyazdır.

Bin Abdullah ve Rock (50), yaptıkları çalışmada mine yüzeyini 15, 30 ve 60 sn %37'lik ortofosforik asitle pürüzlendirip braketleri yapıştırdıktan 5, 15 dakika ve 24 saat sonra braketleri sökmüşlerdir. 15 sn asitlenip 5 dakika sonra sökülen braketlerin en düşük bağlanma kuvvetine sahip olduğu, 60 sn asitlenen mine yüzeyi braket sökümü sonrasında ciddi hasara uğramış olduğu belirtilmiştir. Araştırmacılar standart bonding prosedüründe 15 sn asitlemenin yeterli olacağını eğer braketler 5 dakika içinde ligature edilecekse asitleme işleminin 30 sn olmasını önermişlerdir. Ayrıca Asidin 60 saniyeden fazla uygulanması sonucunda mine tabakasında çok fazla çözünme olduğu için tutuculuğun önemli derecede azaldığı sonucuna varılmıştır (51).

Yapılan bir başka çalışmada mine yüzeyine 15 sn ve 60 sn %37'lik ortofosforik asit uygulamasının ardından metal braketler yapıştırılıp, asitlenen mine yüzeyleri 200 büyütme ile SEM'de incelenmesi sonucunda 15 sn asit uygulanan grupta mine kaybının daha az olduğu ve mine yüzeyinin daha pürüzsüz görüldüğü belirlenmiştir (52).

%5 konsantrasyondaki fosforik asitin bağlanma kuvveti açısından yeterli olduğunu gösteren araştırmalar olmasına rağmen (53), günümüzde en sık %30 ile %40 arasındaki yoğunluklarda fosforik asit kullanılmaktadır (54).

Braketlerin mine yüzeyine yapıştırılması sırasında uygulama sırasındaki aşamaların en aza indirilerek hata payının düşürülmesine yönelik ve hasta başında geçen sürenin kısaltılması için yeni sistemler geliştirilmiştir. Altıncı nesil yapıştırma materyallerinin ilki, SEP'tir. SEP'lerin aktif içeriği, hidroksiapatitten kalsiyum çözen, metakrilatlı fosforik asit esteridir ve doldurucu miktarları ve pH seviyeleri firmalara göre farklılık göstermektedir (55,56). Metakrilat fosforik asit esterleri asitleme ve primer işlemi yıkama ve kurutma olmaksızın aynı zamanda yapmaktadır. Asitleme yapan monomerler yapıştırma işleminden de sorumlu oldukları için polimerize edilen monomerin penetrasyon derinliği, demineralizasyon derinliğinin aynısıdır. Böylelikle komple bir hibrit tabakası oluşmaktadır (57). Ayrıca asit ile pürüzlendirme sonucunda oluşan tipik düzenli bal peteği görünümünü ve penetrasyon şeklinin prizma şeklindedir (58).

Bulut ve ark. (59) yaptıkları araştırmada dişler üzerine braketleri 3 farklı kompozit yapıştırıcı fakat tek çeşit SEP ile yapıştırmışlar ve sıyırma testi uygulanan örneklerin hepsinin yeterli bağlanma kuvveti değerlerine sahip olduklarını belirtmişlerdir.

Bishara ve ark. (60) yaptıkları çalışmada SEP'in bağlanma kuvveti değerlerini incelemişlerdir. Bu yöntemin daha çok geliştirilmesine ihtiyaç duyulduğunu belirtmişlerdir.

Asitleme ile pürüzlendirme işlemi sabit ortodontik tedavide braketlerin diş üzerine tutunmaları için en yaygın kullanılan işlemlerden biri olmasına rağmen; bu işlem sonucunda mine kaybının yaşanması (3,61), yiyecek ve içecekler içinde bulunan çeşitli maddelerin yüzey porozitesinin artması sonucunda diş üzerine tutunmaları daha da kolaylaşarak renklenme riskini arttırmaları (34), beyaz lezyonlara neden olması (37), özellikle ağız hijyenini yeterli düzeyde sağlayamayan hastalarda braket etrafındaki açıkta kalmış asitlenmiş midede dekalsifikasyon oluşması için uygun ortam yaratması söz konusudur (37,43,61-67).

2.3.2 Kuşlama ile Pürüzlendirme Yöntemi

Kuşlama yüksek hızda alüminyum oksit partiküllerinin hava basıncıyla püskürtülmesiyle yapılan bir yöntemdir (68). Kuşlama, tek başına veya asitleme öncesi diş yüzeylerinin temizlenmesinde alternatif bir yöntem olarak kullanılabilir. Ancak yapılan araştırmalarda, sadece kuşlama ile elde edilen tutuculuk değerinin geleneksel asitleme yöntemiyle elde edilen değerin yaklaşık olarak yarısı kadar olduğu (23-25) ve geleneksel asitle pürüzlendirmenin yerini tutamayacağı ifade edilmektedir (26-28).

Başaran ve ark. (69) yaptıkları çalışmalarında molar tüplerinin yapıştırılmasında üç farklı pürüzlendirme yöntemi kullanmışlar ve yapıştırılan molar tüplerinin bağlanma dayanıklılıklarını ve pürüzlendirilen diş yüzeylerini SEM görüntüleri ile incelemişlerdir. İlk grupta 0.5 w, 0.75 w, 1 w, 1.5 w ve 2 w gücünde Er:Cr;YSGG lazeri 15 sn uygulayarak pürüzlendirme yapmışlardır. İkinci grupta %38'lik ortofosforik asidin 15 sn uygulanması ile pürüzlendirme yapmışlardır. Son grupta ise 50 µm büyüklüğündeki dialüminyum trioksit (Al_2O_3) partiküllerini diş yüzeyinde 1 milimetre (mm) mesafeden 10 sn boyunca uygulayarak pürüzlendirme yapmışlardır. Çalışma sonucunda, kuşlama yöntemi ve 0.5 w, 0.75 w ve 1 w gücündeki Er:Cr;YSGG lazer uygulaması ile elde edilen pürüzlülüğün bağlanma kuvveti açısından yetersiz olduğu ve klinik kullanımlarının uygun olmadığı belirtilmiştir. Ancak 1.5 w ve 2 w gücündeki Er:Cr;YSGG lazer uygulaması ile sağlanan pürüzlülüğün SEM görüntülerinin geleneksel asitleme ile sağlanan pürüzlülüğe benzer olduğu ve bu uygulamaların klinik kullanımda asitle pürüzlendirmeye alternatif olabileceği belirtilmiştir.

Chung ve ark. (70) yaptıkları çalışmada asit ile pürüzlendirme yönteminin kuşlama yöntemine göre mine yüzeyine yapışma dayanıklılığının daha fazla olduğunu bulmalarına rağmen, klinik açıdan her iki yöntemin de kabul edilebilir düzeyde bağlanma kuvvetine sahip olduklarını bildirmişlerdir.

Yapılan bir başka çalışmada kuşlama ile pürüzlendirme yönteminin retansiyonu ve altın, porselen ve amalgama bağlanma kuvvetini arttırdığı

bulunmuştur. Ayrıca kumlama yönteminin sökülen braketlerden kompozitin uzaklaştırılmasında ve paslanmaz çelik bantların tutuculuğunun artırılmasında da kullanıldığı bildirilmiştir (71).

Olsen ve ark. (72) geleneksel asit ile pürüzlendirme yöntemiyle 50 µm ve 90 µm partikül büyüklükleri kullanılan kumlama yöntemiyle pürüzlendirme yöntemlerini karşılaştırmışlar, ve her üç grup arasında da bağlanma kuvveti açısından farklılık bulmuşlardır. Değerler asit grubunda ($x=10.4\pm 2.8$), 50 µm grubunda ($x=2.3\pm 1.0$), 90 µm grubunda ($x=3.6\pm 2.2$) olarak bulunmuştur. Ayrıca alüminyum oksitle kumlama yönteminin geri dönüşsüz mine kaybına neden olduğunu belirtmişlerdir; buna karşılık asit ile pürüzlendirmenin intak organik komponent gösterdiği için mine yüzeyinde remineralizasyona neden olduğunu bildirmişlerdir.

Asit ve kumlama yönteminin karşılaştırıldığı bir başka çalışma sonucunda; asit ile pürüzlendirme sonucu elde edilen penetrasyon miktarı (53.9 mm), kumlama ile pürüzlendirme yöntemine (39.9 mm) göre fazla bulunmuştur (73). Bu durum bağlanma kuvvetini etkilemektedir. Bunun yanında belli koşullar altında mine kaybının kumlama ile pürüzlendirme yönteminde, asit ile pürüzlendirme yöntemi ile aynı olduğu görülmektedir (74).

Kumlama yöntemi ile uygun bir bağlanma sağlanabilmesi için partikül boyutu, çalışma süresi, hava basıncı ve uygulanacak yüzeyin mikro yapısı gibi pek çok faktör göz önünde bulundurulmalıdır (75).

Kumlama ile pürüzlendirme işleminin en büyük dezavantajı klinik olarak uygulanabilirliğinin yeterince pratik olmayışındır. Kumlama eğer ağız ortamında yapılacak ise çevreye saçılacak kum materyalini önlemek için güçlü bir aspiratöre ihtiyaç vardır. Aksi takdirde saçılan kum materyali yanak mukozasında batma hissi uyandırmakta, ilave olarak muayenehane ortamında kirliliğe yol açmaktadır. Ayrıca kumlama ile pürüzlendirme tekniği daha fazla kalan mine adezivine neden olduğu için adezivin temizlenmesi sırasında bir dezavantaj olarak görülebilir (76). Aerosol içeren alüminyum oksit partiküllerinin hasta veya hekim tarafından inhale edilmesi veya

yutulması kumlamanın başka bir dezavantajıdır (77). Buna karşılık kumlama yönteminin avantajları arasında baskı ve vibrasyonu elimine etmesi, ısınma olmaması ve hasta konforunu arttırması bulunmaktadır (78).

2.3.3 Kumlama Sonrası Asit ile Pürüzlendirme Yöntemi

Son yıllarda lingual ortodonti uygulamalarının yaygınlaşmasıyla beraber kumlama sonrası asit yöntemi ile minenin pürüzlendirme işlemi önerilmektedir.

Reisner ve ark. (29) yaptıkları çalışmada dört grup incelenmiştir. İlk grup 50 µm büyüklüğündeki kum ile kumlama, ikinci grup kumlama sonrası %37'lik ortofosfoirk asit uygulaması, üçüncü grup frezle pürüzlendirme sonrası asit uygulaması, son grup ise pomza ile temizlik sonrası asit uygulamasıdır. Kumlama ile mine pürüzlendirme yönteminin mine yüzeyine zarar vermediği ve pomza ile temizleme yerine kullanılabileceğini; yüzey bağlanma kuvveti açısından değerlendirildiğinde ise kumlamadan sonra asit ile pürüzlendirme yönteminin uygulamasının tercih edilmesi gerektiğini bildirmişlerdir.

Asit, lazer, SEP, kumlama, kumlama sonrası asit ve lazer sonrası asit ile pürüzlendirme yöntemlerinin mine yüzeyine bağlanma kuvvetine etkisinin incelendiği bir başka çalışmada ise, lazer ile pürüzlendirme grubunda mine yüzeyine bağlanma kuvveti yüksek olmasına rağmen mine yüzeyine oldukça zarar verdiği vurgulanmıştır. Asit ve SEP ile pürüzlendirme yönteminin braket yapıştırma için güvenli olduğu, kumlama yönteminin mine yüzeyine bağlanmada yetersiz olduğu fakat; asit ile kombine edildiği zaman bağlanmayı arttırdığı bildirilmiştir (77).

Yapılan çalışmada; pürüzlendirme yöntemlerinden 27 µm büyüklüğündeki kum ile kumlama, %37'lik ortofosfosrik asit uygulaması ve kumlama sonrası asit uygulaması incelenmiştir. Kumlama sonrası asit ile pürüzlendirme yöntemiyle elde edilen mine yüzeyine bağlanma kuvvetinin asit ile pürüzlendirme yöntemine benzer sonuçlar verdiği belirtilmiştir (79).

Canay ve ark. (80) yaptıkları çalışmada kumlama sonrası asit ile pürüzlendirme yönteminin, asit ve kumlama ile pürüzlendirme yöntemine kıyasla mineye bağlanma kuvvetinin daha fazla olduğunu bildirmişlerdir.

Hatiboviç-Kofman ve ark. (81) bu kombine kullanımın avantajı olarak, restorasyonlarda yalnız asit ya da yalnız air-abrazyon uygulamasına göre daha az mikrosızıntı görüldüğünü bildirmişlerdir. Benzer şekilde Ellis ve ark. (75) çalışmalarındaki *in-vitro* test şartları sonuçlarına göre air-abrazyonu takiben uygulanabilecek asit ile pürüzlendirmenin daha uzun ömürlü restorasyonlar ortaya koyacağını bildirmişlerdir. Roeder ve ark. (82) çalışmalarında, en yüksek kompozit rezin ve mine/dentin bağlanma değerlerinin air abrazyon sonrası asit ile pürüzlendirme kullanıldığında elde edildiğini bulmuşlardır.

2.3.4 Lazer ile Pürüzlendirme Yöntemi

Son yıllarda lazerin diş hekimliğinde uygulamalarının yaygınlaşmasıyla beraber mine yüzeyini pürüzlendirmek için lazer uygulamaları yapılmaktadır. Lazer uygulanan yüzeydeki hidroksiapatit matriks içinde sıkışmış bulunan su sürekli buharlaşmakta ve aynı zamanda mikro patlamalar meydana gelmektedir. Mine yüzeyinde asit uygulamasındakine benzeyen bir düzensizlik ve pürüzlendirme, kullanılan lazerin tipine ve yüzeye uygulanan enerji miktarına bağlı olarak meydana gelmektedir. Bu enerji seviyesi lazerin dalga boyuna bağlıdır (19,83,84).

CO₂ lazer, Nd:YAG lazer, Er:YAG lazer ve Er:Cr;YSGG lazer sistemleri mine yüzeyini pürüzlendirmek için en fazla kullanılanlardır (85-87). Bu lazer sistemlerinden Nd:YAG lazer ve CO₂ lazer uygulamalarını içeren çalışmalarda, mine dokusu üzerinde çatlak ve erimeye neden oldukları ve pulpada olumsuz termal değişiklikler oluşturdukları ifade edilmektedir (88). Bu etki Er:Cr;YSGG lazer sistemlerinde ise daha az görülmektedir (27).

Er:YAG lazer sistemi CO₂ ve Nd:YAG sistemlere göre mine yüzeyinde daha az zararlı ve daha etkilidir (89). Mikroskopik çalışmalarda Er:YAG lazer ile oluşturulan pürüzlendirme alanında ortaya çıkan pürüzlü yapının çok düzgün olmadığı, bunun nedeni olarak da Er:YAG lazerin mine yüzeyine uygulandığı zaman hidroksi apatit matriks içinde bulunan suda ani bir kaynama olduğu ve mikropatlamlar meydana geldiği bulunmuştur. Sonuç olarak Er:YAG lazer, partikülleri mikropatlamlar ile buharlaştırmakta ve kaldırmakta, böylece pürüzlendirme işlemine imkan sağlamaktadır (89-91). Hem başarılı şekilde pürüzlendirme yapabilmek (92), hem de iyatrojenik hasarı azaltabilmek (93) için su soğutmasından yararlanılmıştır.

Yapılan çalışmalar incelendiğinde minenin lazerle pürüzlendirmesinde bazı dezavantajlar vardır. Bunlar; pulpanın ısısını artırması, yüksek enerji seviyesinde mine yüzeyinde düzensiz çukurcuklar oluşturması, diğer yumuşak ve sert dental yapılara zarar verme riski ve pahalı bir ek cihaz gerektirmesidir (86,91,94,95). Buna rağmen; minenin lazer ile pürüzlendirmesinde bazı avantajlar da vardır. Bunlar; ısı ve vibrasyon oluşturmaması, dentin tübüllerini açması, ağrısız olması, remineralizasyon oluşturması, pürüzlendirilen yüzeyin aside karşı direnç kazanması ve uygulama süresinin kısa olmasıdır (21,90,96,97).

Farklı lazer tipleri ve özellikleri ile yapılan pürüzlendirme işlemlerinde elde edilen mine yüzey özellikleri, asitle pürüzlendirilme sonucu elde edilen mine yüzeyine göre daha farklı yapıda pürüzlendirme meydana getirmiştir (98). SEM ile yapılan incelemeler sonucunda lazer uygulanan mine yüzeyinde düzensiz pürüzlülük sağlanırken; asit ile pürüzlendirdikleri mine yüzeyinde daha düzenli yapıda pürüzlülüğün sağlandığı gözlenmiştir (20,99-101). Er:YAG lazer ile ortofosforik asit kombinasyonunun, yalnız başlarına kullanımlarından daha kötü sonuçlar verdiğini belirten yazarların yanında (22,100,102), benzer (103) veya daha iyi sonuçlar verdiğini belirten yayınlar da bulunmaktadır (104). Bu değişiklikler farklı lazer uygulama ayarlarının kullanılmasına bağlı olmakla beraber, farklı lazer tiplerinin kullanılmasına da bağlı olduğu düşünülmektedir (94,105). Çünkü lazer ve sert doku etkileşimi lazerin ışınlama enerjisine ve dalga boyuna göre değişmektedir. Enerji

düzeyinin artmasıyla beraber, çatlak ve kraterlerin derinliği ve yüzey düzensizliği de artmakta, hem bakterilerin tutunmasına uygun ortam oluşmakta (86), hem de adeziv materyalin yüzeye penetrasyonu güçleşmektedir (80).

Lazer ile pürüzlendirme işleminin restoratif materyallerin yapışma kuvvetine etkisini inceleyen birçok ve birbirinden farklı sonuçlar içeren araştırmalar vardır. Bazı araştırmacılar belirli güç ayarına getirilmiş lazer ile pürüzlendirme yapılmış mine yüzeylerinin, asit ile pürüzlendirilmiş mine yüzeyleriyle hemen hemen aynı yapışma kuvveti sağladığını gösterirken (87,97,106-109); bazı çalışmalarda ise lazerin asite oranla daha az yapışma değerleri gösterdiği bildirilmiştir (19,20,110-112). Hatta daha iyi sonuçlar elde edilebileceğini gösteren çalışma da mevcuttur (113).

2.4 Yapıştırıcı Ajanları

Ortodontik ataçmanları diş yüzeyine yapıştırmak için çeşitli rezin adezivler ve dental simanlar kullanılmaktadır. Kullanılan bu yapıştırıcıların bağlanma kuvveti arttıkça tedavi başarısı da artar (114). Dental simanların toz kısımları bazik iken, likit kısmı asidik yapıdadır. Toz kısmın içerdiği metal oksitler ya da cam likit ile karıştırıldığı zaman dental siman belli sürede sertleşir. Bazı simanların sertleşmesi ise değişik ışık kaynakları ile aktive edilir (115).

2.4.1 Polikarboksilat Siman

Polikarboksilat simanlar, mine yapısındaki hidroksiapatit kalsiyumu ile yapısındaki poliakrilik asidin karboksi grubu arasında bağlantı sağlayarak mine yüzeyine tutunmaktadırlar. Polikarboksilat simanlar, diş dokularına ve ortodontik ağıtlara sıkı bir şekilde bağlanmasına rağmen, zaman içinde ağız sıvıları ile erimelerinden dolayı bağlantı güçleri zayıfladığı için ortodontide kullanımı kısıtlıdır (114).

2.4.2 Cam İyonomer Siman

Cam iyonomer adeziv, diş dokularına bir aracı madde gerektirmeden kimyasal olarak bağlanabilen tek madde olma özelliğine sahiptir (116). Ortodontistler çürük riski yüksek olan hastalarda, ortodontik bantların yapıştırılmasında mine dokusunda oluşan deminerelizasyonu flor salınımı yaparak inhibe ettiği cam iyonomer simanlarını tercih etmektedirler (117); flor salınımı sonrasında mine yüzeyide kalsifikasyonu engellemesinden dolayı braketlerin sökümü sırasında kolay sökülebileceği ve mineye daha az zarar verebileceği bildirilmiştir (38).

2.4.3 Rezin Modifiye Cam İyonomer Siman

Rezin modifiye cam iyonomer simanlar, cam iyonomer simanları gibi flor salınımı yapmalarının yanında rezin monomerleri sayesinde mine yüzeyindeki pürüzlü kısma mikromekanik olarak da bağlanırlar; böylece geleneksel cam iyonomer simanlara göre bağlantı özellikleri daha yüksektir (118).

2.4.4 Kompozit Rezin Siman

Ortodontik tedavide en çok kullanılan yapıştırıcı olan kompozit rezinlerin özelliklerinden bazıları; kötü ağız hijyenine sahip hastalarda tedavi esnasında streptococcus mutans seviyesindeki artışa bağlı olarak ortaya çıkan demineralizasyonun azaltılması, braket ile dişin bağlantısını güçlü bir şekilde sağlaması ve söküm sonrasında mine yüzeyine zarar vermeden en kolay şekilde uzaklaştırılmasına yardımcı olmasıdır (38).

2.5 Farklı Bitim-Cila Yöntemlerinin Mine Yüzeyine Etkisi

Ortodontik tedavi sonrasında braket sökümünden sonra kalan yapıştırıcı artıklarının temizlenmesi sırasında minede hasar oluşabilir. Bundan dolayı mine yüzeyinin tedavi başındaki orjinal haline getirilmesi önemlidir. Braketlerin söküm işlemi ve kalan yapıştırıcı artıklarının etkili ve güvenli bir

şekilde temizlenebilmesi için birçok yöntem bulunmaktadır. Bu yöntemler şunlardır:

- El aletleri ile temizleme,
 - Küret ile kazıma (119-121)
 - Yapıştırıcı artıklarını temizleme pensi ile kazıma (38)
- Ultrasonik aletler ile temizleme (122-124),
- Kumlama ile hava abrazyonu ile temizleme (125),
 - Alüminyum oksit hava abrazyonu
 - Biyoaktif-cam hava abrazyonu
- Dönen aletler ile temizleme,
 - Elmas frez (düşük/ yüksek hızlı)
 - Değişik bıçak sayısına ve şekline sahip tungsten karbid frez (düşük/ yüksek hızlı) (10,33,122,126-131)
 - Abrasiv diskler ve cila lastikleri (47,127,132,133)
 - Güçlendirilmiş kompozit frezler (38,39,133,134)
- Lazer uygulamaları (135,136).

2.5.1. El Aletleri ile Temizleme

2.5.1.1. Küret ile Kazıma

Küret orak şeklinde ve iki tarafı keskin bıçağa sahip olup, yapıştırıcı artıklarının mine yüzeyinden kazıma yöntemiyle uzaklaştırılmasını sağlar. Kullanım yönü gingivooklüzal yönünde sıyırma şeklindedir.

Yapılan bir çalışmada küret ile temizlenmiş mine yüzeyi SEM'de incelendiğinde, mine yüzeyinde belirgin çukurcuklar oluştuğu ve yapıştırıcı artıklarının temizlenmesinde etkili bir yöntem olmadığı bildirilmiştir (119).

2.5.1.2. Yapıştırıcı Artıklarının Temizleme Pensi ile Kazıma

Bir ucunda dişlerin oklüzal kısmına oturacak şekilde tasarlanmış plastik bir parça olan, diğer ucunda ise tungsten karbitten yapılmış bir bıçağı bulunan bu pens, yapıştırıcı artıklarının temizlenmesinde gingivooklüzal yönde sıyırma hareketi uygulayarak kullanılmaktadır.

Bu konuda yapılan bazı araştırmalarda, yapıştırıcı artıklarının uzaklaştırma pensinin ultrasonik aletlerine göre mineye daha az zarar verdiği (122); diğer bir araştırmada ise keskin uçlu penslerin, derin mine çiziklerine sebep olduklarından dolayı yapıştırıcı artıklarının temizlenmesinde uygun olmadığı belirtilmiştir (137). Bu araştırmalara karşılık, Hong ve ark. (135) yaptıkları çalışmada keskin uçlu penslerin yapıştırıcı artıklarının temizlenmesinde ideal sonucun elde edebileceğini belirtmişlerdir.

2.5.2. Ultrasonik Aletler İle Temizleme

Ultrasonik aletler titreşimler ile artık yapıştırıcıların uzaklaştırılmasını sağlarlar. Ultrasonik titreşimler, ses dalgalarıyla aynı tipte olmasına rağmen frekansları daha fazla olan mekanik titreşimlerdir. Titreşim hareketinin en geri ve en ileri noktası arasındaki mesafe 0.006 - 0.1 mm arasında değişmektedir. Ucun bir saniyedeki titreşim sayısı ise, 25.000 - 42.000 arasında değişmektedir. Ultrasonik aletler ile braketlerde herhangi bir kırık oluşturmadan dişten ayrılma sağlanmasına rağmen, bu yöntemin ısı ve pulpal hassasiyeti önleme amacıyla kullanılan su spreyinin dişlerde ağrı oluşturması, fazla zaman alması ve diş yüzeyinde derin çizikler oluşturma ihtimali olması dezavantajlarıdır (122-124).

Farklı temizlik yöntemlerinin karşılaştırıldığı çalışmada, diş yüzeyinden yapıştırıcı artıklarının uzaklaştırmak amacıyla, yüksek hızlı ve düşük hızlı tungsten karbid frez, ultrasonik kazıyıcı ve söküm pensi karşılaştırılmış, ve en fazla mine yüzeyi kaybının ultrasonik kazıyıcı (-1.27/-31.41µm) ve yüksek hızlı tungsten karbid frez (-0.2/-24.16µm) ile olduğu bildirilmiştir (17).

2.5.3. Kuşlama ile Hava Abrazyonu ile Temizleme

2.5.3.1. Alüminyum Oksit Hava Abrazyonu

Diş yüzeyindeki yapıştırıcı artıklarını temizlemek için yaklaşık 27-50 mikron boyutundaki alüminyum oksit partikülleri, 5 santimetre (cm) mesafeden püskürtülür. Püskürtülen bu partiküllerin basma direnci 380 giga pascal (GPa), sertliği ise *Vickers Hardness Number*'a göre 2300'dür (138).

Banerjee ve ark. (138) çalışmalarında, söküm sonrası mine yüzeyinden yapıştırıcı artıklarını uzaklaştırmak için üç farklı yöntemi kullanarak karşılaştırmışlardır. Bu yöntemler 8-bıçaklı tungsten karbid, alüminyum oksit hava abrazyon yöntemi ve biyoaktif-cam hava abrazyon yöntemidir. Çalışmalarının sonucunda, en az mine kaybının biyoaktif-cam hava abrazyon (0.135 mm) grubunda, en çok mine kaybının ise alüminyum oksit hava abrazyon (0.285 mm) grubunda olduğu görülmüştür.

2.5.3.2. Biyoaktif – Cam Hava Abrazyonu

Diş yüzeyindeki yapıştırıcı artıklarını temizlemek için yaklaşık 27-53 mikron boyutundaki alüminyum oksit partikülleri, 5cm mesafeden püskürtülür. Bu partiküllerin basma direnci 35 GPa, sertliği ise *Vickers Hardness Number*'a göre 458' dir. Bu partiküller ile, alüminyum hava abrazyon tekniğine kıyasla mine yüzeyine daha yumuşak partiküller gönderildiğinden ve hafif kuvvet uygulandığından daha konservatif çalışıldığı belirtilmiştir (138).

Kuşlama ile hava abrazyon sistemlerinin yapıştırıcı artıklarının uzaklaştırılmasında kullanışlı olduğu bildirilmesine rağmen; maske, rubber dam, ve göz koruyucu kullanılması gerekliliği, bu sistemlerin kullanımını kısıtlamaktadır (139).

2.5.4. Döner (Rotary) Aletler İle Temizleme

Düşük ya da hızlı devirde çalışan angulduruvalara takılan çeşitli yapıdaki enstrümanları kapsamaktadır. Bu uygulamalarda kullanılan enstrüman, dış yüzeyinde mezyodistal ya da distomezyal olarak tek bir yönde uygulanmalıdır. Uygulamalarda hava soğutmalı, su soğutmalı ve soğutmasız sistemler kullanılmaktadır (38).

2.5.4.1. Tungsten Karbid Frez

Tungsten karbid frezlerin bıçak sayısı 8 - 40 arasında değişmektedir. Bunların arasından en fazla 8-, 12-, 20- ve 40-bıçaklı olanları tercih edilmektedir. Düşük veya yüksek hızda çalışabilen bu frezler, elmas frezlere göre daha az abraziv özelliği göstermektedir (140).

Hong ve ark. (135) çalışmaları sonucunda, öncelikle braketlerin braket koparma pensi (79.5 CRI) ile sökülmesini , sonra mine yüzeyindeki büyük artıkların yüksek devirde tungsten karbid (84 CRI) frezlerle alınmasını ve kalan yapıştırıcı artıklarının da düşük devirde tungsten karbid (121 CRI) frezler kullanılarak temizlenmesini önermişlerdir.

Radlanski (141) yaptığı çalışmada, yeni geliştirilen tungsten karbid frezin mine yüzeyine etkisini incelemiştir. Yeni frezde bıçağın yüzeye temas ettiği köşe açısı 90°'den 130° – 135°'ye çıkarılmıştır. Yeni geliştirilen frezin, geleneksel tungsten karbid frezlere göre daha az agresif olduğunu ve bu frezle daha pürüzsüz mine yüzeyi elde edilebildiğini belirtmiştir.

Bertrand ve ark. (142) yaptıkları çalışmada yapıştırıcı artıklarının temizlenmesi sonrasında mine yüzeyini inceledikleri çalışmada mine yüzeyine en zarar verenin elmas frez, daha sonra 12 bıçaklı tungsten karbid frez, en çok zarar verenin ise el kazıma aleti olduğunu bildirmişlerdir.

Rouleau (119) yaptığı çalışmada söküm sonrasında kalan yapıştırıcı artıklarının temizlenmesinde kullanılan el aleti, 12 bıçaklı tungsten karbid frez

ve elmas frezin mine yüzeyine etkisini incelemiştir. Tungsten karbid frez elmas freze göre mine yüzeyine daha az zarar vermiştir ($p<0.05$).

Temizleme yöntemlerinin mine kaybı üzerine etkilerininin incelendiği bir diğer çalışmada ise en az mine kaybı el aletinde ($7.7\mu\text{m}$), daha sonra düşük hızlı tungsten karbid ($11.3\mu\text{m}$) frezde, en fazla mine kaybı yüksek hızlı tungsten karbid ($7.7\mu\text{m}$) frezde bulunmuştur (47).

Literatürlerde mineye en az zarar veren metodun su soğutmalı, düşük hızlı tungsten karbid frezlerle yapılan temizleme işlemi olduğu bildirilmektedir (141,143).

Yapılan bir çalışmada ise tungsten karbid frezle temizlik sonrası cilanın mutlaka gerektiğini, Sof-Lex disklerin yüzey pürüzlülüğünü azalttığını, ancak abrasiv artıklarının mine yüzeyinde kaldığı tespit edilmiş olsa da (144), yapılan diğer çalışmalarda 12 bıçaklı tungsten karbid frezin yeterli hava soğutması ile yüksek hızda kullanılmasını, ardından orta-ince ve süper ince grenli Sof-Lex diskleri ile cilalanmasını ve lastik ve pasta ile pürüzlerin giderilmesi tavsiye edilmiştir (137,145).

2.5.4.2. Elmas Frezler

Elmas frezler tungsten karbid frezlere kıyasla daha agresif kesme özelliğine sahiptirler. Farklı büyüklük, model ve gren çeşitleri mevcuttur. 7 - 50 μm aralığında, dış yüzeyinde aşındırma yapabilirler. Artık yapıştırıcının kaldırılmasında çok etkili olmasının yanında yüzey pürüzlülüğü açısından çok tercih edilmemelidir. Uygulama sonrası mutlaka dış yüzeyleri polisajlanmalıdır (140).

Eliades ve ark. (146) yaptıkları çalışmalarında, ultra fine elmas frezi ve yüksek devirde çalışan 8-bıçaklı tungsten karbid frezi yüzey pürüzlülüğü açısından kıyaslamışlardır. Çalışma sonucunda, elmas frezle temizleme sonrasında yüzey pürüzlülüğü oldukça fazla bulunmuştur ($2.03\mu\text{m}$).

Araştırcılar, elmas frezlerin kullanımının minede geri dönüşümsüz etkiler meydana getirebileceğini belirtmişlerdir.

Yapıştırıcı artıklarının temizlenmesi sırasında, pulpal dokulara, diş minesine ve çevre dokulara zarar vermeden çalışılmalıdır. Kullandığımız yavaş ya da yüksek hızla çalışan anguldurvalar ile, özellikle pulpada hissedilecek ani ısı değışiklikleri pulpal dokulara ciddi zararlar verebilir. Bu aletlerle temizleme sırasında uygulanan kuvvet, aletlerin dakikadaki dönme hızı, kullanılan frezlerin cinsi, yapısı, şekli ve kullanılan soğutma seçenekleri önem taşımaktadır (147).

Bazı araştırmalarda ısı artışındaki faktörlerin, bıçağın tipine ve boyuna (148), temas süresine, tork ve frezlerin abraziv özelliklerine (149); bir diğerk araştırmada ise uygulanan basınca ve yapıştırıcı artıklarının miktarına bağılı olduğu belirtilmiştir (150).

Schuchard (151) ve Sato (152), temizleme sırasında meydana gelebilecek ısı artışlarının dişin sert dokularında yapısal değışikliklere sebep olabileceği gibi pulpal dokulara da zarar verebileceğini belirtmişlerdir.

Frezlerle yapıştırıcı artıklarının uzaklaştırılmasında, ısı artışını kontrol altında tutmak için hava su spreyi şeklinde kullanılan soğutma sistemlerinin yardımcı olduğu bildirilmiştir (153-155).

Yapılan çalışma sonucunda aynı zamanda, 5,5⁰C üzerindeki artışların %40'ının tamamen nekrozla sonuçlandığını, 11,1⁰C üzerindeki artışların ise tamamının tam bir nekroza, 3,8⁰C'ye kadar %80 oranında güvenli olduğu belirtilmiştir (156).

2.5.4.3. Abraziv Diskler ve Cila Lastikleri

Abraziv diskler, yüzeyinde aşındırıcı partiküller bulunan şerit şeklinde bitirme ve polisaj frezleridir. Bu diskler etrafındaki ince abraziv tabakaları sayesinde etkinlik sağlar. Genellikle tek kullanımlıktır. Abraziv özelliği

çoğunlukla yüzeydeki alüminyum oksit partikülleri ile sağlanır. Bunun haricinde silikon karbid, kuvars, zımpara taşı ve lal taşı da kullanılır (39).

Cila lastikleri, farklı gren, model, boyut ve setlikte olabilen, abraziv özelliğini yapısında ihtiva ettiği silikon karbid, alüminyum oksit, elmas, silikon dioksit veya zirkonyum oksit ile sağlayan bitirme frezleridir. Bu frezler, düşük devirde kullanılırlar. Her firma disklerde olduğu gibi değişik özellikler sunarak kendi lastiğini piyasaya sürmüştür (39).

Yapıştırıcı artıklarının temizlenmesinin incelediği çalışmada düşük hızlı tungsten karbid frezi, yüksek tungsten karbid frezler (6.36 ± 0.99 sn) ile temizleme olduğu, ancak mineye en fazla (3.1 ± 1.45) zararı da bu yöntemin verdiği bildirilmiştir. Sof-lex diskler (28.4 ± 3.01 sn) ile yapıştırıcı artıkları en uzun sürede temizlenmiştir. Bu disklerle düzgün bir yüzey elde edilmiş ise de mine yüzeyinde çok sayıda artık kalmıştır. Sonuç olarak, en güvenilir yöntemin su soğutmalı düşük hızlı tungsten karbid frezler ile yapılan temizleme olduğu vurgulanmıştır (157).

Osorio ve ark. (52) çalışmalarında, mine yüzeyindeki yapıştırıcı artıklarını temizlemek amacıyla, düşük ve yüksek devirde 12-bıçaklı tungsten karbid frezi, düşük devirde Sof-lex diskleri, düşük devirde Enhance kompozit bitirme disklerini, düşük ve yüksek devirde arkansas taşı ve son grupta ise Enhance kompozit bitirme diskleriyle beraber polisaj disklerini kullanmışlardır. Çalışmalarının sonucunda en pürüzsüz mine yüzeyi, Enhance kompozit bitirme diskleriyle beraber Enhance polisaj lastiklerinin kullanıldığı grupta bulunmuştur. Yüzey pürüzlülüğü açısından düşük ve yüksek devirde uygulanan tungsten karbid frez grupları arasında fark bulunmamıştır. Araştırmacılar, hangi yöntem kullanılırsa kullanılsın adezivin tam olarak temizlenmesinin mineye zarar vermeden olmayacağını belirtmişlerdir.

Campbell (10) yaptığı çalışmasında, benzer şekilde braketlerin sökümü ve yapıştırıcı artıklarının temizlenmesi aşamalarında mine yüzeyinde istenmeyen hasarların oluşabileceğini belirtmiştir. Bu hasarı önlemek için yapılması gereken işlemleri dört basit basamakta anlatmıştır;

- Braketlerin sökümünden sonra diş yüzeyleri, yüksek devirde tungsten karbid frezlerin tek yönde uygulanmasıyla temizlenmeli, bu aşamada mine yüzeyine temas etmemeye özen gösterilmeli,
- Mine yüzeyindeki büyük skarları kaldırmak için, Enhance kompozit bitirme diskleri kullanılmalı,
- Mine yüzeyine su ile karıştırılmış pomza, düşük devirde uygulanan Enhance polisaj lastikleriyle uygulanmalı,
- Son olarak da, alüminyum oksit partikülleri içeren kahverengi ve yeşil lastikler düşük devirde kullanılarak son parlaklık sağlanmalıdır.

2.5.4.4. Güçlendirilmiş Kompozit Frezler

Son zamanlarda güçlendirilmiş kompozit frezler, mine yüzeyindeki artık yapıştırıcının temizlenmesinde kullanılmaktadır. Bunlar, 40 µm boyutunda alüminyum oksit partikülleriyle güçlendirilmiş polimer kaideli frezler ile zirkon partikülleriyle güçlendirilmiş cam fiber kompozit frezlerdir. Bu frezlerin mine yüzeyi için minimum abrazyon olduğu iddia edilmektedir. Fakat ilerleyen yıllarda daha çok çalışma yapılması gerektiği vurgulanmaktadır (140).

Yapılan bir araştırmada fiberle güçlendirilmiş kompozit frezler ile düşük devirde uygulanan 8-bıçaklı tungsten karbid frezler yüzey pürüzlülüğü açısından kıyaslanmıştır. Sonuç olarak, kompozit frezler ile yüzeyi temizlemek daha uzun sürse de, tungsten karbid frezlere göre daha pürüzsüz yüzeyler elde edildiği belirtilmiştir (125).

Yapılan başka bir çalışmada, tungsten karbid frezler ile mine yüzeyinin temizlenmesinin ardından cam fiber frezler ile polisaj yapılmasının yüzey pürüzlülüğünü elimine ettiği gösterilmiştir (134).

Başkent Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi'nde Boncuk'un (39) tez çalışmasında braket sökümü sonrasında kalan yapıştırıcı artıklarını güçlendirilmiş kompozit frez ve tungsten karbid frez ile temizlenmesinden sonra, mine yüzeylerinde oluşan renk değişikliklerini *in-vitro* olarak

incelemişlerdir. Sonuçta renk değişikliği tungsten karbid frez grubunda, güçlendirilmiş kompozit frez grubuna göre daha fazla bulunmuştur.

Başka bir çalışmada, artıkların temizlenmesi için kullanılan tungsten karbid frez, güçlendirilmiş kompozit frez ve pensin renk değişikliği üzerine etkisi incelenmiştir. Güçlendirilmiş kompozit frezler ile yapıştırıcı artıkları temizlendiğinde ortodontik tedaviyle görülen renk değişikliğinin daha az (1.34 ± 3.71) olacağı belirtilmiştir (38).

2.5.5. Lazer Uygulamaları

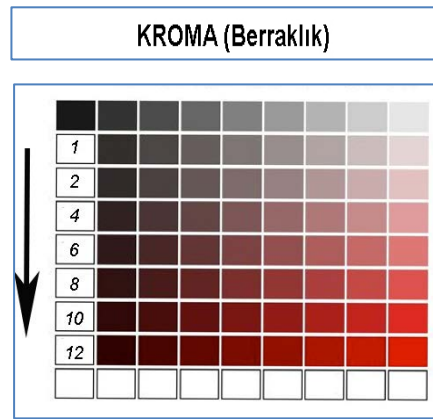
Son yıllarda mine yüzeyinde kalan yapıştırıcı artıklarının, Nd:YAG lazer, CO₂ lazer veya Er:YAG lazer uygulamaları ile temizlenebildiği gösterilmiştir (135,136).

2.6 Diş Hekimliğinde Işık ve Renk

Işık, görünür bir elektromanyetik enerji olarak, dalga boyu nanometreler yardımıyla tanımlanır. Güneş ışığı bir prizma içinden aktarıldığı zaman parlak renkli şeritler halinde ayrılır. Birbirinden ayrılan bu ışınlar bir mercek yardımıyla birbirlerine yaklaştırıldığında beyaz ışık elde edilmektedir. Işık spektrumundaki üç temel renk yeşil, kırmızı ve mavi-mor iken; ışık geçirmeyen opak pigmentlerin temel renkleri sarı, kırmızı ve mavidir (158,159). Renk temel olarak, bir maddeden geçen ve geriye yansıyan ışık dalgalarının görülebilir etkisidir.

Işık kaynaklarının renk kalitesi, sağladıkları ışığın renk sıcaklık derecesi ile adlandırılır. Renk sıcaklık derecesinin birimi Kelvin'dir. Kelvin, mutlak sıfırdan başlayarak sıcaklığın santigrad birimine göre ölçü derecesidir. Gün ışığının renk sıcaklığı mavi bir gökyüzünde, 1000°K'den 20.000°K'e kadar değişebilir (160).

Kroma (doygunluk, berraklık): Bir rengin saflığını veya doygunluğunu belirtir. Başka bir deyişle tonun saflık miktarını göstererek, canlılığını ya da yoğunluğunu anlatır (1). Birim alanda renk miktarı olarak tanımlanır. Mesela, bazı dişler aynı renk çeşidine (hue) sahip olmasına rağmen daha sarı görünebilir (164). Aynı sarı renk olmasına karşın miktarı fazla olduğundan daha baskın bir görünüm oluşur. Buna göre kroma, renk içerisindeki hue miktarını ifade eder.

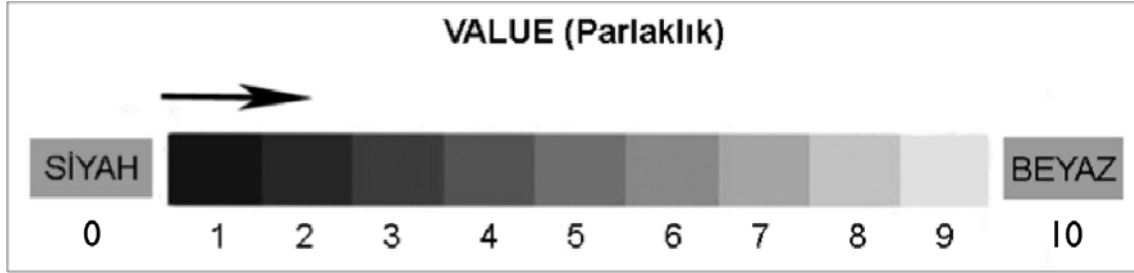


Şekil 2.2. Munsell sistemi, Kroma (166).

Rengin belirlenmesinde ilk olarak parlaklık belirlenir. Sonra rengin doygunluğu belirlenir. Rengin doygunluğu, rengin bulunduğu yer ile parlaklığı birbirine bağlayan bölgedir. Bu sistemde en son tonlar belirlenir. Rengin parlaklığı merkezi dikey eksendir. Rengi üç boyutlu olarak tanımlamak için kullanılan Munsell sisteminde tonlar 5 temel (kırmızı, yeşil, sarı, mavi ve mor) ve 10 ara renge ayrılır. Value, beyazdan siyaha doğru 11 derecede tanımlanırken, doygunluk ise 15 seviyede gösterilmektedir (Şekil 2.2) (166,167).

Value (parlaklık): Saf siyahtan saf beyazlığa olan aralıkta rengin koyuluğunu/açıklığını ifade eder ve hiçbir ton içermez. Parlaklık olarak da açıklanabilen bu özellik, sadece siyahlık ve beyazlığın derecesi olarak kabul edilir. Siyah düşük değer, beyaz yüksek değerdir. Siyah 0 ise beyaz 10 olarak kabul edilir (167).

Aydınlık değeri düşük bir diğ gri ve cansız olarak görüntü verirken, aydınlık değeri yüksek olan bir restorasyon ilk olarak tebeşirimsi ve açık bir görüntü verir. Bir rengin aydınlık değerini düşürmek için gri ve siyah, yükseltmek için ise beyaz renk eklenir. Ayrıca tamamlayıcı, renge eklendiğinde ve renkler eşit miktarda karıştırıldığında value değeri azalmaktadır (Şekil 2.3) (166).



Şekil 2.3. Munsell sistemi, Value (166).

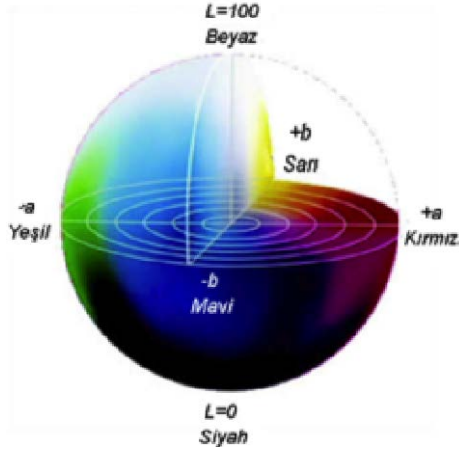
2.6.2 CIE L*a*b* Renk Sistemleri

Munsell'den sonra 1931 yılında uluslararası bir kuruluş olan Commission de l' Eclairage (CIE) ışık ve renk üzerine araştırma yapıp, XYZ tristimulus değerlerini tanımlanmıştır. Bu değerler insan gözünün retinasında yer alan temel 3 renge duyarlı (X=kırmızı, Y=yeşil, Z=mavi) sensörlerle yapılan sistemdir. Bugün yaygın olarak kullanılan CIE L*a*b* renk sistemi 1976 yılında oluşturulmuştur (160). Bu sistemde rengin değerlendirilmesi insan gözünün renk algılamasının fizyolojik özellikleri ile bağlantılıdır. Renk uzayındaki eşit mesafeleri, hemen hemen eşit algılanan dereceler şeklinde temsil edilir. CIE L*a*b* renk sistemi bu nedenle Munsell renk sistemine göre daha avantajlıdır (168,169).

CIE renk sisteminde L*, a* ve b* olmak üzere üç parametre kullanılır. Tüm renkler, üç eksenle kesişerek, bir küre oluşturur (Şekil 2.4) (170,171).

L*: Aydınlık (Saf siyah sıfır değeri L iken, saf beyazın değeri ise 100'dür).

- +a* : kırmızı yön
- a* : yeşil yön
- +b* : sarı yön
- b* : mavi yönü tanımlar



Şekil 2.4. CIEL*a*b* renk sistemi (170,171).

İki renk arasındaki renk farklılığının belirlenmesinde aşağıdaki formülden yararlanılır (172). 'E' harfi Almanca'da duyum, algı anlamına gelen 'Empfindung' kelimesinin baş harfini temsil ederken, 'Δ' sembolü farklılığı belirtir (173).

$$\Delta E_{2-1} = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2} = [(L^*_2 - L^*_1)^2 + (a^*_2 - a^*_1)^2 + (b^*_2 - b^*_1)^2]^{1/2}$$

Formülde L_1^* , a_1^* , b_1^* test öncesi ilk renk değerlerini belirtirken, L_2^* , a_2^* , b_2^* ise test sonrası renk değerlerini belirtir (174).

ΔE renk farklılığı iken, ΔL^* , Δa^* ve Δb^* iki örneğin CIE L^* , a^* , b^* renk değişkenleri arasındaki farklardır. ΔE değerleri örneklerin zaman içindeki L^* , a^* , b^* koordinatlarındaki değişikliklerin miktarını matematiksel olarak ifade eder. Toplam renk değişiminin komponentlerinin ayrı ayrı incelenmesi, renk değişikliğinin yapısı ve yönünden çok toplam farkın miktarını belirttiği için daha değerli bilgiler verir (164). İnsan gözü bu renk farklılıklarını algılama

açısından sınırlıdır ve 1'in altındaki ΔE değerlerini algılayamamaktadır (175,176). 2 ile 3,7 arasındaki ΔE değerleri, renk farklılıklarının klinik olarak algılanabilir ama kabul edilebilir aralığını temsil etmektedir. Klinik koşullar altında 3,7 ve bundan daha büyük ΔE değerlerinin ise kabul edilemeyeceği bildirilmiştir (177). O'Brien'a (178) göre klinik renk toleransı aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Renk Farkı (ΔE)	Klinik Renk Eşleşmesi
0	Mükemmel
0.5-1	Çok iyi
1-2	İyi
2-3.5	Klinik olarak kabul edilebilir
3.5<	Uyumsuz

Tablo 2.1. O'Brien'in Klinik Renk Tolerans tablosu (178).

2.6.3 Işık ve Renk Terimleri

Opasite: Opasite, bir materyalin ışığı geçirmesini engelleme özelliğidir. Bir cisme gelen ışık tamamen absorbe ediliyorsa cisim siyah, gün ışığı kaynağından gelen ışığı tamamen yansıttığında renk beyaz görünür. Opak ise bir cismin ışığın bir kısmını absorbe ederken, kalanını yansıtmakta ve ışığı kendi içerisinden geçirmemektedir (179).

Metamerizm: Metamerizm, iki cismin belli bir aydınlatıcı altında farklı renkte görünürken, farklı ışık kaynakları altında aynı görünmesidir (159,180). Bu durum, spektral yansıma eğrilerinin farklı olmasının sonucudur (181). Işığın yoğunluğu ve cinsi rengin algılanmasında önemli rol oynamaktadır.

Pigmentasyon: Metal dışında bir cismin içinde bulunan ve rengi oluşturan partiküllere pigment, oluşan renklendirme işlemine de pigmentasyon denir (182).

Saydamlık: Saydamlık, bir cismin içinden ışığın tamamen geçmesidir. Bu materyalin arkasındaki cisim net olarak görünebilir (178).

Yarı Saydamlık: Yarı saydamlık, bir cismin 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 tersini belirtir. Örneğin; rezin kompozitlerde doldurucu partiküller ve hava kabarcıkları, ışık dağılıma merkezleri oluştururlar ve daha opak bir görüntü oluşur (178).

Işıma: Işıma, bir cismin x-ışınları veya ultraviyole gibi yüksek enerjili ışığa tutulması sonucunda etrafına ışık yaymasıdır; materyalin alabileceği ışık enerjisinden fazlasını alması sonucunda oluşur. Örneğin, insan dişine 365 nm dalga boyundaki ultraviyole ışık tutularak ışıma görülebilir (178).

Kırılma ve Yansıtma: Kırılma, ışın demetinin saydam tabaka içerisinden farklı hızlarda oblik şekilde geçerek ayrışmasıdır ve ışığın havadan cam veya su gibi saydam bir tabakaya geçmesiyle oluşur. Işık hiçbir zaman saydam veya yarı saydam bir cismin içinden tamamen geçmez, bir bölümü yüzeyinden yansır (179).

2.6.4 Renk Ölçüm Yöntemleri

2.6.4.1 Görsel Ölçüm

Bir çalışma için seçilen belli sayıda kişinin görme duyusundan yararlanılarak yapılan ölçüm yöntemidir. Ölçüm yapan kişiler, örneği Munsell renk sistemine göre değerlendirirler. Buna göre sırasıyla; "value" değeri beyaz=10, siyah=0 arasında, "kroma" değeri akromatik veya gri=0, yüksek oranda doymuş renk=18 arasında, en son "hue" değeri standart skala yardımıyla temel 10 çeşit renk içinde seçilerek ölçüm yapılır (162).

Görsel ölçüm için daha basit yöntemler de vardır. Ölçüm yapan kişi,

örnekleri birbirleriyle karşılaştırarak, birbirine göre pigment miktarı veya renk tonu bakımından sıralama yapar (176,183). Başka bir yöntem de kişinin belli bir renk skalası yardımıyla kıyaslayarak ölçüm yapmasıdır (176,184,185). Skalalar ekonomik oluşu ve kullanım kolaylığından dolayı günümüzde sıklıkla kullanılmaktadır, ancak ticari renk skalalarının hiçbirisi birbiriyle eşdeğer değildir (186).

Görsel ölçüm sıkça kullanılmasına rağmen bir çok nedenden dolayı hataya da sebep olabilmektedir. Bunlar; ortam koşulları (aydınlatma tipi, ağız ortamının kuruluğu veya ıslaklığı, metamerizm), skalaya bağlı etkenler (kıyas yapılacak skalanın güvenilirliği), kişiye bağlı etkenlerdir (psikolojik durum, yaş, görme kusurları, göze bağlı renk ayırt etme kusurları) (164,172).

2.6.4.2 Cihaz ile Ölçüm

Dental materyallerin renk ölçümleri, görsel olarak yapılmasının yanında, daha güvenilir bir yöntem olan kolorimetre veya spektrofotometre gibi cihazlarla detaylı olarak incelenebilir (187). Renk ölçümünde kullanılan aletlerin diş hekimliğinde kullanımı, ilk olarak endüstriyel alanda kalite kontrol işlemlerinde kullanılmak üzere insan görme duyusunu taklit ederek ve rengin değişik boyutlarını matematiksel olarak belirten aletlerin üretilmesiyle başlamıştır (162).

Cihaz kullanarak yapılan ölçümde hataya sebep olabilecek etkenler cihazın yanlış kullanımı ve kalibrasyonun hatalı yapılmasından kaynaklanır (164).

Bu amaçla kullanılan cihazlar:

- 1) Dijital kamera
- 2) Kolorimetre
- 3) Spektrofotometre
- 4) Spektroradyometredir.

2.6.4.2.1 Dijital Kamera

Renk ölçümünde dijital kameraların kullanımı günden güne yaygınlaşmaktadır. Dijital kameranın en olumlu özelliği cisim üzerindeki bir nokta veya bölgenin değil de tüm cismin renginin ölçülmesidir. Bu sistemde dışların görüntüleri dijital fotoğraf makinesi ile elde edildikten sonra, sonuçlar bilgisayar programları aracılığıyla "CieL*a*b*" değerlerine göre değerlendirilmektedir (1,188). Sistem dijital fotoğraf makinesi, bilgisayar, görüntüyü yakalayan bir sürücü yazılımı, renk sensörü ve bilgisayar programında oluşmaktadır (189).

2.6.4.2.2 Kolorimetre

Kolorimetreler, sabit ışık kaynağı ve belirli bir görme açısı kullanılarak renk ölçümü yapabilen, rengin sadece sayısal değerlerini ölçebilen sistemlerdir. İnsan gözü retinasında olduğu gibi üç farklı sensör içerirler. Ekonomik ve kullanım kolaylığı açısından spektrofotometre ve spektroradyometreye kıyasla daha avantajlıdır. Ağız içinde kullanımı için özel başlık ve uçlar eklenmelidir. Tek bir ışık kaynağı ve açı altında ölçüm yapabilmeleri ve ölçüm tekrarlanabilirlik özelliklerinden dolayı zamanla kaybedilmesi ise bu aletlerin dezavantajlarıdır (189).

2.6.4.2.3 Spektrofotometre

Yüzeyin renk ölçümünde en yaygın olarak kullanılan aletlerdir. Örnekten yansıyan ışığın beyaz bir yüzeyden yansıyan ışığa olan oranını ölçerler (178). Spektrofotometreleri çok sayıda sensör içermelerinden dolayı insan gözünün ayırt edemediği renk farklılıklarını da tespit edebilmektedirler. Ayrıca birden fazla ışık kaynağı ile ölçüm yapabilmelerinden dolayı metamerizmi ayırt edebilirler. Renk tarif edilmesi ve kalite kontrolünde kullanılırlar. Spektrofotometrelerin uzun süre doğru ve standartlara uygun sonuçlar vermesinden dolayı bu aletler renk ölçümünde tercih edilmektedir. (1,162,179,189).

2.6.4.2.4 Spektrometre

Spektrometreler radyometrik değerlerin ölçümünde kullanılırlar. Tele-spektrometreler genelde renk reproduksiyonu işlemlerinde kullanılırlar. Bu aletlerin en önemli özelliği ölçüm sonuçlarını gerçek görüş şartlarında gerçekleştirebilmeleridir. Fakat kullanım hassasiyeti ve ölçüm açısındaki ufak değişikliklerin bile sonuçlarda büyük sapmalara neden olması bu aletlerin dezavantajlarıdır (189).

2.6.5 Dişlerin Renk Özellikleri

Diş rengi, dişlerin optik özelliklerinin bir kombinasyonudur. Işık diş ile karşılaştığında etkileşimleri sonucu; ışığın diş geçmesi, dokularda absorpsiyon, yüzeyde yansımaları ve ışığın dağılması gibi dört farklı durum gözlenir. Diş rengi, dağılan ışığın hacmi ile belirlenir (191).

Dişlerin görünümü, pulpa, mine ve dentinden oluşan diş dokularının ışığı absorbe edebilme ve yansıtma özelliğine bağlı olarak değişebilmektedir. Doğal diş rengi temel olarak dentin tarafından belirlenmesine rağmen, minenin rengi, kalınlığı ve saydamlığı da diş renginin belirlenmesine etkili olmaktadır (192).

Yeni sürmüş dişte mine tabakası daha fazla organik komponente sahip, mine kristalleri arasındaki mesafe fazla, fakat daha az mineralizedir. Bundan dolayı genç diş çok opakdır. Zamanla mine tabakası aşınarak incelmesiyle dentin daha belirgin hale gelir. Minenin kalınlığı doğal olarak kesici kenarda en fazla, kole bölgesinde en azdır. Bu nedenle, alttan dentinin yansımaları ile kole bölgesinde renk yoğunluğu en fazlayken, kesici kenara doğru azalmaktadır (159).

2.6.6 Renklenmenin Etyolojisi

2.6.6.1 Diş Renklenmesi

Diş renklenmelerinin nedenleri dış veya iç kökenli olabilmektedir (180,193).

Diş kökenli renklenmeler indirekt ve direkt olmak üzere iki gruba ayrılır. Diş yüzeyi ile kimyasal ilişkiye girerek renklenmeye neden olan bileşikler indirekt dış kökenli renklenmelere neden olurken, pelikül ile birleşerek kendi renklerinin görünmesine sebep olan kromojenik bileşikler direkt dış kökenli renklenmelere neden olurlar (180). İndirekt dış kökenli renklenmeler metal tuzlar ve katyonik antiseptikler ile ilişkilidir. Bu ajanlar genellikle renksizdir veya renkleri diş yüzeyinde oluşan renkten farklıdır. Direkt renklenmelere neden olan kahve, çay, tütün ürünleri gibi çeşitli yiyecek ve içeceklerle ağız ortamına alınırlar ve pelikula tutunan organik kromojenlerin rengine bağlı olarak da diş rengi değişime uğramaktadır (194-196).

Diş kökenli renklenmelerin bir diğer sınıflaması ise metalik renklenmeler ve metalik olmayan renklenmelerdir. Demir içeren ürünleri kullanan bireylerde siyah renklenmeler metalik dış kökenli renklenmeler olarak karşımıza çıkar. Metalik olmayan dış kökenli renklenmeler ise pelikül veya plak tarafından absorbe edilir. Muhtemel etyolojik ajanlar sigara, içecekler, diyet ürünleri, klorheksidin içeren gargaraların uzun süre kullanımı ve bazı ilaçlardır (197).

İç kökenli renklenmeler, kalıtsal ve metabolik hastalıklar gibi sistemik ve lokal nedenlerden oluşmaktadır ve dış kökenli renklenmelere nazaran ortadan kaldırılmaları daha zordur. İç kökenli renklenmeler dişlerin gelişimi sırasında, diş sert dokularının kalınlıklarındaki veya yapısal kompozisyonlarındaki değişimler sonucunda oluşurlar ve diş dokusunun ışığı geçirme özelliklerini değiştirirler. Okronozis, hemolitik anemiler, porfiri, endemik fluorozis, amelogenesis imperfekta, dentogenesis imperfekta, tetrasiklin renklenmeleri bu duruma örnek gösterilebilir (192,198,199).

2.6.6.2 Kompozit Rezinin Renklenmesi

Diş yüzeyindeki kompozitin renklenmesi de dışsal ve içsel olarak iki grupta incelenebilir.

İçsel renklenme, kompozit rezinin rengine bağlı olarak kendiliğinden oluşan fiziko-kimyasal bir reaksiyondur. İçsel renklenmelerin en büyük sebebi, ışıkla sertleşen kompozit rezinlerde başlatıcı olarak tersiyer aromatik amin kullanıldığında, arta kalan aminlerin oksidasyonudur ve hue değerinin beyazdan sarı renge dönüşümü sonucunda renklenme meydana gelmektedir. Doldurucunun kompozisyonu, miktarı, matriks yapısı, ilave ve başlangıç komponentleri, bağlayıcı ajan rengini etkileyen diğer faktörlerdir (200).

Dışsal renklenme ise daha çok renk pigmentleri ve plağın kompozit rezinin yüzeyine birikmesi sonucunda oluşan renklenmelerdir (200). Aynı zamanda yüzeyin pürüzlülüğü ve restoratif materyalin cilası da dışsal renklenmede etkilidir (201). Bazı çalışmalar yüzey pürüzlülüğünün renklenmeye doğrudan etkisi olmadığını (195); bazı araştırmalar ise doğrudan bağlantı olduğunu belirtmektedir (200,202).

2.6.7 Ortodontide Renk

Adeziv rezin uzantılarının mine prizmalarının 30 µm - 50 µm derinliğine kadar girebildiği (32), bu rezin uzantılarının zaman içinde renk değişikliklerinin estetik açıdan olumsuz görünüme neden olabildiği belirtilmiştir (16,34-36). Hastaların estetik nedenlerden dolayı ortodontik tedaviyi istemeleri göz önüne alındığında, literatürde ortodontik tedaviler ile dişlerdeki renk değişikliği arasında yayınlanmış çok az sayıda çalışma mevcuttur (30,34,35,134,203). Bazı çalışmalarda ise ortodontide kullanılan adezivlerden disk şeklinde preparatlar hazırlanarak renk değişikliği durumları incelenmiştir (114,204,205). Ortodontide kullanılan adeziv rezinlerin renginin diş rengine benzer olmasından dolayı mine prizmaları arasında kalan rezin uzantılarının yeterince temizlenememesi dişlerde renk değişikliğine sebep olmaktadır

(2,206). Araştırmacılar, renk farkını kolaylıkla belirlemek için mine yüzeyinde daha az prizmalara penetre olan, böylece daha az adeziv kalıntısına neden olan SEP yönteminin kullanılmasını (30), adeziv materyallerin içine floresan madde ilave edilmesini (207) ve braketlerin sökümü sonrasında çok iyi temizlik ve cilalama yapılmasını önermektedirler.

Farklı iki adeziv sistem (Unite [3M Unitek, Monrovia, CA, USA] ve rezin modifiye cam iyonomer adezivi GC Fuji Ortho [GC Corp, Tokyo, Japan]) ile yapılan braketlemenin, mine yüzeyinde meydana gelen renk değişiklikleri üzerine etkisini *in-vitro* olarak inceleyen bir çalışmada 30 adet çekilmiş premolar diş kullanılmıştır. Dişlerin başlangıç renk değerleri kolorimetre ile ölçülmüştür. 15 diş Unite ile yapıştırılmadan önce %37'lik ortofosforik asit ile pürüzlendirilmiş, GC Fuji Ortho ile braketlenen dişlere ise kullanıcı talimatına göre herhangi bir pürüzlendirme işlemi yapılmamıştır. Braketlerin yapıştırılmasından 48 saat sonra söküm pensi ile söküm yapılmış, yapıştırıcı artıkları 12- ve 30 bıçaklı tungsten karbid frez ile temizlenmiş ve söküm sonrası renk ölçümü yapılmıştır. Tüm dişlere 24 saat boyunca Suntest CPS plus (Geluhausen, Germany) cihazı ile 30 gün güneş ışığının yaydığı radyasyona eşdeğer olan ultraviyole ışınıyla hızlı yaşlandırma işlemi uygulanmıştır. Dişlerin renkleri son kez ölçülmüş ve ΔE değerleri hesaplanmıştır. En fazla renk değişikliğinin her iki adeziv sisteminde de başlangıç ve debonding sonrasında olduğu görülmüştür. Mine yüzeyi pürüzlendirmesi yapılan ve yapılmayan gruplar arasında ΔE değerleri açısından fark bulunmamış, bu durum söküm ve yapıştırıcı artıklarının temizlenmesinin, mine pürüzlendirme yöntemlerinden daha invaziv olduğu görüşü ile açıklanmıştır (114).

Eliades ve ark. (146) 2004 yılında yaptıkları *in-vitro* çalışmada, ışıkla ve kimyasal sertleşen beş farklı ortodontik adezivlerden hazırladıkları 60 adet disk üzerinde hızlı yaşlandırma uygulandığında meydana gelen içsel renk değişikliğini incelemiştir. Tüm adezivlerde renk değişikliği meydana geldiği, bazılarında fark edilebilir sınırın aşıldığı ifade edilmiştir. Ancak çalışmadaki hızlı yaşlandırma etkisinin ağız ortamını bire bir taklit etmediğini, dışsal

renklenmeden yararlanılmadığı için, sonucun materyallerin renklenme durumlarını açıklamak için yeterli olmadığını bildirmişlerdir.

Faltermeier ve ark. (204) mine yüzeyine penetre olan rezin uzantılarının braket sökümü sonrasında renk değişikliğine olan etkisini incelemek için dört adet farklı ortodontik adezivlerden 200 adet disk hazırlamışlardır. Disklere hızlandırılmış yaşlandırma testi uygulayıp, diskleri 72 saat boyunca çay, kola ve ketçap gibi renklendirici ajanların içinde bekletmişlerdir. Renk ölçümleri spektrofotometre ile yapılmıştır. Sonuç olarak en çok renk değişikliği çay solüsyonunda gerçekleşmiştir ve tüm gruplarda içsel ve dışsal renklenme gözlenmiştir.

Trakyalı ve ark.'nın (134) 2009 yılında yaptıkları *in-vitro* çalışmada, 75 adet premolar diş üzerinde, beş farklı ortodontik adezivin hızlı yaşlandırma uygulaması sonrasında renk değişikliği incelenmiştir. Tüm dişler %38'lik ortofosforik asit ile pürüzlendirilmiş, seramik braketler Transbond XT (3M Unitek, Monrovia, Calif), Eagle Bond (American Orthodontics, Wisconsin, USA), Light Bond (Reliance Orthodontic Products Inc, Illinois, USA), Blugloo (Ormco Corp, Glendora, Calif) ve Unite (3M Unitek, Monrovia, CA, USA) ile yapıştırılmıştır. Braketleme öncesinde, tungsten karbid frez ile söküm sonrasında, Stainbuster (Abrasive Technology, Inc, Lewis Center, Ohio, USA) ile cila sonrasında ve yaşlandırmadan sonra renk ölçümü Vita Easyshade spektrofotometresi (Vita Zahnfabrik, H.Rauter GmbH&Co, Germany) ile yapılmıştır. Tüm ΔL değerleri 2.0'ın altında bulunmuştur. Başlangıç ile söküm sonrasındaki ΔE değerleri Transbond XT, Eagle Bond ve Light bond gruplarında artmış; en yüksek ΔE değeri ise Transbond XT grubunda görülmüştür. Hızlı yaşlandırma işleminin ortodontik yapıştırma sistemlerinin renk değişikliğine etkisi klinik olarak gözlenmemiştir. Stainbuster ile cila işleminin mine yüzeyindeki pürüzlülüğü azalttığı, böylece ışık yansımada artış meydana geldiği düşünülmektedir.

Jahanbin ve ark.'nın (203) yaptıkları *in-vitro* çalışmada, farklı beş ortodontik adezivin diş renk değişikliğine etkisi değerlendirilmiştir. Dişlerin bukkal ve palatinal yüzeylerinin uzun aksları belirlenmiş ve her dişin palatinal

yüzeyinin orta noktasına ve her dışın bukkal yüzeyinin orta noktasının 3 mm mezyaline emniyet deliği açılmıştır. Bu işaretler sayesinde her diş aynı noktadan ölçülmüştür. Dişlerin bukkal yüzeylerine braket yapıştırılmış, palatinal yüzeyleri ise kontrol grubu olarak incelenmiştir. Dişler bir hafta boyunca oda ısısında çay-kahve solüsyonunda bekletilmiştir. Braketlerin sökümü için söküm pensi, adezivlerin temizliği için ise 12 ve 30 bıçaklı tungsten karbid frez kullanılmıştır. Dişlerin renkleri başlangıç, braket sökümü sonrasında ve cilalama sonrasında kalorimetre ile ölçülmüştür. Kalorimetrenin ölçüm ucuna uygun boyutta bir kapak hazırlanmış ve ölçüm işleminde standardizasyon sağlanmıştır. Sonuç olarak, beş adeziv grup arasında ΔE değerleri açısından başlangıç-braket sökümü ve başlangıç-cilalama sonrasında fark bulunmamıştır. Bukkal yüzeylerde başlangıç- braket sökümü ile başlangıç- cilalama arasında ve bukkal ile palatinal yüzeyler arasında başlangıç- braket sökümü sonrasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur. Ancak istatistiksel anlamlılığa rağmen, renk değişikliği bir çok gözlemci tarafından fark edilememiştir. Araştırmacılar, adeziv tiplerinin ve uygulama şekillerinin, minenin renklenmesi üzerine etkisinin olmadığını; renk değişikliğinin, renklendirici ajanların rezin uzantılarına değil, minenin yapısına çekilmesi ile oluştuğunu bildirmişlerdir.

Çörekçi ve ark.'nın (205) 2010 yılında yaptıkları *in-vitro* çalışmada, altı adet ortodontik adeziv kullanılarak 60 adet silindir örnek hazırlanmıştır. Adeziv örnekleri beş farklı renk solüsyonu içinde bekletilmiş ve renk ölçümleri Vita Easyshade cihazı (Vita Zahnfabrik, H.Rauter GmbH&Co, Germany) ile yapılmıştır. Adeziv materyallerin, boyayıcı ajanların ve birbirleriyle etkileşiminin renk değişikliğinde rol oynadığı ve estetik açıdan, ortodontide kullanılan adeziv materyallerin renk değişikliğinin, hastaların hoşnutsuzluğuna neden olacağı sonucuna varılmıştır. Ortodontik kompozitlerin renklenmesinin kompleks bir durum olduğu, kompozitin içeriğindeki inorganik doldurucuların, monomer tipinin, polimerizasyon derecesi ve başka birçok faktörün bu durumu etkilediği bildirilmiştir.

Karamouzos ve ark.'nın (34) 26 birey ile yaptıkları *in-vivo* çalışmada ortodontik tedavinin diş renk değişikliğine etkisi değerlendirilmiştir. Bireylerin

yarısı kimyasal, diğer yarısı ışıkla sertleşen adezivler kullanılarak braketlenmişlerdir. Ortalama tedavi süresi 18-26 ay olup, bireylere bu süre boyunca her gün floridli diş macunu ile dişlerini fırçalamaları ve klorheksidin (CHX) gargara kullanılmaması söylenmiştir. Sabit ortodontik tedavi öncesi, braket sökümü ve temizliği sonrası dişlerin CIEL*a*b* renk parametreleri ve birbirlerine göre farkları spektrofotometre ile ölçülmüştür. Ortodontik tedavinin renk parametrelerindeki değişim ile ilgisi olduğu sonucuna varılmıştır. Tedavinin sonunda L* değerinin azaldığı, a* ve b* değerlerinin arttığı gözlenmiştir. Tüm dişlerin ΔE değerinin istatistiksel olarak anlamlı değişim gösterdiği, bu değerlerin ortalama 2.12- 3.16 olduğu ve kimyasal sertleşen adezivin ışıkla sertleşene göre daha fazla renk değişikliğine neden olduğu bulunmuştur. Mine yüzeyindeki rezin kalıntılarının renk değişikliğinin yanı sıra, ortodontik kuvvet sonucu gingival ve pulpa dokusundaki vasküler sistemin etkilendiği, kan akımındaki değişimlerin ve tükürüğün diş hidrasyonundaki etkisinin de diş rengini değiştirebileceği, bunun da ancak *in-vivo* koşullarda belirlenebileceği vurgulanmıştır.

Joo ve ark.'nın (30) 2011 yılında yaptıkları *in-vitro* çalışmada, 135 adet küçük azı dişi üzerinde geleneksel asitleme ve SEP yöntemlerinin söküm ve cilalama sonrası renk değişikliği hassasiyetleri, dört farklı marka adeziv kullanılarak değerlendirilmiştir. Braketlenmeyen dişler kontrol grubu olarak kullanılmıştır. Çekilmiş dişlerin kuronları köklerinden ayrılarak akrilik rezin blokların ortasına vestibül yüzeyleri yukarı bakacak şekilde gömülmüştür. Tedavi öncesinde dişler florid içermeyen pomza ve lastik ile 10 saniye boyunca cilalanmıştır. % 32 ortofosforik asit (UNI-ETCH, Bisco, Schaumburg III) kullanılan geleneksel asit sisteminde Transbond XT primer ile adezivi (3M Unitek, Monrovia, Calif) ve Ortho Solo primeri ile Blugloo adezivi (Ormco Corp, Glendora, Calif), SEP sisteminde ise Transbond Plus SEP (3M Unitek, Monrovia, Calif) ve Prompt L-Pop (3M Espe, Seefeld, Germany) ile Transbond XT adesivi (3M Unitek, Monrovia, Calif) kullanılmıştır. Tüm dişlerin yüzeyleri tedavi öncesi, braket sökümü ve yapıştırıcı artıklarının temizlenmesi sonrası 3D profilometre ile taranmıştır. Dişler bir saat boyunca %0,5 metilen mavisi solüsyonu ile renklendirilmiş; dişlerin başlangıç, söküm sonrası, temizleme ve cilalama sonrası renk değişikliği değerleri spektrofotometre ile

ölçülmüştür. CIEL*a*b* parametreleri ve ΔE değerleri hesaplanmıştır. Sonuç olarak, braketlerin sökümü sonrasında diş yüzeyinde kalan adeziv miktarı geleneksel olarak asitlenen grupta, SEP grubuna göre daha fazla bulunmuştur. Tüm dişlerin L*, a* ve b* değerleri azalmıştır. Yapıştırıcı artıkları yalnızca tungsten karbid frez ile temizlendiğinde, SEP ile pürüzlendirilen dişlerdeki renk değişikliği artışı, geleneksel olarak asitlenen gruba göre istatistiksel olarak anlamlı bulunurken, temizlik sonrası cila yapıldığında asitleme ve SEP arasında herhangi bir fark gözlenmemiştir.

Gönül (31) 2011 yılında yaptığı *in-vitro* tez çalışmasında, 315 adet insan dişi kullanılarak, üç farklı mine pürüzlendirme yöntemiyle oluşabilecek renk değişiklikleri değerlendirilmiştir. Dişler pürüzlendirme yöntemlerine göre % 37 ortofosforik asit, SEP ve ER:YAG lazer olmak üzere üç çalışma grubuna ayrılmıştır. Her grubun kahve, % 0,02 CHX içeren gargara ve distile suda bekletilen 3 alt grubu bulunmaktadır. Mine pürüzlendirilmesi yapılmayan kontrol grubu dışındaki tüm dişlere ışıkla sertleşen Transbond XT ile metal braketler yapıştırılmıştır. Grupların yarısı renk solüsyonunda braketli olarak, diğer yarısı braketleri yan kesici pensi ile sökülmüş, yapıştırıcı artıkları 8-bıçaklı tungsten karbid ile temizlenmiş ve Sof-lex disklerle cilalanmış olarak bekletilmiştir. Son olarak tüm gruplara % 15'lik karbamid peroksit içeren ev tipi beyazlatma ajanı günde 6 saat olacak şekilde, iki hafta boyunca, oda ısısında uygulanmıştır. Başlangıç, braket sökümü, renklendirme ve beyazlatma sonrası diş rengi ölçümleri spektrofotometre ile yapılmıştır. Elde edilen L, a ve b değerleri CIE L*a*b* cinsinden kayıt edilerek ΔE değerleri hesaplanmıştır. Çalışma sonucunda elde edilen bulgulara göre, asit, SEP ve lazer yöntemleri ile pürüzlendirilip braketlenen ve herhangi bir renklendirme işlemi görmeden braketleri sökülüp yapıştırıcı artıkları temizlenip cilanan dişlerin, renk değişikliği açısından klinik olarak eşik değeri ($\Delta E < 3,7$) aşmadığı ve pürüzlendirme yöntemleri açısından birbirlerine göre renklerinin farklı bulunmadığı tespit edilmiştir. Ortodontik tedavi sırasında renk değişikliğini temsil eden braketli olarak renklendirme solüsyonunda bekletilen dişlerin, ortodontik tedavi sonrasında renk değişikliğini temsil eden braketli sökülüp temizlenmiş olarak renklendirme solüsyonunda bekletilen dişlere göre daha az renk değişikliği olduğu gözlenmiştir. Dolayısıyla ortodontik tedavi

sonrasında oluşacak renk değişikliği klinik olarak daha anlamlıdır. Braketler sökülüp yapıştırıcı artıkları temizlendikten sonra yapılan renklendirmelerde, en fazla renk değişikliği kahve ile oluşmaktadır. Sonuç olarak, dişlerde mine pürüzlendirme yöntemlerinden bağımsız olarak kahve, CHX ve suya göre daha fazla renk değişikliği oluşturmuş ve daha sonra yapılan beyazlatma etkisi de daha az olmuştur. Asit ve SEP ile yapılan pürüzlendirmelerde benzer renk değişikliği değerleri gözlemlenirken, lazer ile yapılan pürüzlendirmelerin renk değişikliği ve beyazlatma değerlerinde tutarsız sonuçlara rastlanmıştır.

Boncuk (39) 2012 yılında yaptığı tez çalışmasında, üç farklı braket yapıştırma materyali kullanılarak braketleri yapıştırılan dişlerin, iki farklı frez ile yapılan bitim ve cila işlemlerinden sonra, mine yüzeylerinde oluşan renk değişikliklerini *in-vitro* olarak değerlendirmiştir. Çalışmada toplam 175 diş kullanılmıştır. Kontrol grubun dışındaki dişlere braket *total-etch* sistem, SEP ve rezin modifiye cam siman kullanılarak yapıştırılmıştır. Kontrol grubundaki dişlerle beraber braketleri yapıştırılan dişlere 24 saat hızlı yaşlandırma uygulanmıştır. Daha sonra braketler sökülerek diş yüzeylerinde kalan yapıştırıcı artıkları, tungsten karbid ve stainbuster frezler ile temizlenmiştir. Diş renkleri tedavi başında, söküm sonrasında ve ikinci yaşlandırma sonrası spektrofotometre ile ölçülmüş, CIE L*a*b* sistemine göre değerlendirme yapılmış ve ΔE değerleri hesaplanmıştır. *Total-etch* adeziv ve SEP sistem alt gruplarındaki dişlerde, hem ortodontik tedaviyle, hem tedaviden sonra hem de total olarak oluşan renk değişikliği; tungsten karbid frez grubunda, güçlendirilmiş kompozit frez grubuna göre daha fazla bulunmuştur. Ortodontik tedaviyle ve total olarak oluşan renk değişikliği açısından en yüksek değerler, total-etch adeziv sistem-tungsten karbid frez grubunda görülmüştür. Renk değişikliği açısından bu kombinasyonun klinik kullanımı önerilmemektedir. Sadece total-etch adeziv sistem-stainbuster frez grubunda, hem ortodontik tedaviyle hem tedavi sonrasında hem de total olarak oluşan renk değeri klinik eşik değerin ($\Delta E=3,7$) altındadır. Renk değişikliği açısından bu kombinasyonun klinik kullanımı önerilmektedir.

3. GEREÇ VE YÖNTEM

3.1 Gereç

3.1.1 Dişler

Bu deneysel çalışmada, 106 adet intak halinde solid çürüğü olmayan üst ve alt birinci ve ikinci küçük azı dişleri kullanılmıştır. Diş seçiminde hastanın yaşı, cinsiyeti, ve premoların hangi bölgeden olduğu dikkate alınmamıştır. Ancak, minenin bütün ve sağlam olmasına dikkat edilmiş; kırık, çatlak, çürük, beyaz nokta lezyonu, demineralizasyon alanı, abrazyon bulunan ve çekim sırasında tahrip olan dişler çalışmaya dahil edilmemiştir.

3.1.2 Mine Yüzeyinin Hazırlanması

Çalışmamızda pürüzlendirme işlemi öncesinde dişlerin bukkal yüzeyleri, düşük devirli hava soğutmalı anguldruva ucuna takılmış beyaz lastik kullanılarak, pomza ile 10 saniye süresince temizlenmiştir.

3.1.3 Mine Yüzeyinin Pürüzlendirilmesi

Çalışmamızda mine yüzeyinin pürüzlendirilmesi için asit ile pürüzlendirme yöntemi, kumlama ile pürüzlendirme yöntemi, kumlama sonrası asit ile pürüzlendirme yöntemi ve lazer ile pürüzlendirme yöntemi kullanılmıştır.

3.1.3.1 Asit ile Pürüzlendirme

Çalışmamızda geleneksel asit olarak kullanılan Pulpdent firmasına ait jel halinde bulunan mavi renkteki %37 ortofosforik asit Etch-Royale™ (Pulpdent®, Watertown, MA, USA) kullanılmıştır (Resim 3.1).



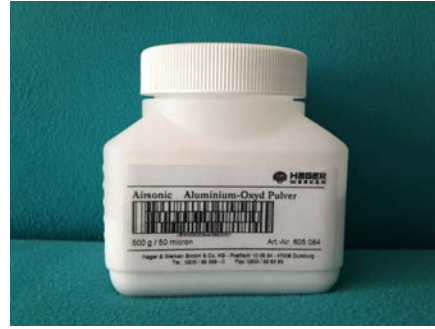
Resim 3.1. Etch-Royale™ %37 ortofosforik asit

3.1.3.2 Kumlama ile Pürüzlendirme

Çalışmamızda kumlama ile pürüzlendirme yöntemi için Danville firmasına ait kumlama cihazı (Danville Engineering Inc., San Ramon, USA) (Resim 3.2 a) ile Hager Werken firmasına ait 50 µm Alüminyum oksit kum (Hager Werken, Duisburg, Germany) (Resim 3.2 b) kullanılmıştır.



Resim 3.2 a. Kumlama cihazı



Resim 3.2 b. Al₂O₃ kum

3.1.3.3 Kumlama Sonrası Asit ile Pürüzlendirme

Çalışmamızda kumlama ile pürüzlendirme yöntemi için Danville firmasına ait kumlama cihazı (Danville Engineering Inc., San Ramon, USA) ile Hager Werken firmasına ait 50 µm Alüminyum oksit kum (Hager Werken, Duisburg, Germany); asit için ise Pulpdent firmasına ait jel halinde bulunan mavi renkteki %37 ortofosforik asit Etch-Royale™ (Pulpdent®, Watertown, MA, USA) kullanılmıştır.

3.1.3.4 Lazer ile Pürüzlendirme

Çalışmamızda pürüzlendirme işlemleri için hem Nd:YAG hem de Er:YAG özelliğine sahip olan Fotona (FIDELIS PLUS™, Ljubjana, Slovenia) lazer kullanılmıştır (Resim 3.3 a). Fotona lazerin Er:YAG ayarı ile çalışılmıştır. Er:YAG lazerin dalga boyu 2940 nm'dir ve pürüzlendirme işlemi için enerjisi 120 mJ, frekansı 10 Hz olarak uygulanmıştır (Resim 3.3 b). Çalışmada *non-contact* el aleti (FIDELIS PLUS™, Ljubjana, Slovenia) kullanılmıştır (Resim 3.3 c).



Resim 3.3 a. Lazer cihazı



Resim 3.3 b. Kullanılan değerler



Resim 3.3 c. Lazer cihazının *non-contact* el aleti

3.1.4 Braketlerin Dişlere Yapıştırılması

3.1.4.1 Primer

Pürüzlendirilen gruplarda primer olarak Transbond™ XT Light Cure Adhesive Primer (3M Unitek, Monrovia, Calif) kullanılmıştır (Resim 3.4). Primer % 45-55 Bis EMA ve % 45-55 Triethilen-GMA içermektedir.



Resim 3.4. Transbond™ XT primeri

3.1.4.2 Yapıştırıcı

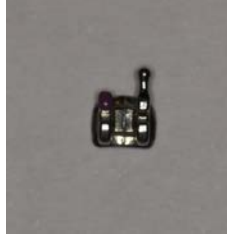
Çalışmada flor salgılamayan bir pasta ve bir primer solüsyonundan oluşan no-miks yapıda kompozit yapıştırıcı Transbond™ XT (3M Unitek, Monrovia, Calif) kullanılmıştır (Resim 3.5). Pasta, % 14 Bis GMA, % 9 Bis EMA'dan oluşmakta olup, içinde % 77 oranında quartz ve sub-mikron silika partikülleri vardır. Transbond™ XT pastanın içinde ışığa karşı duyarlı olan ve polimerizasyonu başlatan kamforokinon bulunmaktadır.



Resim 3.5. Transbond™ XT pastası

3.1.4.3 Braket

Bu çalışmada 0.018 inch oluklu, metal küçük azı braketleri (Modern Ortodonti, BKS R88 104, Hindistan) (Resim 3.6) kullanılmıştır.



Resim 3.6. Metal braket

3.1.4.4 Işık Cihazı

Yapıştırıcının sertleştirilmesi için Expert ışık cihazı (3M Unitek, Monrovia, Calif) (Resim 3.7) kullanılmıştır. Işık dalga boyu 600 mW/cm²'dir.



Resim 3.7. Işık cihazı

3.1.5 Braketlerin Sökümü Sırasında Kullanılan Aletler ve Frezler

Braketlerin sökülmesi işlemi yan kesici pens (Dentaurum, side cutter medium, REF016-15300, Germany) (Resim 3.8) ile yapılmış, ardından yüksek hızda su soğutmalı kırmızı bantlı, 12 bıçaklı tungsten karbid frez (Komet H282, Gebr.B, asseler GmbH & Co. KG, Lemgo, Germany) ve beyaz kuşaklı elmas frez (Komet 862UF, Gebr.B, asseler GmbH & Co. KG, Lemgo, Germany) (Resim 3.9) ile mine yüzeyi yapıştırıcı artıklarından temizlenmiştir.

Cilalama için düşük devirde sırasıyla orta (10 µm-40 µm), ince (3 µm-9 µm) ve süper ince (1 µm-7 µm) grenli, 13 mm çapa sahip Sof-Lex™ Pop-on bitirme ve cilalama diskleri (3M, Minneapolis, Minn.) (Resim 3.10) kullanılmıştır. Işık altında yüzeyde kompozit artığının kalmadığına dikkat edilmiştir.



Resim 3.8. Braketlerin sökülmesinde kullanılan yan kesici pens



Resim 3.9. Yapıştırıcı artıklarının temizlenmesinde kullanılan frezler



Resim 3.10. Sof-Lex™ Pop-on bitirme ve cilalama diskler

3.1.6 Renklendirme Ajanı

Çalışmamızda renklendirme amacıyla metilen mavisi (Rokim Kimya, Türkiye) kullanılmıştır. (Resim 3.11)



Resim 3.11. Renklendirme ajanı

3.1.7 Renk Ölçüm Cihazı

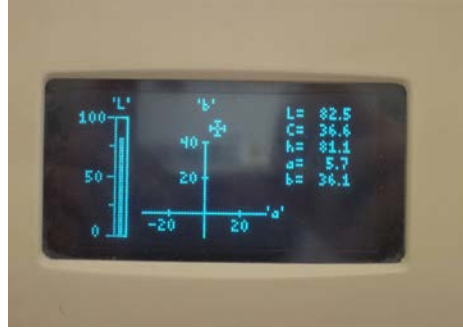
Çalışmamızda taşınabilir bir spektrofotometre olan Vita Easyshade® (Vita Zahnfabrik, H.Rauter GmbH&Co, Germany) (Resim 3.12 a) kullanılmıştır. Bu cihazın en büyük özelliği ağız içinde dişlerin renk ölçümünü yapabilmesidir. Elde tutulan ve ölçüm yapmaya yarayan parçası ile ekrana sahip ana parçası bulunmaktadır (Resim 3.12 b-c). Ölçüm ucunun çapı 5 mm'dir. Üretici firma, renk ölçümünün güvenirliliği için ölçüm ucunun ölçüm yapılacak yüzeye 90 derece tutularak ölçümün yapılması gerektiğini vurgulamaktadır.



Resim 3.12 a. Renk ölçüm cihazı



Resim 3.12 b Renk ölçüm cihazının elde tutulan parçası ve ölçüm ucu



Resim 3.12 c. L*, a* ve b* değerleri görülen ana ekranı

3.1.8 Örneklerin Saklanması Kullanılan Cihaz

Araştırma örnekleri, Yeditepe Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Yumuşak Doku Laboratuvarındaki etüvde (Memmert®, GmbH & Co.KG, Schwabach, Bayern) bekletilmiştir. (Resim 3.13)



Resim 3.13. 36°-38°C'de etüvde bekletilen örnekler

3.2. Yöntem

3.2.1. Örneklerin Hazırlanması

3.2.1.1. Dişlerin Hazırlanması

Dişler ortodontik amaçla çekildikten hemen sonra akan suyun altında kan ve doku artıklarından temizlenmiş ve çalışma gününe kadar karanlık ortamda ve oda ısısındaki distile suyun içinde bekletilmiştir. Distile su haftada bir yenilenmiştir.

Tüm dişlerin kuronları yavaş hızda çalışan hava soğutmalı mikromotor kullanılarak pomza ile 10 saniye süresince temizlenmiştir. Dişlerin kuronlarının köklerinden ayrılması yüksek hızda çalışan su soğutmalı airrotor ucuna takılmış elmas fissür frezler ile yapılmıştır. (Resim 3.14).



Resim 3.14. Dişlerin köklerinin ve kuronlarının ayrılması

3.2.1.2. Akriлик Blokların Hazırlanması

Spektrofotometre ile her renk ölçümünün dişin kuronunun aynı noktasından yapılması gereklidir. Çalışma boyunca aynı dişten birçok kez renk ölçümü yapılması gerektiği için, tek noktadan ölçüm yapılabilmesini sağlayan özel kalıp ve düzenek hazırlanmıştır.

Pembe mum yüzeyi ısıtılıp dişlerin vestibül yüzeyleri pembe mum yüzeye tutturulduktan sonra paslanmaz çelik metal halkalar diş tam orta

noktada kalacak şekilde önceden hazırlanmış rehber noktalara yerleştirilmiştir. (Resim 3.15)

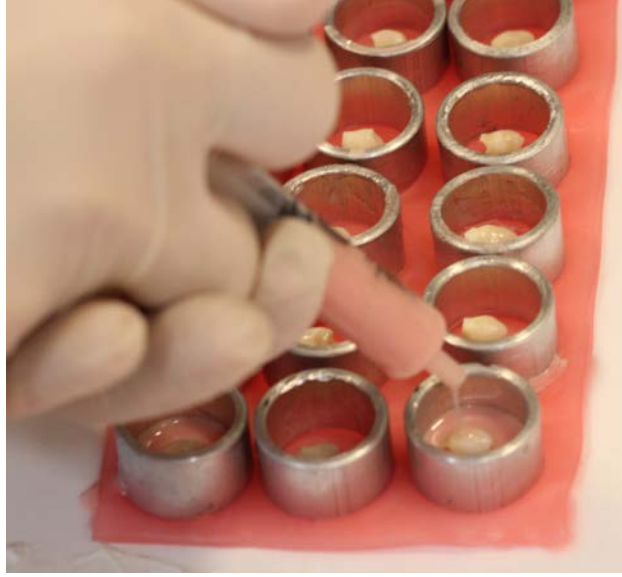


Resim 3.15. Mum yüzeye yerleştirilmiş dişler ve metal halkalar

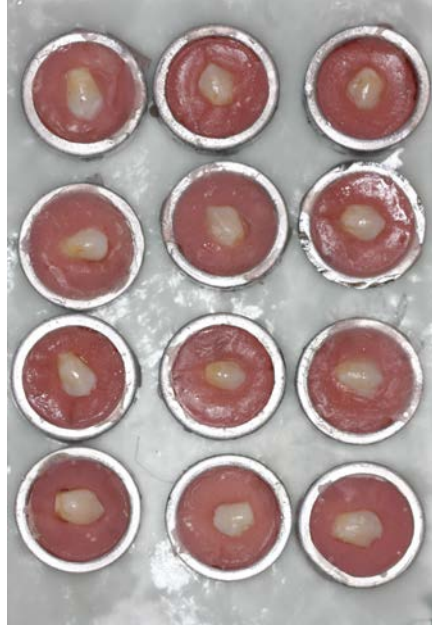
Halkanın içi, diş tamamen gömülecek şekilde otopolimerizan soğuk akrilik (Fortex, Cold-Curing Dental Polymer 2000, England) (Resim 3.16) ile doldurulmuştur. (Resim 3.17) Akrilik sertleştikten sonra metal halka mum yüzeyden ayrılmış ve mum artıkları ılık su akıtılarak temizlenmiştir. (Resim 3.18) Tüm dişler aynı işlemde geçene kadar, daha önceden hazırlanmış olanlar distile suda bekletilmiştir.



Resim 3.16. Otopolimerizan soğuk akrilik



Resim 3.17. Metal halkaların akrilik ile doldurulması



Resim 3.18. Mum artıkları temizlendikten sonra örneklerin önden görünümü

3.2.1.3. Renk Ölçüm Standardizasyonunun Sağlanması

Vita Easyshade® cihazının ölçüm ucuna uygun boyutta giriş deliği olan ve bu akrilik bloklara tam oturan bir başlık hazırlanmıştır. (Resim 3.19 a-b)



Resim 3.19a. Başlık (önden görünüm)

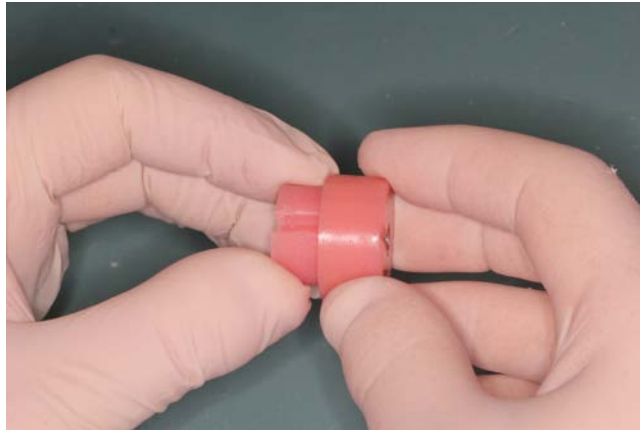


Resim 3.19b. Başlık (arkadan görünüm)

Her bir akrilik bloğa, başlığın içindeki dikey çıkıntıya uygun boyutta çentik açılmıştır. Böylece anahtar-kilit mekanizması oluşturulmuş; başlığın yalnızca tek bir şekilde akrilik bloğa girmesi, dolayısıyla cihazın renk ölçüm ucunun akrilik bloğun ortasındaki dişe her zaman aynı noktadan temas etmesi sağlanmıştır. (Resim 3.20 a-b)



Resim 3.20 a. Başlığa uygun giriş yolu hazırlanması



Resim 3.20 b. Başlık ile örneklerin anahtar-kilit mekanizması

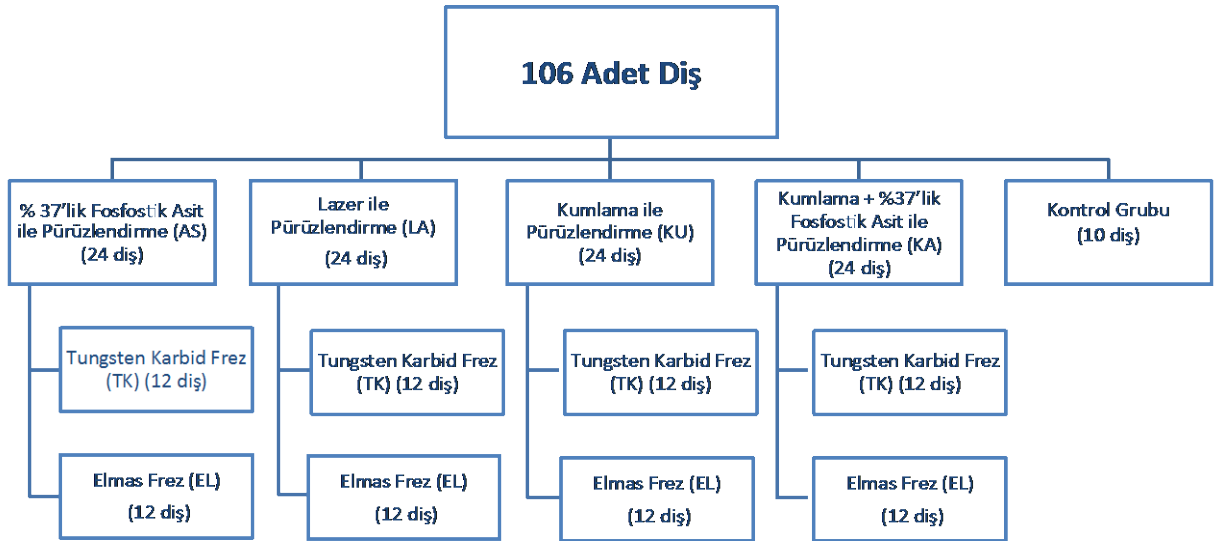
106 adet akrilik kalıp üzerine tungsten rond frezle 1'den 106'ya kadar numaralar kazılmıştır. (Resim 3.21)



Resim 3.21. Dişlerin numaralandırılması

3.2.2. Tüm Dişlerin Gruplara Ayrılması ve Başlangıç Renginin Ölçülmesi

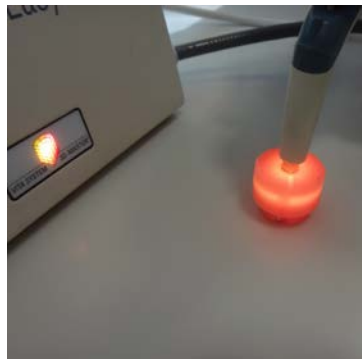
Tüm dişler dört çalışma ve bir kontrol grubu olarak toplam beş ana gruba ayrılmışlardır. Çalışma grubu olarak ayrılan dişler farklı pürüzlendirme yöntemlerine göre dört gruba ayrıldıktan sonra braket sökümü sonrasında kalan yapıştırıcı artıklarının temizlenmesi için kullanılan frezlere göre ikişer alt gruba daha ayrılmıştır.



Tablo 3.1. Grupların adları ve kodları

Çalışma sırasında gruplar isimlendirilirken kodlama o gruba yapılacak işlemlere uygun şekilde olmasına dikkat edilmiştir. Her grubun isminin ilk iki harfinde hangi mine pürüzlendirme yönteminin kullanıldığı ve sonraki iki harfinde hangi frez ile yapıştırıcı artıklarının temizlendiği ifade edilmektedir (Tablo 3.1).

Renk ölçümlerinin tümü Yeditepe Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Estetik Kliniği'nde bulunan Vita Easyshade® spektrofotometresi ile yapılmıştır. (Resim 3.22) Anahtar-kilit mekanizması sayesinde tüm dişler her seferinde aynı noktadan ölçülmüştür.



Resim 3.22. Renk ölçümü

Tekrarlayan ölçümlerin standardize edilmesi amacıyla spektrofotometrenin her ölçüm öncesinde, üretici firmanın önerisine uygun olarak kalibrasyonu yapılmıştır. Her ölçüm, hata payını azaltmak amaçlı üç kez yapılmış ve üç ölçümün ortalaması kaydedilmiştir. Örneklerin renk değerlendirilmesi sırasında kullanılan formül aşağıda gösterilmiştir.

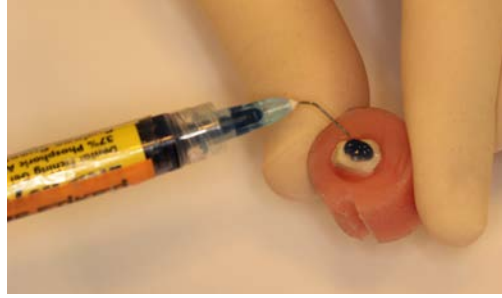
$$\Delta E_{.1} = [(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2]^{1/2} = [(L_2 - L_1)^2 + (a_2 - a_1)^2 + (b_2 - b_1)^2]^{1/2}$$

3.2.3. Mine Pürüzlendirilmesi, Braketlerin Yapıştırılması ve Sökülmesi ve Renk Ölçümlerinin Yapılması

Kontrol grubu dışında tüm dişler braketlenmiş ve aşamalardan geçtikten sonra braketler sökülüp temizlenmiştir.

ASTK ve ASEL Grupları

Pomzalanıp yıkanmış dişlerin vestibül yüzeyine %37 ortofosforik asit uygulanmış, 15 saniye beklenmiş ve hava-su spreyi ile yüzey 20 saniye yıkandıktan sonra, 10 saniye kurutulmuştur (Resim 3.23). Tebeşirimsi görünen mine yüzeyine primer, mikrofırça ile uygulanmıştır. Metal braketin kadesine mikrofırça ile primer uygulanıp yeteri miktarda adeziv konulduktan sonra, braket akrilik bloğun tam ortasına gelecek şekilde diş yüzeyine yerleştirilmiştir. Braket dişin yüzeyine bastırıldıktan sonra kalan adezivler sond yardımıyla temizlenmiştir. Adeziv mezyal ve distal yönden 20'şer saniye polimerize edilmiştir.



Resim 3.23. %37'lik ortofosforik asit ile pürüzlendirme işlemi

LATK ve LAEL Grupları

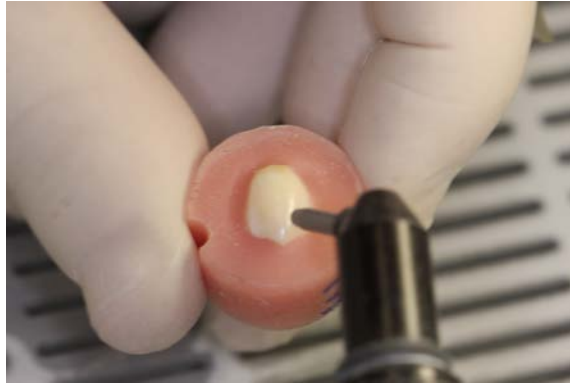
Pomzalanıp yıkanmış dişlerin mine yüzeyi, 120 mJ/pulse, 10 Hz olarak ayarlanmış Fotona Er:YAG ile pürüzlendirilmiş ve hava ile kurutulmuştur (Resim 3.24). Metal braketin kadesine mikrofırça ile primer uygulanıp yeteri miktarda adeziv konulduktan sonra, braket akrilik bloğun tam ortasına gelecek şekilde dişin yüzeyine yerleştirilmiştir. Braket dişin yüzeyine bastırıldıktan sonra kalan adezivler sond yardımıyla temizlenmiştir. Adeziv mezyal ve distal yönden 20'şer saniye polimerize edilmiştir.



Resim 3.24. Lazer ile pürüzlendirme işlemi

KUTK ve KUEL Grupları

Pomzalanıp yıkanmış dişlerin mine yüzeyi, 50µm büyüklüğündeki kum partikülleri kullanılarak pürüzlendirilmiş ve hava ile kurtulmuştur. (Resim 3.25). Metal braketin kaidesine mikrofırça ile primer uygulanıp yeteri miktarda adeziv konulduktan sonra, braket akrilik bloğun tam ortasına gelecek şekilde dişin yüzeyine yerleştirilmiştir. Braket dişin yüzeyine bastırıldıktan sonra kalan adezivler sond yardımıyla temizlenmiştir. Adeziv mezyal ve distal yönden 20'şer saniye polimerize edilmiştir.



Resim 3.25. Kum ile pürüzlendirme işlemi

KATK ve KAEL Grupları

Pomzalanıp yıkanmış dişlerin mine yüzeyi, 50µm büyüklüğündeki kum partikülleri kullanılarak pürüzlendirilmiş ve hava ile kurtulmuştur. Daha sonra dişlerin vestibül yüzeyine %37 ortofosforik asit uygulanmış, 15 saniye beklenmiş ve hava-su spreyi ile yüzey 20 saniye yıkandıktan sonra, 10 saniye

kurutulmuştur. Tebeşirimsi görünen mine yüzeyine primer, mikrofırça ile uygulanmıştır. Metal braketin kaidesine mikrofırça ile primer uygulanıp yeteri miktarda adeziv konulduktan sonra, braket akrilik bloğun tam ortasına gelecek şekilde diş yüzeyine yerleştirilmiştir. Braket dişin yüzeyine bastırıldıktan sonra kalan adezivler sond yardımıyla temizlenmiştir. Adeziv mezyal ve distal yönden 20'şer saniye polimerize edilmiştir.

ASTK, LATK, KUTK, KATK, ASEL, LAEL, KUEL, KAEL Grupları

Braketler yapıştırıldıktan sonra bu gruplardaki örnekler 35-38°C ısıda etüvde 24 saat bekletilmiş ve daha sonra braketler yan kesici pens ile sökülmüştür. Braketler söküldükten sonra örnekler bir saat metilen mavisi renklendirme solüsyonunda bekletilmiştir (Resim 3.26.). Renklendirme solüsyonunda bekletilen dişlerin renk ölçümü, dişler solüsyondan çıkarılıp bütün dişlerin mine yüzeyi diş macunu ve diş fırçasıyla (Resim 3.27) 10 saniye boyunca fırçalandıktan sonra yapılmıştır. Mine yüzeyinde kalan yapıştırıcı artıkları ASTK, LATK, KUTK, KATK gruplarında 12 bıçaklı tungsten karbid frez (Resim 3.28), ASEL, LAEL, KUEL, KAEL gruplarında ise beyaz kuşaklı elmas frez (Resim 3.29) ile temizlenmiş disklerle (Resim 3.30) cilalama işlemi yapılmıştır. İşlemler tamamlandıktan sonra en son renk ölçümleri yapılmıştır.



Resim 3.26. Renklendirme işlemi



Resim 3.27. Diş fırçası ve macunu

4. BULGULAR

Çalışmamızda mine yüzeyini pürüzlendirme amacıyla %37 ortofosforik asit, kumlama, kumlama sonrası asit ve Er:YAG lazer yöntemleri kullanılmıştır. Kalan yapıştırıcı artıkları 12 bıçaklı tungsten karbid frez ve beyaz kuşaklı elmas frez ile temizlenmiştir. Pürüzlendirme yöntemleri ve bitim frezleri dışında kullanılan tüm değişkenler standardize edilmiş, tüm dişlerde tek tip yapıştırıcı ajan kullanılıp, tüm dişler metal braket ile braketlenip, cila diskleri ile temizlenmiştir.

ASTK grubunun başlangıç, renklendirme ve temizleme sonrası ΔL değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmiştir ($p=0,0001$). (Tablo 4.1) Renklendirme ΔL değerleri başlangıç ve temizleme sonrası ΔL değerlerinden istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük bulunmuş ($p=0,002$), başlangıç ve temizleme sonrası zamanları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmemiştir ($p=0,388$). (Tablo 4.2)

LATK grubunun başlangıç, renklendirme ve temizleme sonrası ΔL değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmiştir ($p=0,002$). (Tablo 4.1) Renklendirme ΔL değerleri başlangıç ve temizleme sonrası ΔL değerlerinden istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük bulunmuş ($p=0,004$, $p=0,003$), başlangıç ve temizleme sonrası zamanları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmemiştir ($p=0,859$). (Tablo 4.2)

KUTK grubunun başlangıç, renklendirme ve temizleme sonrası ΔL değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmiştir ($p=0,0001$). (Tablo 4.1) Renklendirme ΔL değerleri başlangıç ve temizleme sonrası ΔL değerlerinden istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük bulunmuş ($p=0,002$), başlangıç ve temizleme sonrası zamanları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmemiştir ($p=0,136$). (Tablo 4.2)

KATK grubunun başlangıç, renklendirme ve temizleme sonrası ΔL değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmiştir ($p=0,0001$).

(Tablo 4.1) Renklendirme ΔL değerleri başlangıç ve temizleme sonrası ΔL değerlerinden istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük bulunmuş ($p=0,002$), başlangıç ve temizleme sonrası zamanları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmemiştir ($p=0,937$). (Tablo 4.2)

Tungsten karbid frez kontrol grubunun temizleme sonrası ΔL değerleri, başlangıç değerlerinden istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük bulunmuştur ($p=0,011$). (Tablo 4.1)

Tablo 4.1. Tungsten karbid frezde materyal gruplarının ΔL başlangıç, renklendirme ve temizleme sonrası renk ölçüm zamanlarının karşılaştırılması.

Tungsten Karbid Frez		Başlangıç	Renklendirme	Temizleme Sonrası	p	
ΔL	Asit Grubu	Ort \pm SS	-0,23 \pm 0,64	-18,99 \pm 6,27	-1,73 \pm 6,14	0,0001
		Median (IQR)	-0,15 (-0,68-0,18)	-17,85 (-24,38/-14,63)	-2,1 (-7,98-3,93)	
	Lazer Grubu	Ort \pm SS	0,43 \pm 0,95	-12,02 \pm 12,97	-0,5 \pm 8,8	0,002
		Median (IQR)	0,2 (0,1-1,03)	-8,6 (-20,58/-2,75)	-0,25 (-2-4,35)	
	Kum Grubu	Ort \pm SS	0,13 \pm 0,58	-11,59 \pm 6,03	-2,62 \pm 6,59	0,0001
		Median (IQR)	0,15 (-0,05-0,48)	-8,6 (-17,13/-7,48)	-0,7 (-5,1-0,53)	
	Kum + Asit Grubu	Ort \pm SS	-0,05 \pm 0,78	-21,05 \pm 8,4	-0,58 \pm 8,18	0,0001
		Median (IQR)	0 (-0,43-0,35)	-18,3 (-21,35/-17,35)	-0,5 (-5,55-7,53)	
	Kontrol Grubu	Ort \pm SS	0,18 \pm 1,24	-17,32 \pm 13,73	-17,32 \pm 13,73	0,011
		Median (IQR)	0,1 (-0,65-0,93)	-19,1 (-26,78--3,45)	-19,1 (-26,78--3,45)	

Tablo 4.2. Tungsten karbid frezde materyal alt gruplarının ΔL başlangıç, renklendirme ve temizleme sonrası renk ölçüm karşılaştırılması.

Dunn's Çoklu Karşılaştırma Testi	ΔL			
	Asit Grubu	Lazer Grubu	Kum Grubu	Kum + Asit Grubu
Başlangıç / Renklendirme	0,002	0,004	0,002	0,002
Başlangıç / Temizleme Sonrası	0,388	0,859	0,136	0,937
Renklendirme / Temizleme Sonrası	0,002	0,003	0,002	0,002

ASTK grubunun başlangıç, renklendirme ve temizleme sonrası Δa değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmiştir ($p=0,0001$). (Tablo 4.3) Renklendirme Δa değerleri başlangıç ve temizleme sonrası Δa değerlerinden ($p=0,002$), temizleme sonrası Δa değerleri de başlangıç Δa değerlerinden istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük bulunmuştur ($p=0,003$). (Tablo 4.4)

LATK grubunun başlangıç, renklendirme ve temizleme sonrası Δa değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmiştir ($p=0,0001$). (Tablo 4.3) Renklendirme Δa değerleri başlangıç ve temizleme sonrası Δa değerlerinden istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük bulunmuş ($p=0,002$, $p=0,003$), temizleme sonrası Δa değerleri de başlangıç Δa değerlerinden istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük bulunmuştur ($p=0,002$). (Tablo 4.4)

KUTK grubunun başlangıç, renklendirme ve temizleme sonrası Δa değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmiştir ($p=0,0001$). (Tablo 4.3) Renklendirme Δa değerleri başlangıç ve temizleme sonrası Δa değerlerinden istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük bulunmuş ($p=0,002$, $p=0,003$), temizleme sonrası Δa değerleri de başlangıç Δa değerlerinden istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük bulunmuştur ($p=0,002$). (Tablo 4.4)

KATK grubunun başlangıç, renklendirme ve temizleme sonrası Δa değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmiştir ($p=0,0001$). (Tablo 4.3) Renklendirme Δa değerleri başlangıç ve temizleme sonrası Δa değerlerinden istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük bulunmuş ($p=0,002$), temizleme sonrası Δa değerleri de başlangıç Δa değerlerinden istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük bulunmuştur ($p=0,008$). (Tablo 4.4)

Tungsten karbid frez kontrol grubunun temizleme sonrası Δa değerleri, başlangıç değerlerinden istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük bulunmuştur ($p=0,0001$). (Tablo 4.3)

Tablo 4.3. Tungsten karbid frezde materyal gruplarının Δa başlangıç, renklendirme ve temizleme sonrası renk ölçüm zamanlarının karşılaştırılması.

Tungsten Karbid Frez		Başlangıç	Renklendirme	Temizleme Sonrası	p	
Δa	Asit Grubu	Ort \pm SS	-0,03 \pm 0,34	-14,33 \pm 3,46	-4,8 \pm 3,06	0,0001
		Median (IQR)	0 (-0,2-0,1)	-13,45 (-18,13/11,93)	-5,45 (-7,43/-1,7)	
	Lazer Grubu	Ort \pm SS	-0,14 \pm 0,45	-16,93 \pm 5,39	-10,49 \pm 3,92	0,0001
		Median (IQR)	-0,05 (-0,2-0,18)	-15,85 (-21,65/15,33)	-11,15 (-13,23/7,93)	
	Kum Grubu	Ort \pm SS	-0,09 \pm 0,25	-13,15 \pm 5,11	-7,98 \pm 5,59	0,0001
		Median (IQR)	0 (-0,1-0)	-13,2 (-16,78--9,58)	-5,95 (-13,15/-4,23)	
	Kum + Asit Grubu	Ort \pm SS	-0,21 \pm 0,4	-17,74 \pm 6,52	-4,97 \pm 3,96	0,0001
		Median (IQR)	-0,05 (-0,68-0,1)	-16,95 (-21,78/12,83)	-5,75 (-7,33/-2,85)	
	Kontrol Grubu	Ort \pm SS	0,12 \pm 0,24	-10,82 \pm 5,9	-10,82 \pm 5,9	0,0001
		Median (IQR)	0,1 (0-0,3)	-11,3 (-15,25-8,45)	-11,3 (-15,25-8,45)	

Tablo 4.4. Tungsten karbid frezde materyal alt gruplarının Δa başlangıç, renklendirme ve temizleme sonrası renk ölçüm karşılaştırılması.

Dunn's Çoklu Karşılaştırma Testi	Δa			
	Asit Grubu	Lazer Grubu	Kum Grubu	Kum + Asit Grubu
Başlangıç / Renklendirme	0,002	0,002	0,002	0,002
Başlangıç / Temizleme Sonrası	0,003	0,002	0,002	0,008
Renklendirme / Temizleme Sonrası	0,002	0,003	0,003	0,002

ASTK grubunun başlangıç, renklendirme ve temizleme sonrası Δb değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmiştir ($p=0,0001$). (Tablo 4.5) Renklendirme Δb değerleri başlangıç ve temizleme sonrası Δb değerlerinden istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük bulunmuş

($p=0,002$), başlangıç ve temizleme sonrası zamanları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmemiştir ($p=0,272$). (Tablo 4.6)

LATK grubunun başlangıç, renklendirme ve temizleme sonrası Δb değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmiştir ($p=0,0001$). (Tablo 4.5) Renklendirme Δb değerleri başlangıç ve temizleme sonrası Δb değerlerinden ($p=0,002$), temizleme sonrası Δb değerleri de başlangıç Δb değerlerinden istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük bulunmuştur ($p=0,008$). (Tablo 4.6)

KUTK grubunun başlangıç, renklendirme ve temizleme sonrası Δb değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmiştir ($p=0,0001$). (Tablo 4.5) Renklendirme Δb değerleri başlangıç ve temizleme sonrası Δb değerlerinden ($p=0,002$), temizleme sonrası Δb değerleri de başlangıç Δb değerlerinden istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük bulunmuştur ($p=0,004$). (Tablo 4.6)

KATK grubunun başlangıç, renklendirme ve temizleme sonrası Δb değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmiştir ($p=0,0001$). (Tablo 4.5) Renklendirme Δb değerleri başlangıç ve temizleme sonrası Δb değerlerinden istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük bulunmuş ($p=0,002$), başlangıç ve temizleme sonrası zamanları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmemiştir ($p=0,239$). (Tablo 4.6)

Tungsten karbid frez kontrol grubunun temizleme sonrası Δb değerleri, başlangıç değerlerinden istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük bulunmuştur ($p=0,0001$). (Tablo 4.5)

Tablo 4.5. Tungsten karbid frezde materyal gruplarının Δb başlangıç, renklendirme ve temizleme sonrası renk ölçüm zamanlarının karşılaştırılması.

Tungsten Karbid Frez		Başlangıç	Renklendirme	Temizleme Sonrası	p	
Δb	Asit Grubu	Ort \pm SS	-0,54 \pm 1,42	-29,15 \pm 10,71	-3,66 \pm 8,99	0,0001
		Median (IQR)	-0,35 (-0,6-0,2)	-30,7 (-37,1/-17,83)	-4,1 (-9,28-1,08)	
	Lazer Grubu	Ort \pm SS	-1,69 \pm 3,36	-35,18 \pm 8,62	-13,61 \pm 10,65	0,0001
		Median (IQR)	-0,2 (-3,13-0,1)	-30,9 (-40,68/-29,63)	-13,2 (-16,9/-6,6)	
	Kum Grubu	Ort \pm SS	-0,79 \pm 1,95	-25,54 \pm 11,05	-11,27 \pm 9,74	0,0001
		Median (IQR)	-0,2 (-0,48-0,08)	-24,15 (-32,65/-19,6)	-9,25 (-15,78/-4,63)	
	Kum + Asit Grubu	Ort \pm SS	-0,85 \pm 1,81	-31,77 \pm 11,91	-4,2 \pm 12,63	0,0001
		Median (IQR)	-0,45 (-1,23-0,2)	-35,05 (-40,15/-27,4)	-7,2 (-12,98-3,05)	
	Kontrol Grubu	Ort \pm SS	0,55 \pm 0,42	-25,38 \pm 19,41	-25,38 \pm 19,41	0,0001
		Median (IQR)	0,5 (0,15-0,9)	-25,45 (-41--10,65)	-25,45 (-41--10,65)	

Tablo 4.6. Tungsten karbid frezde materyal alt gruplarının Δb başlangıç, renklendirme ve temizleme sonrası renk ölçüm karşılaştırılması.

Dunn's Çoklu Karşılaştırma Testi	Δb			
	Asit Grubu	Lazer Grubu	Kum Grubu	Kum + Asit Grubu
Başlangıç / Renklendirme	0,002	0,002	0,002	0,002
Başlangıç / Temizleme Sonrası	0,272	0,008	0,004	0,239
Renklendirme / Temizleme Sonrası	0,002	0,002	0,002	0,002

ASTK grubunun başlangıç, renklendirme ve temizleme sonrası ΔE değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmiştir ($p=0,0001$). (Tablo 4.7) Renklendirme ΔE değerleri başlangıç ve temizleme sonrası ΔE değerlerinden ($p=0,002$), temizleme sonrası ΔE değerleri de başlangıç ΔE değerlerinden istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek bulunmuştur ($p=0,002$). (Tablo 4.8)

LATK grubunun başlangıç, renklendirme ve temizleme sonrası ΔE değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmiştir ($p=0,0001$). (Tablo 4.7) Renklendirme ΔE değerleri başlangıç ve temizleme sonrası ΔE değerlerinden ($p=0,002$), temizleme sonrası ΔE değerleri de başlangıç ΔE değerlerinden istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek bulunmuştur ($p=0,003$). (Tablo 4.8)

KUTK grubunun başlangıç, renklendirme ve temizleme sonrası ΔE değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmiştir ($p=0,0001$). (Tablo 4.7) Renklendirme ΔE değerleri başlangıç ve temizleme sonrası ΔE değerlerinden ($p=0,002$), temizleme sonrası ΔE değerleri de başlangıç ΔE değerlerinden istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek bulunmuştur ($p=0,002$). (Tablo 4.8)

KATK grubunun başlangıç, renklendirme ve temizleme sonrası ΔE değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmiştir ($p=0,0001$). (Tablo 4.7) Renklendirme ΔE değerleri başlangıç ve temizleme sonrası ΔE değerlerinden ($p=0,002$), temizleme sonrası ΔE değerleri de başlangıç ΔE değerlerinden istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek bulunmuştur ($p=0,002$). (Tablo 4.8)

Tungsten karbid frez kontrol grubunun temizleme sonrası ΔE değerleri, başlangıç değerlerinden istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek bulunmuştur ($p=0,0001$). (Tablo 4.7)

Tablo 4.7. Tungsten karbid frezde materyal gruplarının ΔE başlangıç, renklendirme ve temizleme sonrası renk ölçüm zamanlarının karşılaştırılması.

Tungsten Karbid Frez		Başlangıç	Renklendirme	Temizleme Sonrası	p	
ΔE	Asit Grubu	Ort \pm SS	1,17 \pm 1,18	38,12 \pm 11,18	11,21 \pm 5,81	0,0001
		Median (IQR)	0,8 (0,33-2,01)	38,5 (25,89-46,59)	11,37 (6,75-14,51)	
	Lazer Grubu	Ort \pm SS	2,31 \pm 3,15	42,23 \pm 12,13	18,88 \pm 11,83	0,0001
		Median (IQR)	1,05 (0,25-3,68)	36,42 (34,5-50,35)	18,64 (11,69-21,25)	
	Kum Grubu	Ort \pm SS	1,08 \pm 1,91	31,22 \pm 12,97	15,09 \pm 11,69	0,0001
		Median (IQR)	0,47 (0,27-0,75)	28,24 (24,73-40,71)	10,96 (7,09-21,86)	
	Kum + Asit Grubu	Ort \pm SS	1,47 \pm 1,59	43,92 \pm 8,82	14,5 \pm 7,7	0,0001
		Median (IQR)	0,74 (0,5-1,8)	45,03 (37,01-51,38)	13,45 (8,44-18,88)	
	Kontrol Grubu	Ort \pm SS	1,13 \pm 0,85	34,44 \pm 21,47	34,44 \pm 21,47	0,0001
		Median (IQR)	1,02 (0,36-1,85)	33,85 (15,75-50,64)	33,85 (15,75-50,64)	

Tablo 4.8. Tungsten karbid frezde materyal alt gruplarının ΔE başlangıç, renklendirme ve temizleme sonrası renk ölçüm karşılaştırılması.

Dunn's Çoklu Karşılaştırma Testi	ΔE			
	Asit Grubu	Lazer Grubu	Kum Grubu	Kum + Asit Grubu
Başlangıç / Renklendirme	0,002	0,002	0,002	0,002
Başlangıç / Temizleme Sonrası	0,002	0,003	0,002	0,002
Renklendirme / Temizleme Sonrası	0,002	0,002	0,002	0,002

ASEL grubunun başlangıç, renklendirme ve temizleme sonrası ΔL değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmiştir ($p=0,0001$). (Tablo 4.9) Renklendirme ΔL değerleri başlangıç ve temizleme sonrası ΔL değerlerinden ($p=0,002$, $p=0,003$), temizleme sonrası ΔL değerleri de başlangıç ΔL değerlerinden istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük bulunmuştur ($p=0,028$). (Tablo 4.10)

LAEL grubunun başlangıç, renklendirme ve temizleme sonrası ΔL değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmiştir ($p=0,0001$). (Tablo 4.9) Renklendirme ΔL değerleri başlangıç ve temizleme sonrası ΔL değerlerinden istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük bulunmuş ($p=0,002$), başlangıç ve temizleme sonrası zamanları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmemiştir ($p=0,136$). (Tablo 4.10)

KUEL grubunun başlangıç, renklendirme ve temizleme sonrası ΔL değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmiştir ($p=0,001$). (Tablo 4.9) Renklendirme ΔL değerleri başlangıç ve temizleme sonrası ΔL değerlerinden istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük bulunmuş ($p=0,002$, $p=0,01$), başlangıç ve temizleme sonrası zamanları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmemiştir ($p=0,875$). (Tablo 4.10)

KAEL grubunun başlangıç, renklendirme ve temizleme sonrası ΔL değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmiştir ($p=0,0001$). (Tablo 4.9) Renklendirme ΔL değerleri başlangıç ve temizleme sonrası ΔL değerlerinden istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük bulunmuş ($p=0,003$, $p=0,002$), başlangıç ve temizleme sonrası zamanları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmemiştir ($p=0,784$). (Tablo 4.10)

Elmas frez kontrol grubunun temizleme sonrası ΔL değerleri, başlangıç değerlerinden istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük bulunmuştur ($p=0,002$). (Tablo 4.9)

Tablo 4.9. Elmas frezde materyal gruplarının ΔL başlangıç, renklendirme ve temizleme sonrası renk ölçüm zamanlarının karşılaştırılması.

Elmas Frez		Başlangıç	Renklendirme	Temizleme Sonrası	p	
ΔL	Asit Grubu	Ort \pm SS	-0,32 \pm 1,06	-22,18 \pm 7,71	-6,82 \pm 10,33	0,0001
		Median (IQR)	-0,1 (-0,6-0,18)	-20,15 (-27,88/-16,43)	-2,8 (-13,28--0,53)	
	Lazer Grubu	Ort \pm SS	0,3 \pm 1,75	-12,97 \pm 5,68	-3,06 \pm 8,77	0,0001
		Median (IQR)	0,1 (-1,13-1,78)	-12,9 (-16,53/-9,05)	-5,05 (-10,38-3,05)	
	Kum Grubu	Ort \pm SS	0,16 \pm 0,48	-9,49 \pm 4,48	-0,47 \pm 7,42	0,001
		Median (IQR)	0,2 (-0,18-0,35)	-9,15 (-13,9/-5,75)	0,8 (-2,38-5)	
	Kum + Asit Grubu	Ort \pm SS	0,12 \pm 0,61	-17,43 \pm 8,48	0,68 \pm 4,46	0,0001
		Median (IQR)	0,1 (-0,15-0,63)	-18,35 (-23,98/-14,9)	2,2 (-4,05-3,18)	
	Kontrol Grubu	Ort \pm SS	0,18 \pm 1,24	-17,32 \pm 13,73	-17,32 \pm 13,73	0,002
		Median (IQR)	0,1 (-0,65-0,93)	-19,1 (-26,78--3,45)	-19,1 (-26,78--3,45)	

Tablo 4.10. Elmas frezde materyal alt gruplarının ΔL başlangıç, renklendirme ve temizleme sonrası renk ölçüm karşılaştırılması.

Dunn's Çoklu Karşılaştırma Testi	ΔL			
	Asit Grubu	Lazer Grubu	Kum Grubu	Kum + Asit Grubu
Başlangıç / Renklendirme	0,002	0,002	0,002	0,003
Başlangıç / Temizleme Sonrası	0,028	0,136	0,875	0,784
Renklendirme / Temizleme Sonrası	0,003	0,002	0,01	0,002

ASEL grubunun başlangıç, renklendirme ve temizleme sonrası Δa değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmiştir ($p=0,0001$). (Tablo 4.11) Renklendirme Δa değerleri başlangıç ve temizleme sonrası Δa değerlerinden ($p=0,002$, $p=0,003$), temizleme sonrası Δa değerleri de başlangıç Δa değerlerinden istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük bulunmuştur ($p=0,002$). (Tablo 4.12)

LAEL grubunun başlangıç, renklendirme ve temizleme sonrası Δa değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmiştir ($p=0,0001$). (Tablo 4.11) Renklendirme Δa değerleri başlangıç ve temizleme sonrası Δa değerlerinden ($p=0,002$), temizleme sonrası Δa değerleri de başlangıç Δa değerlerinden istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük bulunmuştur ($p=0,002$). (Tablo 4.12)

KUEL grubunun başlangıç, renklendirme ve temizleme sonrası Δa değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmiştir ($p=0,0001$). (Tablo 4.11) Renklendirme Δa değerleri başlangıç ve temizleme sonrası Δa değerlerinden ($p=0,002$), temizleme sonrası Δa değerleri de başlangıç Δa değerlerinden istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük bulunmuştur ($p=0,004$). (Tablo 4.12)

KAEL grubunun başlangıç, renklendirme ve temizleme sonrası Δa değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmiştir ($p=0,0001$). (Tablo 4.11) Renklendirme Δa değerleri başlangıç ve temizleme sonrası Δa değerlerinden istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük bulunmuş ($p=0,002$), temizleme sonrası Δa değerleri de başlangıç Δa değerlerinden istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük bulunmuştur ($p=0,002$). (Tablo 4.12)

Elmas frez kontrol grubunun başlangıç ve temizleme sonrası Δa değerleri, başlangıç değerlerinden istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük bulunmuştur. ($p=0,0001$). (Tablo 4.11)

Tablo 4.11. Elmas frezde materyal gruplarının Δa başlangıç, renklendirme ve temizleme sonrası renk ölçüm zamanlarının karşılaştırılması.

Elmas Frez		Başlangıç	Renklendirme	Temizleme Sonrası	p	
Δa	Asit Grubu	Ort \pm SS	0,1 \pm 0,2	-16,48 \pm 3,43	-9,95 \pm 5,48	0,0001
		Median (IQR)	0,15 (-0,1-0,2)	-16,75 (-19,25/-12,68)	-9,05 (-11,53/-7,58)	
	Lazer Grubu	Ort \pm SS	-0,17 \pm 0,85	-14,26 \pm 5,99	-8,39 \pm 5,48	0,0001
		Median (IQR)	-0,1 (-0,65-0,1)	-15 (-18,1/-9,7)	-7,6 (-12,03/-4,33)	
	Kum Grubu	Ort \pm SS	-0,03 \pm 0,19	-11,27 \pm 5,62	-5,74 \pm 4,37	0,0001
		Median (IQR)	-0,05 (-0,1-0,1)	-10 (-13,63/-6,83)	-5,15 (-10,35/-3,53)	
	Kum + Asit Grubu	Ort \pm SS	-0,05 \pm 0,31	-16,98 \pm 3,64	-6,98 \pm 4,64	0,0001
		Median (IQR)	-0,1 (-0,18-0)	-17,25 (-19,5/-13,63)	-5,7 (-10,05/-3,23)	
	Kontrol Grubu	Ort \pm SS	0,12 \pm 0,24	-10,82 \pm 5,9	-10,82 \pm 5,9	0,0001
		Median (IQR)	0,1 (0-0,3)	-11,3 (-15,25--8,45)	-11,3 (-15,25--8,45)	

Tablo 4.12. Elmas frezde materyal alt gruplarının Δa başlangıç, renklendirme ve temizleme sonrası renk ölçüm karşılaştırılması.

Dunn's Çoklu Karşılaştırma Testi	Δa			
	Asit Grubu	Lazer Grubu	Kum Grubu	Kum + Asit Grubu
Başlangıç / Renklendirme	0,002	0,002	0,002	0,002
Başlangıç / Temizleme Sonrası	0,002	0,002	0,004	0,002
Renklendirme / Temizleme Sonrası	0,003	0,002	0,002	0,002

ASEL grubunun başlangıç, renklendirme ve temizleme sonrası Δb değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmiştir ($p=0,0001$). (Tablo 4.13) Renklendirme Δb değerleri başlangıç ve temizleme sonrası Δb ($p=0,002$), temizleme sonrası Δb değerleri de başlangıç Δb değerlerinden istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük bulunmuştur ($p=0,006$). (Tablo 4.14)

LAEL grubunun başlangıç, renklendirme ve temizleme sonrası Δb değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmiştir ($p=0,0001$). (Tablo 4.13) Renklendirme Δb değerleri başlangıç ve temizleme sonrası Δb değerlerinden ($p=0,002$), temizleme sonrası Δb değerleri de başlangıç Δb değerlerinden istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük bulunmuştur ($p=0,002$). (Tablo 4.14)

KUEL grubunun başlangıç, renklendirme ve temizleme sonrası Δb değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmiştir ($p=0,0001$). (Tablo 4.13) Renklendirme Δb değerleri başlangıç ve temizleme sonrası Δb değerlerinden istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük bulunmuş ($p=0,002$, $p=0,003$), başlangıç ve temizleme sonrası zamanları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmemiştir ($p=0,136$). (Tablo 4.14)

KAEL grubunun başlangıç, renklendirme ve temizleme sonrası Δb değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmiştir ($p=0,0001$). (Tablo 4.13) Renklendirme Δb değerleri başlangıç ve temizleme sonrası Δb değerlerinden ($p=0,002$), temizleme sonrası Δb değerleri de başlangıç Δb değerlerinden istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük bulunmuştur ($p=0,041$). (Tablo 4.14)

Elmas frez kontrol grubunun temizleme sonrası Δb değerleri, başlangıç değerlerinden istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük bulunmuştur ($p=0,0001$). (Tablo 4.13)

Tablo 4.13. Elmas frezde materyal gruplarının Δb başlangıç, renklendirme ve temizleme sonrası renk ölçüm zamanlarının karşılaştırılması.

Elmas Frez		Başlangıç	Renklendirme	Temizleme Sonrası	p	
Δb	Asit Grubu	Ort \pm SS	-0,12 \pm 2,01	-35,51 \pm 10,82	-14,46 \pm 14,13	0,0001
		Median (IQR)	0,05 (-0,95-1,08)	-35,55 (-43,23/-28,18)	-12,3 (-19,1/-8,25)	
	Lazer Grubu	Ort \pm SS	-0,56 \pm 1,59	-27,33 \pm 13,16	-16,27 \pm 11,97	0,0001
		Median (IQR)	-0,1 (-2,5-0,73)	-27,3 (-39,53/-16,45)	-15,15 (-26,93/-5,88)	
	Kum Grubu	Ort \pm SS	0,02 \pm 0,96	-15,55 \pm 10,02	-2,93 \pm 11,52	0,0001
		Median (IQR)	0,1 (-0,63-0,33)	-16,8 (-22,25/-5,3)	-2,65 (-13,75/-0,13)	
	Kum + Asit Grubu	Ort \pm SS	-0,05 \pm 1,3	-30,22 \pm 9,86	-4,22 \pm 6,43	0,0001
		Median (IQR)	-0,2 (-0,75-0)	-28,9 (-39,85/-22,5)	-4,5 (-9,88-1,28)	
	Kontrol Grubu	Ort \pm SS	0,55 \pm 0,42	-25,38 \pm 19,41	-25,38 \pm 19,41	0,0001
		Median (IQR)	0,5 (0,15-0,9)	-25,45 (-41--10,65)	-25,45 (-41--10,65)	

Tablo 4.14. Elmas frezde materyal alt gruplarının Δb başlangıç, renklendirme ve temizleme sonrası renk ölçüm karşılaştırılması.

Dunn's Çoklu Karşılaştırma Testi	Δb			
	Asit Grubu	Lazer Grubu	Kum Grubu	Kum + Asit Grubu
Başlangıç / Renklendirme	0,002	0,002	0,002	0,002
Başlangıç / Temizleme Sonrası	0,006	0,002	0,136	0,041
Renklendirme / Temizleme Sonrası	0,002	0,002	0,003	0,002

ASEL grubunun başlangıç, renklendirme ve temizleme sonrası ΔE değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmiştir ($p=0,0001$). (Tablo 4.15) Renklendirme ΔE değerleri başlangıç ve temizleme sonrası ΔE değerlerinden ($p=0,002$), temizleme sonrası ΔE değerleri de başlangıç ΔE değerlerinden istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek bulunmuştur ($p=0,002$). (Tablo 4.16)

LAEL grubunun başlangıç, renklendirme ve temizleme sonrası ΔE değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmiştir ($p=0,0001$). (Tablo 4.15) Renklendirme ΔE değerleri başlangıç ve temizleme sonrası ΔE değerlerinden ($p=0,002$), temizleme sonrası ΔE değerleri de başlangıç ΔE değerlerinden istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek bulunmuştur ($p=0,002$). (Tablo 4.16)

KUEL grubunun başlangıç, renklendirme ve temizleme sonrası ΔE değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmiştir ($p=0,0001$). (Tablo 4.15) Renklendirme ΔE değerleri başlangıç ve temizleme sonrası ΔE değerlerinden ($p=0,002$, $p=0,023$), temizleme sonrası ΔE değerleri de başlangıç ΔE değerlerinden istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek bulunmuştur ($p=0,002$). (Tablo 4.16)

KAEL grubunun başlangıç, renklendirme ve temizleme sonrası ΔE değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmiştir ($p=0,0001$). (Tablo 4.15) Renklendirme ΔE değerleri başlangıç ve temizleme sonrası ΔE değerlerinden ($p=0,002$), temizleme sonrası ΔE değerleri de başlangıç ΔE değerlerinden istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek bulunmuştur ($p=0,002$). (Tablo 4.16)

Elmas frez kontrol grubunun temizleme sonrası ΔE değerleri, başlangıç değerlerinden istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek bulunmuştur ($p=0,0001$). (Tablo 4.15)

Tablo 4.15. Elmas frezde materyal gruplarının ΔE başlangıç, renklendirme ve temizleme sonrası renk ölçüm zamanlarının karşılaştırılması.

Elmas Frez		Başlangıç	Renklendirme	Temizleme Sonrası	p	
ΔE	Asit Grubu	Ort \pm SS	1,68 \pm 1,5	45,81 \pm 10,34	22,48 \pm 13,12	0,0001
		Median (IQR)	1,08 (0,72-3,12)	47,14 (35,48-53,73)	17,41 (14,21-31,06)	
	Lazer Grubu	Ort \pm SS	2,22 \pm 1,19	33,93 \pm 14,33	20,94 \pm 12,14	0,0001
		Median (IQR)	2,15 (1,14-3,4)	33,46 (21,76-46,48)	18,16 (10,86-30,62)	
	Kum Grubu	Ort \pm SS	0,82 \pm 0,71	22,3 \pm 10,49	13,58 \pm 7,18	0,0001
		Median (IQR)	0,58 (0,27-1,35)	21,82 (12,06-28,16)	11,5 (6,9-19,24)	
	Kum + Asit Grubu	Ort \pm SS	0,97 \pm 1,07	39,94 \pm 9,17	10,79 \pm 5,37	0,0001
		Median (IQR)	0,66 (0,26-1,2)	37,98 (32,57-49,14)	9,11 (5,85-15,38)	
	Kontrol Grubu	Ort \pm SS	1,13 \pm 0,85	34,44 \pm 21,47	34,44 \pm 21,47	0,0001
		Median (IQR)	1,02 (0,36-1,85)	33,85 (15,75-50,64)	33,85 (15,75-50,64)	

Tablo 4.16. Elmas frezde materyal alt gruplarının ΔE başlangıç, renklendirme ve temizleme sonrası renk ölçüm karşılaştırılması.

Dunn's Çoklu Karşılaştırma Testi	Δb			
	Asit Grubu	Lazer Grubu	Kum Grubu	Kum + Asit Grubu
Başlangıç / Renklendirme	0,002	0,002	0,002	0,002
Başlangıç / Temizleme Sonrası	0,002	0,002	0,002	0,002
Renklendirme / Temizleme Sonrası	0,002	0,002	0,023	0,002

Asit grubunda tungsten karbid frez ve elmas frez başlangıç ΔL , Δa , Δb , ΔE değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmemiştir ($p=0,862$, $p=0,281$, $p=0,525$, $p=0,386$). (Tablo 4.17)

Asit grubunda tungsten karbid frez ve elmas frez renklendirme ΔL , Δa , Δb , ΔE değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmemiştir ($p=0,341$, $p=0,140$, $p=0,166$, $p=0,106$). (Tablo 4.17)

Asit grubunda tungsten karbid frez ve elmas frez temizleme sonrası ΔL değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmemiştir ($p=0,386$). (Tablo 4.17)

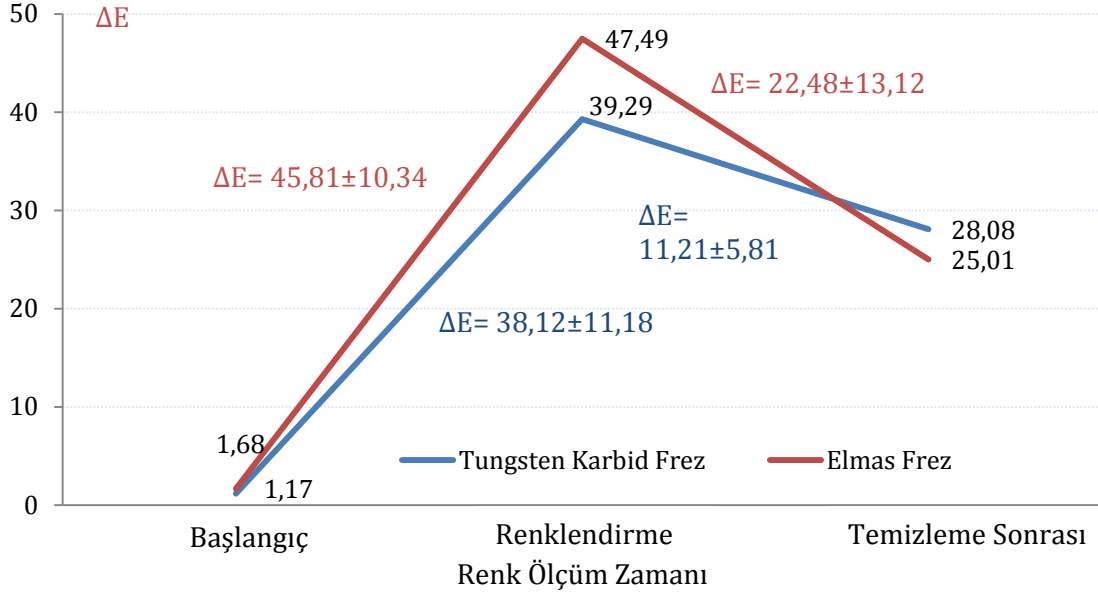
Asit grubunda elmas frez temizleme sonrası Δa , Δb değerleri tungsten karbid frez değerlerinden istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük bulunmuştur ($p=0,006$, $p=0,024$). Asit grubunda elmas frez temizleme sonrası ΔE değerleri tungsten karbid frez değerlerinden istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek bulunmuştur ($p=0,006$). (Tablo 4.17)

Asit grubunda başlangıç, renklendirme ve temizleme sonrası ΔE değerleri sonucunda elmas frez tungsten karbid freze göre daha az renk değişikliği göstermiştir. (Şekil 4.1)

Tablo 4.17. Asit grubunda başlangıç, renklendirme ve temizleme sonrası renk ölçüm zamanlarında ΔL , Δa , Δb , ΔE ölçüm değerlerinin tungsten karbid frez ve elmas frez gruplarında karşılaştırılması.

Asit Grubu		Tungsten Karbid Frez	Elmas Frez	p	
Başlangıç	ΔL	Ort \pm SS	-0,23 \pm 0,64	-0,32 \pm 1,06	0,862
		Median (IQR)	-0,15 (-0,68-0,18)	-0,1 (-0,6-0,18)	
	Δa	Ort \pm SS	-0,03 \pm 0,34	0,1 \pm 0,2	0,281
		Median (IQR)	0 (-0,2-0,1)	0,15 (-0,1-0,2)	
	Δb	Ort \pm SS	-0,54 \pm 1,42	-0,12 \pm 2,01	0,525
		Median (IQR)	-0,35 (-0,6-0,2)	0,05 (-0,95-1,08)	
ΔE	Ort \pm SS	1,17 \pm 1,18	1,68 \pm 1,5	0,386	
	Median (IQR)	0,8 (0,33-2,01)	1,08 (0,72-3,12)		
Renklendirme	ΔL	Ort \pm SS	-18,99 \pm 6,27	-22,18 \pm 7,71	0,341
		Median (IQR)	-17,85 (-24,38/-14,63)	-20,15 (-27,88/-16,43)	
	Δa	Ort \pm SS	-14,33 \pm 3,46	-16,48 \pm 3,43	0,140
		Median (IQR)	-13,45 (-18,13/-11,93)	-16,75 (-19,25/-12,68)	
	Δb	Ort \pm SS	-29,15 \pm 10,71	-35,51 \pm 10,82	0,166
		Median (IQR)	-30,7 (-37,1/-17,83)	-35,55 (-43,23/-28,18)	
ΔE	Ort \pm SS	38,12 \pm 11,18	45,81 \pm 10,34	0,106	
	Median (IQR)	38,5 (25,89-46,59)	47,14 (35,48-53,73)		
Temizleme Sonrası	ΔL	Ort \pm SS	-1,73 \pm 6,14	-6,82 \pm 10,33	0,386
		Median (IQR)	-2,1 (-7,98-3,93)	-2,8 (-13,28/-0,53)	
	Δa	Ort \pm SS	-4,8 \pm 3,06	-9,95 \pm 5,48	0,006
		Median (IQR)	-5,45 (-7,43/-1,7)	-9,05 (-11,53/-7,58)	
	Δb	Ort \pm SS	-3,66 \pm 8,99	-14,46 \pm 14,13	0,024
		Median (IQR)	-4,1 (-9,28-1,08)	-12,3 (-19,1/-8,25)	
ΔE	Ort \pm SS	11,21 \pm 5,81	22,48 \pm 13,12	0,006	
	Median (IQR)	11,37 (6,75-14,51)	17,41 (14,21-31,06)		

Şekil 4.1. Asit grubunda başlangıç, renklendirme ve temizleme sonrası renk ölçüm zamanlarında ΔE ölçüm değerlerinin ve diş renk değerinin tungsten karbid frez ve elmas frez gruplarında karşılaştırılması.



Lazer grubunda tungsten karbid frez ve elmas frez başlangıç ΔL , Δa , Δb , ΔE değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmemiştir ($p=0,664$, $p=0,662$, $p=0,418$, $p=0,204$). (Tablo 4.18)

Lazer grubunda tungsten karbid frez ve elmas frez renklendirme ΔL , Δa , Δb , ΔE değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmemiştir ($p=0,204$, $p=0,326$, $p=0,225$, $p=0,225$). (Tablo 4.18)

Lazer grubunda tungsten karbid frez ve elmas frez temizleme sonrası ΔL , Δa , Δb , ΔE değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmemiştir ($p=0,184$, $p=0,225$, $p=0,644$, $p=0,773$). (Tablo 4.18)

Tablo 4.18. Lazer grubunda başlangıç, renklendirme ve temizleme sonrası renk ölçüm zamanlarında ΔL , Δa , Δb , ΔE ölçüm değerlerinin tungsten karbid frez ve elmas frez gruplarında karşılaştırılması.

Lazer Grubu		Tungsten Karbid Frez	Elmas Frez	p	
Başlangıç	ΔL	Ort \pm SS	0,43 \pm 0,95	0,3 \pm 1,75	0,664
		Median (IQR)	0,2 (0,1-1,03)	0,1 (-1,13-1,78)	
	Δa	Ort \pm SS	-0,14 \pm 0,45	-0,17 \pm 0,85	0,622
		Median (IQR)	-0,05 (-0,2-0,18)	-0,1 (-0,65-0,1)	
	Δb	Ort \pm SS	-1,69 \pm 3,36	-0,56 \pm 1,59	0,418
		Median (IQR)	-0,2 (-3,13-0,1)	-0,1 (-2,5-0,73)	
	ΔE	Ort \pm SS	2,31 \pm 3,15	2,22 \pm 1,19	0,204
		Median (IQR)	1,05 (0,25-3,68)	2,15 (1,14-3,4)	
Renklendirme	ΔL	Ort \pm SS	-12,02 \pm 12,97	-12,97 \pm 5,68	0,204
		Median (IQR)	-8,6 (-20,58/-2,75)	-12,9 (-16,53--9,05)	
	Δa	Ort \pm SS	-16,93 \pm 5,39	-14,26 \pm 5,99	0,326
		Median (IQR)	-15,85 (-21,65/-15,33)	-15 (-18,1/-9,7)	
	Δb	Ort \pm SS	-35,18 \pm 8,62	-27,33 \pm 13,16	0,225
		Median (IQR)	-30,9 (-40,68--29,63)	-27,3 (-39,53/-16,45)	
	ΔE	Ort \pm SS	42,23 \pm 12,13	33,93 \pm 14,33	0,225
		Median (IQR)	36,42 (34,5-50,35)	33,46 (21,76-46,48)	
Temizleme Sonrası	ΔL	Ort \pm SS	-0,5 \pm 8,8	-3,06 \pm 8,77	0,184
		Median (IQR)	-0,25 (-2-4,35)	-5,05 (-10,38-3,05)	
	Δa	Ort \pm SS	-10,49 \pm 3,92	-8,39 \pm 5,48	0,225
		Median (IQR)	-11,15 (-13,23/-7,93)	-7,6 (-12,03/-4,33)	
	Δb	Ort \pm SS	-13,61 \pm 10,65	-16,27 \pm 11,97	0,644
		Median (IQR)	-13,2 (-16,9/-6,6)	-15,15 (-26,93/-5,88)	
	ΔE	Ort \pm SS	18,88 \pm 11,83	20,94 \pm 12,14	0,773
		Median (IQR)	18,64 (11,69-21,25)	18,16 (10,86-30,62)	

Kum grubunda tungsten karbid frez ve elmas frez başlangıç ΔL , Δa , Δb , ΔE değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmemiştir ($p=0,839$, $p=0,857$, $p=0,353$, $p=0,664$). (Tablo 4.19)

Kum grubunda tungsten karbid frez ve elmas frez renklendirme ΔL , Δa , Δb , ΔE değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmemiştir ($p=0,453$, $p=0,355$, $p=0,098$, $p=0,073$). (Tablo 4.19)

Kum grubunda tungsten karbid frez ve elmas frez temizleme sonrası ΔL , Δa , Δb , ΔE değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmemiştir ($p=0,312$, $p=0,371$, $p=0,083$, $p=0,862$). (Tablo 4.19)

Tablo 4.19. Kum grubunda başlangıç, renklendirme ve temizleme sonrası renk ölçüm zamanlarında ΔL , Δa , Δb , ΔE ölçüm değerlerinin tungsten karbid frez ve elmas frez gruplarında karşılaştırılması.

Kum Grubu		Tungsten Karbid Frez	Elmas Frez	p	
Başlangıç	ΔL	Ort \pm SS	0,13 \pm 0,58	0,16 \pm 0,48	0,839
		Median (IQR)	0,15 (-0,05-0,48)	0,2 (-0,18-0,35)	
	Δa	Ort \pm SS	-0,09 \pm 0,25	-0,03 \pm 0,19	0,857
		Median (IQR)	0 (-0,1-0)	-0,05 (-0,1-0,1)	
	Δb	Ort \pm SS	-0,79 \pm 1,95	0,02 \pm 0,96	0,353
		Median (IQR)	-0,2 (-0,48-0,08)	0,1 (-0,63-0,33)	
	ΔE	Ort \pm SS	1,08 \pm 1,91	0,82 \pm 0,71	0,664
		Median (IQR)	0,47 (0,27-0,75)	0,58 (0,27-1,35)	
Renklendirme	ΔL	Ort \pm SS	-11,59 \pm 6,03	-9,49 \pm 4,48	0,453
		Median (IQR)	-8,6 (-17,13/-7,48)	-9,15 (-13,9/-5,75)	
	Δa	Ort \pm SS	-13,15 \pm 5,11	-11,27 \pm 5,62	0,355
		Median (IQR)	-13,2 (-16,78/-9,58)	-10 (-13,63/-6,83)	
	Δb	Ort \pm SS	-25,54 \pm 11,05	-15,55 \pm 10,02	0,098
		Median (IQR)	-24,15 (-32,65/-19,6)	-16,8 (-22,25/-5,3)	
	ΔE	Ort \pm SS	31,22 \pm 12,97	22,3 \pm 10,49	0,073
		Median (IQR)	28,24 (24,73-40,71)	21,82 (12,06-28,16)	
Temizleme Sonrası	ΔL	Ort \pm SS	-2,62 \pm 6,59	-0,47 \pm 7,42	0,312
		Median (IQR)	-0,7 (-5,1-0,53)	0,8 (-2,38-5)	
	Δa	Ort \pm SS	-7,98 \pm 5,59	-5,74 \pm 4,37	0,371
		Median (IQR)	-5,95 (-13,15/-4,23)	-5,15 (-10,35/-3,53)	
	Δb	Ort \pm SS	-11,27 \pm 9,74	-2,93 \pm 11,52	0,083
		Median (IQR)	-9,25 (-15,78/-4,63)	-2,65 (-13,75/-0,13)	
	ΔE	Ort \pm SS	15,09 \pm 11,69	13,58 \pm 7,18	0,862
		Median (IQR)	10,96 (7,09-21,86)	11,5 (6,9-19,24)	

Kumlama sonrası asit grubunda tungsten karbid frez ve elmas frez başlangıç ΔL , Δa , Δb , ΔE değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmemiştir ($p=0,505$, $p=0,999$, $p=0,686$, $p=0,341$). (Tablo 4.20)

Kumlama sonrası asit grubunda tungsten karbid frez ve elmas frez renklendirme ΔL , Δa , Δb , ΔE değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmemiştir ($p=0,644$, $p=0,999$, $p=0,644$, $p=0,299$). (Tablo 4.20)

Kumlama sonrası asit grubunda tungsten karbid frez ve elmas frez temizleme sonrası ΔL , Δa , Δb , ΔE değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmemiştir ($p=0,644$, $p=0,470$, $p=0,544$, $p=0,204$). (Tablo 4.20)

Tablo 4.20. Kumlama sonrası asit grubunda başlangıç, renklendirme ve temizleme sonrası renk ölçüm zamanlarında ΔL , Δa , Δb , ΔE ölçüm değerlerinin tungsten karbid frez ve elmas frez gruplarında karşılaştırılması.

Kum + Asit Grubu		Tungsten Karbid Frez	Elmas Frez	p	
Başlangıç	ΔL	Ort \pm SS	-0,05 \pm 0,78	0,12 \pm 0,61	0,505
		Median (IQR)	0 (-0,43-0,35)	0,1 (-0,15-0,63)	
	Δa	Ort \pm SS	-0,21 \pm 0,4	-0,05 \pm 0,31	0,999
		Median (IQR)	-0,05 (-0,68-0,1)	-0,1 (-0,18-0)	
	Δb	Ort \pm SS	-0,85 \pm 1,81	-0,05 \pm 1,3	0,686
		Median (IQR)	-0,45 (-1,23-0,2)	-0,2 (-0,75-0)	
	ΔE	Ort \pm SS	1,47 \pm 1,59	0,97 \pm 1,07	0,341
		Median (IQR)	0,74 (0,5-1,8)	0,66 (0,26-1,2)	
Renklendirme	ΔL	Ort \pm SS	-21,05 \pm 8,4	-17,43 \pm 8,48	0,644
		Median (IQR)	-18,3 (-21,35/-17,35)	-18,35 (-23,98/-14,9)	
	Δa	Ort \pm SS	-17,74 \pm 6,52	-16,98 \pm 3,64	0,999
		Median (IQR)	-16,95 (-21,78/-12,83)	-17,25 (-19,5/-13,63)	
	Δb	Ort \pm SS	-31,77 \pm 11,91	-30,22 \pm 9,86	0,644
		Median (IQR)	-35,05 (-40,15/-27,4)	-28,9 (-39,85/-22,5)	
	ΔE	Ort \pm SS	43,92 \pm 8,82	39,94 \pm 9,17	0,299
		Median (IQR)	45,03 (37,01-51,38)	37,98 (32,57-49,14)	
Temizleme Sonrası	ΔL	Ort \pm SS	-0,58 \pm 8,18	0,68 \pm 4,46	0,644
		Median (IQR)	-0,5 (-5,55-7,53)	2,2 (-4,05-3,18)	
	Δa	Ort \pm SS	-4,97 \pm 3,96	-6,98 \pm 4,64	0,470
		Median (IQR)	-5,75 (-7,33/-2,85)	-5,7 (-10,05/-3,23)	
	Δb	Ort \pm SS	-4,2 \pm 12,63	-4,22 \pm 6,43	0,544
		Median (IQR)	-7,2 (-12,98-3,05)	-4,5 (-9,88-1,28)	
	ΔE	Ort \pm SS	14,5 \pm 7,7	10,79 \pm 5,37	0,204
		Median (IQR)	13,45 (8,44-18,88)	9,11 (5,85-15,38)	

Tablo 4.21. Tungsten karbid frez grubunda başlangıç, renklendirme ve temizleme sonrası renk ölçüm zamanlarında ΔL , Δa , Δb , ΔE ölçüm değerlerinin asit, lazer, kum, kumlama sonrası asit ve kontrol grubunda karşılaştırılması.

Tungsten Karbid Frez		Asit Grubu	Lazer Grubu	Kum Grubu	Kum + Asit Grubu	Kontrol Grubu	p	
Başlangıç	ΔL	Ort \pm SS	-0,23 \pm 0,64	0,43 \pm 0,95	0,13 \pm 0,58	-0,05 \pm 0,78	0,18 \pm 1,24	0,411
		Median (IQR)	-0,15 (-0,68-0,18)	0,2 (0,1-1,03)	0,15 (-0,05-0,48)	0 (-0,43-0,35)	0,1 (-0,65-0,93)	
	Δa	Ort \pm SS	-0,03 \pm 0,34	-0,14 \pm 0,45	-0,09 \pm 0,25	-0,21 \pm 0,4	0,12 \pm 0,24	0,272
		Median (IQR)	0 (-0,2-0,1)	-0,05 (-0,2-0,18)	0 (-0,1-0)	-0,05 (-0,68-0,1)	0,1 (0-0,3)	
	Δb	Ort \pm SS	-0,54 \pm 1,42	-1,69 \pm 3,36	-0,79 \pm 1,95	-0,85 \pm 1,81	0,25 \pm 0,42	0,061
		Median (IQR)	-0,35 (-0,6-0,2)	-0,2 (-3,13-0,1)	-0,2 (-0,48-0,08)	-0,45 (-1,23-0,2)	0,25 (0,15-0,9)	
ΔE	Ort \pm SS	1,17 \pm 1,18	2,31 \pm 3,15	1,08 \pm 1,91	1,47 \pm 1,59	1,13 \pm 0,85	0,626	
	Median (IQR)	0,8 (0,33-2,01)	1,05 (0,25-3,68)	0,47 (0,27-0,75)	0,74 (0,5-1,8)	1,02 (0,36-1,85)		
Renklendirme	ΔL	Ort \pm SS	-18,99 \pm 6,27	-12,02 \pm 12,97	-11,59 \pm 6,03	-21,05 \pm 8,4	-17,32 \pm 13,73	0,045
		Median (IQR)	-17,85 (-24,38/14,63)	-8,6 (-20,58--2,75)	-8,6 (-17,13/-7,48)	-18,3 (-21,35--17,35)	-19,1 (-26,78--3,45)	
	Δa	Ort \pm SS	-14,33 \pm 3,46	-16,93 \pm 5,39	-13,15 \pm 5,11	-17,74 \pm 6,52	-10,82 \pm 5,9	0,093
		Median (IQR)	-13,45 (-18,13/-11,93)	-15,85 (-21,65/-15,33)	-13,2 (-16,78/-9,58)	-16,95 (-21,78/-12,83)	-11,3 (-15,25--8,45)	
	Δb	Ort \pm SS	-29,15 \pm 10,71	-35,18 \pm 8,62	-25,54 \pm 11,05	-31,77 \pm 11,91	-25,38 \pm 19,41	0,148
		Median (IQR)	-30,7 (-37,1/-17,83)	-30,9 (-40,68/-29,63)	-24,15 (-32,65/-19,6)	-35,05 (-40,15/-27,4)	-25,45 (-41--10,65)	
ΔE	Ort \pm SS	38,12 \pm 11,18	42,23 \pm 12,13	31,22 \pm 12,97	43,92 \pm 8,82	34,44 \pm 21,47	0,042	
	Median (IQR)	38,5 (25,89-46,59)	36,42 (34,5-50,35)	28,24 (24,73-40,71)	45,03 (37,01-51,38)	33,85 (15,75-50,64)		
Temizleme Sonrası	ΔL	Ort \pm SS	-1,73 \pm 6,14	-0,5 \pm 8,8	-2,62 \pm 6,59	-0,58 \pm 8,18	-17,32 \pm 13,73	0,011
		Median (IQR)	-2,1 (-7,98-3,93)	-0,25 (-2-4,35)	-0,7 (-5,1-0,53)	-0,5 (-5,55-7,53)	-19,1 (-26,78--3,45)	
	Δa	Ort \pm SS	-4,8 \pm 3,06	-10,49 \pm 3,92	-7,98 \pm 5,59	-4,97 \pm 3,96	-10,82 \pm 5,9	0,004
		Median (IQR)	-5,45 (-7,43/-1,7)	-11,15 (-13,23--7,93)	-5,95 (-13,15/-4,23)	-5,75 (-7,33/-2,85)	-11,3 (-15,25--8,45)	
	Δb	Ort \pm SS	-3,66 \pm 8,99	-13,61 \pm 10,65	-11,27 \pm 9,74	-4,2 \pm 12,63	-25,38 \pm 19,41	0,01
		Median (IQR)	-4,1 (-9,28-1,08)	-13,2 (-16,9/-6,6)	-9,25 (-15,78/-4,63)	-7,2 (-12,98-3,05)	-25,45 (-41--10,65)	
ΔE	Ort \pm SS	11,21 \pm 5,81	18,88 \pm 11,83	15,09 \pm 11,69	14,5 \pm 7,7	34,44 \pm 21,47	0,024	
	Median (IQR)	11,37 (6,75-14,51)	18,64 (11,69-21,25)	10,96 (7,09-21,86)	13,45 (8,44-18,88)	33,85 (15,75-50,64)		

Tablo 4.22. Tungsten karbid frez grubunda alt grupların başlangıç, renklendirme ve temizleme sonrası renk ölçüm zamanlarında ΔL , Δa , Δb , ΔE ölçüm değerlerinin karşılaştırılması.

Dunn's Çoklu Karşılaştırma Testi	Başlangıç				Renklendirme				Temizleme Sonrası			
	ΔL	Δa	Δb	ΔE	ΔL	Δa	Δb	ΔE	ΔL	Δa	Δb	ΔE
Asit Grubu / Lazer Grubu					0,021			0,488	0,299	0,001	0,019	0,049
Asit Grubu / Kum Grubu					0,009			0,184	0,977	0,285	0,106	0,453
Asit Grubu / Kum+Asit Grubu					0,507			0,184	0,564	0,795	0,544	0,386
Asit Grubu / Kontrol Grubu					0,792			0,510	0,015	0,01	0,006	0,007
Lazer Grubu / Kum Grubu					0,686			0,013	0,326	0,157	0,453	0,273
Lazer Grubu / Kum+Asit Grubu					0,024			0,248	0,795	0,003	0,083	0,184
Lazer Grubu / Kontrol Grubu					0,448			0,262	0,004	0,692	0,049	0,045
Kum Grubu / Kum+Asit Grubu					0,009			0,013	0,563	0,285	0,326	0,954
Kum Grubu / Kontrol Grubu					0,575			0,742	0,005	0,235	0,046	0,035
Kum+Asit Grubu / Kontrol Grubu					0,998			0,166	0,004	0,018	0,012	0,018

Tungsten karbid frez asit, lazer, kum, kumlama sonrası asit ve kontrol gruplarının başlangıç ΔL , Δa , Δb , ΔE değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmemiştir ($p=0,411$, $p=0,272$, $p=0,061$, $p=0,626$). (Tablo 4.21)

Tungsten karbid frez asit, lazer, kum, kumlama sonrası asit ve kontrol gruplarının renklendirme Δa , Δb değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmemiştir ($p=0,093$, $p=0,148$). (Tablo 4.21)

Tungsten karbid frez asit, lazer, kum, kumlama sonrası asit ve kontrol gruplarının renklendirme ΔL değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmiştir ($p=0,045$). (Tablo 4.21) Asit grubunun renklendirme ΔL değerleri, lazer ve kum gruplarından istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük bulunmuş ($p=0,021$ $p=0,009$), kumlama sonrası asit grubunun renklendirme ΔL değerleri, lazer ve kum gruplarından istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük bulunmuş ($p=0,024$ $p=0,009$) ve diğer gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmemiştir ($p>0,05$). (Tablo 4.22)

Tungsten karbid frez asit, lazer, kum, kumlama sonrası asit ve kontrol gruplarının renklendirme ΔE değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmiştir ($p=0,042$). (Tablo 4.21) Kum grubunun renklendirme ΔE değerleri lazer ve kumlama sonrası asit gruplarından istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük bulunmuş ($p=0,013$) ve diğer gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmemiştir ($p>0,05$). (Tablo 4.22)

Tungsten karbid frez asit, lazer, kum, kumlama sonrası asit ve kontrol gruplarının temizleme sonrası ΔL değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmiştir ($p=0,011$). (Tablo 4.21) Kontrol grubunun temizleme sonrası ΔL değerleri asit, lazer, kum ve kumlama sonrası asit gruplarından istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük bulunmuş ($p=0,015$ $p=0,004$ $p=0,005$ $p=0,004$) ve diğer gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmemiştir ($p>0,05$). (Tablo 4.22)

Tungsten karbid frez asit, lazer, kum, kumlama sonrası asit ve kontrol gruplarının temizleme sonrası Δa değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmiştir ($p=0,004$). (Tablo 4.21) Kontrol grubu temizleme sonrası Δa değerleri asit ve kumlama sonrası asit gruplarından istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük bulunmuş ($p=0,01$ $p=0,018$), lazer grubu temizleme sonrası Δa değerleri asit ve kumlama sonrası asit gruplarından istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük bulunmuş ($p=0,001$ $p=0,003$) ve diğer gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmemiştir ($p>0,05$). (Tablo 4.22)

Tungsten karbid frez asit, lazer, kum, kumlama sonrası asit ve kontrol gruplarının temizleme sonrası Δb değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmiştir ($p=0,01$). (Tablo 4.21) Kontrol grubu temizleme sonrası Δb değerleri asit, lazer, kum ve kumlama sonrası asit gruplarından istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük bulunmuş ($p=0,006$ $p=0,049$ $p=0,046$ $p=0,012$), lazer grubu temizleme sonrası Δb değerleri asit grubundan istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük bulunmuş ($p=0,019$) ve diğer gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmemiştir ($p>0,05$). (Tablo 4.22)

Tungsten karbid frez asit, lazer, kum, kumlama sonrası asit ve kontrol gruplarının temizleme sonrası ΔE değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmiştir ($p=0,024$). (Tablo 4.21) Kontrol grubu temizleme sonrası ΔE değerleri asit, lazer, kum ve kumlama sonrası asit gruplarından istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek bulunmuş ($p=0,007$ $p=0,045$ $p=0,035$ $p=0,018$), lazer grubu temizleme sonrası ΔE değerleri asit grubundan istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek bulunmuş ($p=0,049$) ve diğer gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmemiştir ($p>0,05$). (Tablo 4.22)

Tablo 4.23. Elmas frez grubunda başlangıç, renklendirme ve temizleme sonrası renk ölçüm zamanlarında ΔL , Δa , Δb , ΔE ölçüm değerlerinin asit, lazer, kum, kumlama sonrası asit ve kontrol grubunda karşılaştırılması.

Elmas Frez		Asit Grubu	Lazer Grubu	Kum Grubu	Kum + Asit Grubu	Kontrol Grubu	p
Başlangıç	ΔL	Ort \pm SS	-0,32 \pm 1,06	0,3 \pm 1,75	0,16 \pm 0,48	0,12 \pm 0,61	0,18 \pm 1,24
		Median (IQR)	-0,1 (-0,6-0,18)	0,1 (-1,13-1,78)	0,2 (-0,18-0,35)	0,1 (-0,15-0,63)	0,1 (-0,65-0,93)
	Δa	Ort \pm SS	0,1 \pm 0,2	-0,17 \pm 0,85	-0,03 \pm 0,19	-0,05 \pm 0,31	0,12 \pm 0,24
		Median (IQR)	0,15 (-0,1-0,2)	-0,1 (-0,65-0,1)	-0,05 (-0,1-0,1)	-0,1 (-0,18-0)	0,1 (0-0,3)
	Δb	Ort \pm SS	-0,12 \pm 2,01	-0,56 \pm 1,59	0,02 \pm 0,96	-0,05 \pm 1,3	0,25 \pm 0,42
		Median (IQR)	0,05 (-0,95-1,08)	-0,1 (-2,5-0,73)	0,1 (-0,63-0,33)	-0,2 (-0,75-0)	0,25 (0,15-0,9)
ΔE	Ort \pm SS	1,68 \pm 1,5	2,22 \pm 1,19	0,82 \pm 0,71	0,97 \pm 1,07	1,13 \pm 0,85	
	Median (IQR)	1,08 (0,72-3,12)	2,15 (1,14-3,4)	0,58 (0,27-1,35)	0,66 (0,26-1,2)	1,02 (0,36-1,85)	0,062
Renklendirme	ΔL	Ort \pm SS	-22,18 \pm 7,71	-12,97 \pm 5,68	-9,49 \pm 4,48	-17,43 \pm 8,48	-17,32 \pm 13,73
		Median (IQR)	-20,15 (-27,88/-16,43)	-12,9 (-16,53/-9,05)	-9,15 (-13,9/-5,75)	-18,35 (-23,98/-14,9)	-19,1 (-26,78--3,45)
	Δa	Ort \pm SS	-16,48 \pm 3,43	-14,26 \pm 5,99	-11,27 \pm 5,62	-16,98 \pm 3,64	-10,82 \pm 5,9
		Median (IQR)	-16,75 (-19,25/-12,68)	-15 (-18,1/-9,7)	-10 (-13,63--6,83)	-17,25 (-19,5/-13,63)	-11,3 (-15,25--8,45)
	Δb	Ort \pm SS	-35,51 \pm 10,82	-27,33 \pm 13,16	-15,55 \pm 10,02	-30,22 \pm 9,86	-25,38 \pm 19,41
		Median (IQR)	-35,55 (-43,23/-28,18)	-27,3 (-39,53/-16,45)	-16,8 (-22,25--5,3)	-28,9 (-39,85/-22,5)	-25,45 (-41--10,65)
ΔE	Ort \pm SS	45,81 \pm 10,34	33,93 \pm 14,33	22,3 \pm 10,49	39,94 \pm 9,17	34,44 \pm 21,47	
	Median (IQR)	47,14 (35,48-53,73)	33,46 (21,76-46,48)	21,82 (12,06-28,16)	37,98 (32,57-49,14)	33,85 (15,75-50,64)	0,002
Temizleme Sonrası	ΔL	Ort \pm SS	-6,82 \pm 10,33	-3,06 \pm 8,77	-0,47 \pm 7,42	0,68 \pm 4,46	-17,32 \pm 13,73
		Median (IQR)	-2,8 (-13,28/-0,53)	-5,05 (-10,38-3,05)	0,8 (-2,38-5)	2,2 (-4,05-3,18)	-19,1 (-26,78--3,45)
	Δa	Ort \pm SS	-9,95 \pm 5,48	-8,39 \pm 5,48	-5,74 \pm 4,37	-6,98 \pm 4,64	-10,82 \pm 5,9
		Median (IQR)	-9,05 (-11,53/-7,58)	-7,6 (-12,03/-4,33)	-5,15 (-10,35/-3,53)	-5,7 (-10,05/-3,23)	-11,3 (-15,25--8,45)
	Δb	Ort \pm SS	-14,46 \pm 14,13	-16,27 \pm 11,97	-2,93 \pm 11,52	-4,22 \pm 6,43	-25,38 \pm 19,41
		Median (IQR)	-12,3 (-19,1/-8,25)	-15,15 (-26,93--5,88)	-2,65 (-13,75/-0,13)	-4,5 (-9,88-1,28)	-25,45 (-41--10,65)
ΔE	Ort \pm SS	22,48 \pm 13,12	20,94 \pm 12,14	13,58 \pm 7,18	10,79 \pm 5,37	34,44 \pm 21,47	
	Median (IQR)	17,41 (14,21-31,06)	18,16 (10,86-30,62)	11,5 (6,9-19,24)	9,11 (5,85-15,38)	33,85 (15,75-50,64)	0,005

Tablo 4.24. Elmas frez grubunda alt grupların başlangıç, renklendirme ve temizleme sonrası renk ölçüm zamanlarında ΔL , Δa , Δb , ΔE ölçüm değerlerinin karşılaştırılması.

Dunn's Çoklu Karşılaştırma Testi	Başlangıç				Renklendirme				Temizleme Sonrası			
	ΔL	Δa	Δb	ΔE	ΔL	Δa	Δb	ΔE	ΔL	Δa	Δb	ΔE
Asit Grubu / Lazer Grubu					0,003	0,174	0,133	0,048			0,908	0,773
Asit Grubu / Kum Grubu					0,0001	0,028	0,0001	0,0001			0,024	0,083
Asit Grubu / Kum+Asit Grubu					0,356	0,908	0,225	0,184			0,016	0,008
Asit Grubu / Kontrol Grubu					0,468	0,01	0,166	0,129			0,086	0,166
Lazer Grubu / Kum Grubu					0,157	0,272	0,028	0,048			0,015	0,106
Lazer Grubu / Kum+Asit Grubu					0,043	0,148	0,525	0,248			0,013	0,015
Lazer Grubu / Kontrol Grubu					0,509	0,276	0,895	0,895			0,166	0,147
Kum Grubu / Kum+Asit Grubu					0,003	0,011	0,003	0,001			0,954	0,248
Kum Grubu / Kontrol Grubu					0,291	0,767	0,129	0,210			0,092	0,118
Kum+Asit Grubu / Kontrol Grubu					0,998	0,007	0,468	0,356			0,101	0,117

Elmas frez asit, lazer, kum, kuqlama sonrası asit ve kontrol gruplarının başlangıç ΔL , Δa , Δb , ΔE değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmemiştir ($p=0,753$, $p=0,085$, $p=0,168$ $p=0,062$). (Tablo 4.23)

Elmas frez asit, lazer, kum, kuqlama sonrası asit ve kontrol gruplarının renklendirme ΔL değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmiştir ($p=0,003$). (Tablo 4.23) Asit grubu renklendirme ΔL değerleri lazer ve kum gruplarından istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük bulunmuş ($p=0,003$ $p=0,0001$), kuqlama sonrası asit grubu renklendirme ΔL değerleri lazer ve kum grubundan istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük bulunmuş ($p=0,043$ $p=0,003$) ve diğer gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmemiştir ($p>0,05$). (Tablo 4.24)

Elmas frez asit, lazer, kum, kuqlama sonrası asit ve kontrol gruplarının renklendirme Δa değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmiştir ($p=0,012$). (Tablo 4.23) Asit grubunun renklendirme Δa değerleri kum ve kontrol gruplarından istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük bulunmuş ($p=0,028$ $p=0,01$), kuqlama sonrası asit grubunun renklendirme Δa değerleri kum ve kontrol gruplarından istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük bulunmuş ($p=0,011$ $p=0,007$) ve diğer gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmemiştir ($p>0,05$). (Tablo 4.24)

Elmas frez asit, lazer, kum, kuqlama sonrası asit ve kontrol gruplarının renklendirme Δb değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmiştir ($p=0,006$). (Tablo 4.23) Kum grubu renklendirme Δb değerleri asit, lazer ve kuqlama sonrası asit gruplarından istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek bulunmuş ($p=0,0001$ $p=0,028$ $p=0,003$) ve diğer gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmemiştir ($p>0,05$). (Tablo 4.24)

Elmas frez asit, lazer, kum, kuqlama sonrası asit ve kontrol gruplarının renklendirme ΔE değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmiştir ($p=0,002$). (Tablo 4.23) Kum grubu renklendirme ΔE değerleri asit, lazer ve kuqlama sonrası asit gruplarından istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük bulunmuş ($p=0,0001$ $p=0,048$ $p=0,001$), lazer grubu renklendirme ΔE

değerleri asit grubundan istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük bulunmuş ($p=0,048$) ve diğer gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmemiştir ($p>0,05$). (Tablo 4.24)

Elmas frez asit, lazer, kum, kumlama sonrası asit ve kontrol gruplarının temizleme sonrası ΔL , Δa değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmemiştir ($p=0,083$, $p=0,141$). (Tablo 4.23)

Elmas frez asit, lazer, kum, kumlama sonrası asit ve kontrol gruplarının temizleme sonrası Δb değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmiştir ($p=0,002$). (Tablo 4.23) Asit grubu temizleme sonrası Δb değerleri kum ve kumlama sonrası asit gruplarından istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük bulunmuş ($p=0,024$ $p=0,016$), lazer grubu temizleme sonrası Δb değerleri kum ve kumlama sonrası asit gruplarından istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük bulunmuş ($p=0,015$ $p=0,013$) ve diğer gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmemiştir ($p>0,05$). (Tablo 4.24)

Elmas frez asit, lazer, kum, kumlama sonrası asit ve kontrol gruplarının temizleme sonrası ΔE değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmiştir ($p=0,005$). (Tablo 4.23) Kumlama sonrası asit grubunun temizleme sonrası ΔE değerleri asit ve lazer gruplarından istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük bulunmuş ($p=0,008$, $p=0,015$) ve diğer gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmemiştir ($p>0,05$). (Tablo 4.24)

5. TARTIŞMA

5.1 Amacın ve Yöntemin Tartışması

Ortodontik tedavi sonunda braket sökümü, kalan yapıştırıcı artıklarının temizliği ile birlikte başlangıçtaki mine yüzeyi pürüzlendirmesi gibi yapılan işlemler, mine yüzeyinde fiziksel ve estetik değişikliklere sebep olmaktadır (2-8). Bu değişikliklerden biri olan renk değişikliği, hastanın tedavi sonunda memnun kalmamasına sebep olabilir. Bu açıdan ortodontik tedavide renk değişikliği oldukça önemli bir konu olup dikkate alınması gerekmektedir.

Yapılan literatür araştırmaları sonucunda ortodontik tedavi sonrasında renk değişikliğini inceleyen az sayıda çalışma olduğu görülmüştür (30,31,34,38,39,114,134,146,203-205). Ancak bu çalışmalar arasında farklı mine pürüzlendirme yöntemlerinin diş renk değişikliklerine etkilerinin farklı adeziv temizleme yöntemleriyle karşılaştırarak değerlendiren bir çalışma mevcut değildir.

Çalışmamız *in-vitro* olarak gerçekleştirilmesine rağmen, elde edilecek sonuçların klinik açıdan uygunluğunu en üst düzeyde tutabilmek için, çalışmamızda insan dişi kullanılmıştır. Hangi dişin kullanılacağı konusunda ise; bazı çalışmalarda, *in-vitro* çalışmalar için en uygun dişin üst orta kesici olduğu bildirilmesine rağmen, bu dişlerin erişkin hasta grubunda genelde periodontal kaynaklı çekim endikasyonu konularından ve yaşla beraber madde kaybına uğramalarından dolayı genelde kullanılmamaktadır (208). Hobson ve ark.'nın (209) asitleme işleminin kesici, küçük azı ve büyük azı gibi farklı diş tipleri üzerine etkisini inceledikleri çalışmada, farklı dişlerin istatistiksel olarak farklı asitle pürüzlendirme paternine sahip oldukları belirtilmiştir. Ancak aynı tip dişlerde, sağ sol ve alt üst arasında anlamlı bir fark olmadığı vurgulanmıştır. Tüm bu faktörleri değerlendirerek bu çalışmada *in-vitro* çalışmaların bir çoğunda kullanıldığı tespit edilen ve ortodontik amaçla en çok çekilen dişler olan üst ve alt birinci ve ikinci küçük azı dişlerin kullanılmasına karar verilmiştir. Renk ölçümünün dişlerdeki bütün ve sağlam olmayan mine yapısından etkilenebileceği düşünülmüş ve

çürüğü, çatlağı, kırığı, beyaz nokta lezyonu, demineralizasyon alanı ve abrazyonu bulunan, restoratif tedavi görmüş ve çekim sırasında tahrip olan dişler çalışmaya dahil edilmemiştir.

Çalışmamızda örnekler randomize olarak gruplara dağıtılmıştır. Randomize gruplandırma, örneklerin farklı gruplara raslantısal olarak dağıtılmasıdır. Bu durum, sonuçların güvenilirliği ve doğruluğu için gereklidir (210).

Çalışmada kullanılacak olan dişlerin mine yapısı değişmeden, tüm deney zarfında hiçbir değişiklik gerçekleşmeden optimum süre saklanabilmesi, kullanılan solüsyona ve saklama koşullarına bağlıdır. Bu bağlamda diğer çalışmalar değerlendirildiğinde, bu amaçla araştırmacılar tarafından serum fizyolojik (211,212), timol solüsyonu (128,146,170,213-219), distile su (29,138,203,220-225), normal salin solüsyonu, değişik yoğunlukta alkol çözeltileri (121,137,226-228), formalin (229,230), kloramin-T (231) gibi çok çeşitli solüsyonların kullanıldığı tespit edilmiştir. *In-vitro* çalışmalarda dişleri saklama konusunda bir çok farklı araştırma bulunması bu konu ile ilgili bir standardizasyon geliştirilmesi gerekliliğini ortaya çıkarmaktadır. Bu çalışmada dişler çekildiği tarihten itibaren distile suda bekletilmiştir. Bakteriyel infiltrasyonu engellemek amacıyla distile su haftada bir kez yenilenmiştir.

Mine yüzeyine pürüzlendirme işlemi yapılmadan önce yeterli mine-adeziv bağlantısı oluşturmak amacıyla, diş üzerindeki organik artıkların uzaklaştırılması için yüzey profilaksisi işlemi yapılmalıdır. Bu işlem genellikle düşük devirli mikromotor ucuna takılan lastik disk veya kıl fırça ile flor içermeyen bir pat yardımıyla gerçekleştirilmektedir (22,26,30,33-35,213-218). Yapılan araştırmada, SEP uygulanan dişlere pomza ile profeksi uygulamanın tutuculuğu olumlu yönde etkilediği ve kesinlikle yapılması gerektiği vurgulanmıştır (48). Bu yüzden çalışmamızda pürüzlendirme işlemi öncesinde dişlerin bukkal yüzeyleri, düşük devirli hava soğutmalı angıldruva ucuna takılmış kıl fırça kullanılarak, pomza ile 10 saniye süresince temizlenmiştir.

In-vitro renk ölçüm çalışmalarında dişler, renk ölçümünden önce veya sonra soğuk akrilikten hazırlanan bloklara alınmışlardır (30,38,203). Böylelikle, bütün örneklerin deney cihazına aynı şekilde yerleştirilmelerini sağlayacak bir standardizasyon geliştirilmiştir. Yapılan çalışmada dişlerin farklı bölgelerinin farklı renklere sahip olduğu kanıtlanmıştır (165). Bundan dolayı pürüzlendirilen mine yüzeyinin braketlenmesi, sökümü, temizlenmesi gibi işlemlerin hep aynı bölgeden yapılması büyük önem taşımaktadır. Ancak, ölçümlerin her zaman aynı yerden yapılması, spektrofotometre kullanımının zorluklarından biridir (189). Eliades ve ark. (114) iki farklı adezivin mine yüzeyinde oluşturduğu renk değişikliğini kıyasladıkları çalışmalarında, yapışkan bantın ortasından renk ölçüm cihazının ucuna uygun 3 mm çapında bir yuvarlak pencere çıkarmışlar ve bu bantı diş yüzeyine yapıştırarak ölçümlerin hep aynı bölgeden yapılmasını sağlamışlardır. Boncuk (39) yapmış olduğu çalışmada diş yüzeyine uygun 8 mm çapında, ortasında braketin boyutlarına uygun eni 3 mm, boyu 3,5 mm dikdörtgen penceresi olan diş yüzeyine uygun özel yuvarlak etiketler hazırlamıştır. Gönül (31) ise yapmış olduğu çalışmada, bu amaçla spektrofotometrenin başlığına tam oturacak şekilde bir akrilik kapak hazırlamış ve her diş için bu kapağa tek bir yerden oturan akrilik kalıplar yapmıştır. Akrilik kapak sayesinde tekrarlanan ölçümlerin hep aynı yerden yapılması sağlanmıştır. Çalışmamızda Gönül'ün çalışması örnek alınarak akrilik bloklar ve kapak hazırlanmıştır.

Renk ölçümleri, ölçüm yapılan yüzeyin ışık aydınlatması ve ölçümün yapıldığı yüzeyin renginden etkilenmektedir (232). Çalışmamızdaki akrilik bloklama ile birlikte, tüm dişlerde aynı standart zeminin kullanılması ve ölçümlerin günün aynı saatinde yapılması ile yansıyan ışığın renk ölçümünü etkilemesi engellenmeye çalışılmıştır (233).

Renk belirleme işlemlerinde, insan gözünün hassasiyeti çevresel ve psikolojik faktörlerden etkilenebildiğinden dolayı yanılgılar ortaya çıkabilmektedir. Renk değerlendirmesine ait en büyük problemlerden biri subjektif faktörlerdir. Bu durumu elemine etmek için renk ölçüm cihazlarının kullanılması gerekmektedir. Yüzey renginin ölçülmesinde en yaygın olarak kullanılan aletler spektrofotometreler olup, uzun süre doğru, objektif ve

standartlara uygun sonuçlar verirler (189). Ayrıca insan gözü üç çeşit sensör içerirken bu cihazlar daha çok sayıda sensör içerdiklerinden dolayı, insan gözünün ayırt edemeyeceği farklılıkları da tespit edebilirler. Klinik olarak kullanımda olan çok sayıda elektronik renk eşleştirme cihazları bulunmaktadır. Kim-Pussateri ve ark. (234), 2009 yılında dört farklı dental renk eşleştirme aygıtını (SpectroShade[®], ShadeVision[®], Vita Easyshade[®], and ShadeScan[®]) doğrulukları ve güvenilirlikleri bakımından karşılaştırmışlardır. Elde edilen sonuçlara göre güvenilirlik açısından ShadeScan[®] anlamlı derecede düşük bulunurken, % 90'ın üzerinde uyum gösteren diğer üç cihaz arasında fark görülememiştir. Doğruluk açısından karşılaştırıldıklarında, tüm cihazlar arasında anlamlı farklılıklar görülmemiş ve %96,4 ile Vita Easyshade[®] en doğru sonucu vermiştir. Dozic ve ark. (235) 2007 yılında yaptıkları çalışmada, standart A1, A2, A3, A3,5 ve A4 Vita Lumin renk skalasındaki renkler üstünde beş farklı elektronik dental renk eşleştirme aygıtı (ShadeScan[®], VITA Easyshade[®], Ikam[®], Identacolor[®] II ve ShadeEye[®]) kullanarak beş kez ölçüm yapmışlardır. 25 diş hekimliği fakültesi öğrencisinin sağ üst santral dişinde ölçüm yapılmıştır. Sonuç olarak Easyshade[®] ve Ikam[®] sistemleri en güvenilir sonuçları verirken, diğer cihazlar *in-vitro* ölçümlerde, *in-vivo* ölçümlere göre daha güvenilir bulunmuşlardır. Ulaşılabilirliği ve kullanım kolaylığı gibi avantajlarından dolayı bu çalışmada, renk değişikliğinin tespiti için Vita Easyshade[®] cihazı kullanılmıştır.

Çalışmamızda CIEL*a*b* sistemi renk tanımı için kullanılmıştır. Renk tanımı için, CIEL*a*b* renk uzayı en çok kullanılan sistemdir. Bu üç boyutlu renk uzayında L*, a* ve b* denilen üç farklı eksen yer almaktadır. İlk eksen olan L* değeri bir nesnenin açıklığı olarak tanımlanabilir ve skalada mükemmel yansıtıcı 100, mükemmel siyah ise 0 L* değerini alır. Diğer eksen olan b* eksenini negatif değerler için maviliği, pozitif değerler için sarılığı temsil eder. Son olarak a* eğer negatif değere sahipse yeşilliği, pozitif değere sahipse kırmızılığı temsil eder. a* ve b* koordinatları nötral renklere 0'a ulaşırken daha yoğun ve doygun renklere değerleri artar. Renk farklılıklarının birim olarak ifade edilebilmesi CIEL*a*b* sisteminin en önemli avantajıdır. Renk değişikliğinin büyüklüğü ΔE olarak tanımlanır. ΔE değerleri aynı örneklerin veya farklı örneklerin zaman içindeki L*, a*, b* koordinatlarındaki değişikliklerin miktarını matematiksel olarak ifade eder. Formül sonucu elde edilen tek bir sayı, renk değişikliğinin yapısı ve

yönünden çok, toplam farkın miktarını ifade ettiğinden dolayı, toplam renk değişikliğine ait komponentlerin tek tek incelenmesiyle daha değerli bilgiler elde edilir (164). İnsan gözü bu renk farklılıklarını gözleme açısından sınırlı olup, 1'in altındaki ΔE değerlerini algılayamamaktadır (175,176). 2 ile 3,7 arasındaki ΔE değerleri, renk farklılıklarının klinik olarak algılanabilir ama kabul edilebilir aralığını temsil etmektedir. Klinik koşullar altında 3,7 ve bundan daha büyük ΔE değerlerinin ise kabul edilemeyeceği bildirilmiştir (177). Çalışmamızda, önceki çalışmalardaki gibi ΔE eşik değeri 3,7 olarak kabul edilmiştir (30,31,39,114,134,146,203-205).

Mineyi pürüzlendirme için günümüzde birçok yöntem kullanılmaktadır. Asit ile pürüzlendirme yöntemi günümüzde en sık kullanılan mine pürüzlendirme yöntemlerinden biridir. %5 konsantrasyondaki ortofosforik asitin bağlanma kuvveti açısından yeterli olduğunu gösteren araştırmalar olmasına rağmen (53), günümüzde en sık %30 ile %40 arasındaki yoğunluklarda ortofosforik asit kullanılmaktadır (54). Bazı çalışmalarda %37'lik ortofosforik asitin 15 saniye ile 60 saniye süre ile uygulanması arasında bağlanma gücü açısından istatistiksel olarak anlamlı fark olmadığı (63,64), bazılarında ise 15 saniyelik pürüzlendirmede düşük bağlanma kuvveti olmasına karşın mine kaybının daha az olduğu, bundan dolayı klinik kullanım açısından daha uygun olabileceği bildirilmiştir (65,66). Asidin 60 saniyeden fazla uygulanması sonucunda mine tabakasında çok fazla çözünme olduğu için tutuculuğun önemli derecede azaldığı sonucuna varılmıştır (51). Yapılan bir başka çalışmada farklı sürelerde asit uygulanan mine yüzeyleri SEM analizi ile incelenmiştir. % 37'lik ortofosforik asitin 60 saniye uygulanması sonucunda mine prizmalarında 27,1 μm asitleme derinliği, %5'lik ortofosforik asitin 15 saniye uygulanması sonucunda 3,5 μm derinlik oluşturduğunu, sonuç olarak %37'lik ortofosforik asit için en uygun sürenin 15-30 saniye olduğu belirtilmiştir (4). Mineyi pürüzlendirmek amacıyla likit halindeki ortofosforik asit solüsyonlarının, istenmeyen mine alanlarına temas etmesinden dolayı kontrolü zordur. Bu sebeple viskozitesi yüksek jel kıvamındaki asitler daha kontrollü uygulama sağlamakta (23), ve Proffit (236) tarafından da önerilmektedir. Çalışmamızdaki geleneksel asitle pürüzlendirme gruplarındaki dişlere, jel şeklinde %37'lik ortofosforik asit 15 saniye bekletilerek uygulanmıştır.

Dental lazerler ortodonti pratiğinde farklı bir mine pürüzlendirme yöntemi olarak kullanılmaya başlanmıştır. Çalışmamıza, asit ile pürüzlendirme yöntemlerine alternatif olan lazer ile pürüzlendirme yöntemi eklenmiş ve son yıllarda popüleritesini arttıran Er:YAG lazer sistemi kullanılmıştır. Ağrısız olması, dentin tübüllerini açması, ısı ve vibrasyon oluşturmaması, remineralizasyon oluşturması, pürüzlendirilen yüzeyin aside karşı direnç kazanması, uygulama süresinin kısa olması minenin lazer ile pürüzlendirilmesindeki avantajlarıdır (21,23,96,97,109). Geleneksel asit, uygulama ardından asitin dişten uzaklaştırılması için yıkanması sırasında ağızda hoş olmayan tat oluşturmakta ve özellikle çocuk hastalarda istenmeyen davranışlara sebep olabilmektedir. Lazer uygulamalarında, hem hasta ve hekim için zaman tasarrufu sağlanacağı, hem de asit uygulamalarının getirdiği olumsuzlukların önleneyeceği belirtilmektedir (102). İşlem sırasında başarılı şekilde pürüzlendirme yapabilmek (92), ve iyatrojenik hasarı azaltabilmek (93) için su soğutmasından yararlanılmıştır. Lazer ile pürüzlendirilmiş minenin, asit ile pürüzlendirilmiş mine yüzeyine göre daha dirençli olduğu belirtilmektedir (84). Gönül (31) yapmış olduğu tez çalışmasında; asit ve SEP ile yapılan pürüzlendirmelerde, renklendirme ajanlarından bağımsız olarak benzer renk değişikliği bulgularını gözlerken, lazer ile yapılan pürüzlendirmede tutarsız bulgulara rastlamıştır. Bu doğrultuda çalışmamızda renk değişikliğini diğer pürüzlendirme yöntemlerine kıyaslamak amacıyla lazer ile pürüzlendirme yöntemi kullanılmıştır.

Son dönemlerde mine yüzeyini pürüzlendirmek için kumlama yöntemi de diğer alternatif yöntemler arasında yer almaktadır. Belli koşullar altında mine kaybının kumlama ile pürüzlendirme yönteminde, asit ile pürüzlendirme yöntemi ile aynı olduğu görülmektedir (74). Olsen ve ark. (72) yaptıkları çalışmada, geleneksel asit ile pürüzlendirme yöntemi ve farklı partikül boyutları ile yapılan kumlama ile pürüzlendirme yöntemlerinin mine yüzeyine bağlanma kuvvetlerinin özelliklerini karşılaştırılmışlardır. Geleneksel asit ile pürüzlendirilen mine yüzeyine bağlanma kuvveti en fazla iken, 90 µm partikül boyutundaki kumlama ile pürüzlendirme 50 µm boyutuna göre mineye daha kuvvetli bağlanma özelliğine sahip olmasına rağmen mine yüzeyine daha fazla zarar vermiştir.

Mine yüzeyine alüminyum oksit tozlarını püskürterek pürüzlülük elde edilen, fakat bu şekilde yapıştırılan braketlerin çok düşük yapışma dayanıklılığına sahip olduklarını bildirilen çalışma (28) olmasına rağmen; asitleme ve kuşlama yöntemlerinin her ikisinin de klinik olarak kabul edilebilir düzeyde bağlanma kuvvetine sahip olduğunu bildiren çalışma da mevcuttur (70).

Son dönemin en yaygın tedavilerinden biri olan lingual ortodontik tedavide mine yüzeyini pürüzlendirmek için kuşlama sonrası asit ile pürüzlendirme yöntemi kullanılmaktadır. Kuşlama ile pürüzlendirme, asit ile pürüzlendirme ve kuşlama ve asit kombinasyonu ile pürüzlendirme yöntemlerinin mine yüzeyine bağlanma kuvveti açısından kıyaslandıkları çalışmada, kuşlama ve asit kombinasyonu ile pürüzlendirme grubu ve asitle pürüzlendirme grubu, kuşlama ile pürüzlendirme grubuna göre istatistiksel olarak daha iyi bağlanma kuvveti göstermişlerdir (79).

Bu yöntemlerin mineye bağlanma kuvvetlerine bakılmış, ama renk değişikliği değerlendirilmediğinden çalışmamızda sıkça kullanılan bu yöntemlerin renk değişikliğinin temizleme yöntemleri ile ilişkileri değerlendirilmiştir.

Günümüzde piyasada birçok boyut ve tipte değişik firmalar tarafından üretilen braketler mevcuttur. Hijyenik, dayanıklı ve ucuz olmaları gibi özelliklerden dolayı metal braketler dünyada en sık kullanılan braketlerdir. Bununla beraber metal braketler, mekanik özellik ve sürtünme oranlarının porselen ve plastik olan braketlere göre daha düşük olması, dokulara uyum sağlamaları, ortodontik kuvvetlere karşı dayanıklı ve ucuz olmalarından dolayı da tercih edilmektedir (237-239). Estetik kompozit ve plastik braketler ultraviyole ışık veya dışsal renk kromojenlerinden etkilenmektedir (240-242). Bundan dolayı çalışmada 18 inç oluklu edgewise ikiz metal küçük azı braketleri kullanılmıştır.

Işıkla sertleşen yapıştırıcıların kimyasal yolla sertleşen yapıştırıcılara kıyasla hekime daha uzun çalışma süresi sunmaları ve bu sayede braketlerin düzgün konumlandırılmalarını sağlamaları, daha az braket kaymasına sebep

olmaları, adeziv artığının daha kolay temizlenmesi sonucunda plak birikiminin azalması ve buna bağlı olarak tedavi sırasında hastanın daha iyi ağız hijyeni göstermesi, tedavi bitiminde sökümün daha kolay yapılması gibi avantajları söz konusudur. Bu çalışmada, daha önceki renk değişikliği çalışmalarında (31,39,114,204,205) en sık kullanılmış ve renk değişikliği miktarı kıyaslanmış ışıkla sertleşen Transbond XT yapıştırıcı kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan Transbond XT yapıştırıcısına ait primer, pürüzlendirilen diş minesine ince tabaka halinde sürülmüş ve üretici firmanın talimatına uyularak ışık uygulaması yapılmıştır.

İşlemler akrilik bloklama yapıp, dişlere braket yapıştırıldıktan hemen sonra uygulanmamıştır. Braketin 24 saat gibi bir sürede bağlanma kuvvetinin artması ve akriliğin suya doymasından dolayı, belirli bir süre ağız içi ısıyı taklit etmek için 37°C'de tutulan solüsyonda saklanması gerektiği belirtilmiştir (243). Araştırmamızda da örneklerin 37°C'deki etüvde distile su içinde 24 saat bekletildikten sonra braket söküm işleminin yapılmasına karar verilmiştir.

Braket sökümünde amacın, mine yüzeyine minimum zarar verecek şekilde adezivin tümünün kopartılması olduğu, bu sayede kalan yapıştırıcı artıklarının renklenme riskinin azaltılabileceği belirtilmiştir (244). Mine yüzeyinde kırık oluşmaması için kullanılacak en iyi söküm yönteminin adeziv-braket veya adezivin kendi içinde olmasını belirten araştırmacılar çoğunluktadır (245-247). Ortodonti literatüründe braketlerin mine yüzeyinden koparılması için yan kesici pensinin veya braket söküm penslerinin kullanıldığını görülmektedir (33,248,249). Çalışmamızdaki tüm braketlerin sökümü için ortodontide rutin olarak kullanılan yan kesici pens kullanılmıştır.

Renk solüsyonlarının dişlerde renklenme üzerine etkilerini inceleyen literatürler tarandığında, renklendirme amacıyla çay-kahve solüsyonu (31,38,203), metilen mavisi (30), klorheksidin glukonat içerikli gargara (31) ve *photoaging* ile hızlandırılmış yaşlandırma uygulandığı görülmüştür (39,114,134). Yapılan bir çalışmada kolanın mine yüzeyine pürüzlendirme etkisi olduğu, ortofosforik asit ile pürüzlendirme ile birlikte bu etkinin arttığı ve bundan dolayı braket yapıştırmak için yalnızca küçük bir bölgenin asitlenmesi ve yapıştırma

sonrasında geri kalan kısmın florid tedavisi ile güçlendirilmesi gerektiği bildirilmiştir (250). Aynı şekilde Tuncer ve Önçağ'ın (251) yaptığı araştırmada asitli içeceklerin ortodontik braketlerin çevresinde defektlere neden olduğunu ve bunun demineralizasyon sebebiyle olduğu belirtilmektedir. Bundan dolayı asitli içecekler pürüzlendirme riski nedeniyle bu çalışmaya dahil edilmemişlerdir. Çalışmamızda renklenmeye neden olduğu kanıtlanmış bir solüsyon olan (30,252) metilen mavisi kullanılmıştır.

Renk solüsyonunda bekletilen dişlerin renk ölçümü, dişler solüsyondan çıkarıldığı gibi hemen yapılmamıştır. Bütün dişlerin mine yüzeyi diş macunu ve diş fırçasıyla 10 saniye boyunca fırçalanmıştır, çünkü mine yüzeyine yapışan renk tabakasının gerçek sonucu yansıtmayacağı düşünülmüştür. ADA (The Americans with Disabilities Act) standartlarına göre RDA (relative dentine abrasivity) değerleri 250 ve altında olan diş macunlarının aşındırıcı etkilerinin kabul edilebilir olduğu bildirilmiştir. Bundan yola çıkarak çalışmamızda kullanılan Colgate® Sensitive diş macununun RDA değeri 83'tür. ADA tarafından önerilen standartlar açısından aşındırıcı etkisi az olduğu için tercih edilmiştir.

Ortodonti pratiğinde söküm işlemi sonrası mine yüzeyinde kalan yapıştırıcı artıklarının temizlenmesinde birçok yöntem uygulanmıştır. Bunlar el aletleri (38,119,120,140), ultrasonik aletler (122-124), kumlama ile hava abrazyonu ile temizleme (125), elmas frez (düşük/ yüksek hızlı), değişik bıçak sayısına ve şekline sahip tungsten karbid frez (düşük/ yüksek hızlı) (10,33,122,126-131), abrazyon diskler ve cila lastikleri (47,127,132,133), güçlendirilmiş kompozit frezler (38,39,133,134) ve lazer uygulamalarıdır (135,136).

Tungsten karbid frezler, mine yüzeyinde en az kayıba neden olmalarından dolayı hızlı ve yavaş turlu el aletlerinde kullanılan değişik bıçak sayısındaki formlarıyla, ortodontistler tarafından en sık tercih edilen yöntemlerin başında gelmektedir (37). Yapıştırıcı artıklarının temizlenmesi yöntemlerinin karşılaştırıldığı çalışmada elmas frezlerin yapıştırıcı artıklarını kaldırmada etkili olduğu fakat mine yüzeyine zarar verdiği; tungsten karbid frezlerin mine yüzeyine en az zarar vererek temizlemeyi gerçekleştirdiği bildirilmiştir (135).

Zachrisson ve Artun (143) yaptıkları çalışmada farklı bitirme tekniklerinin mine yüzeyine etkisini incelemişler ve en iyi sonucun düşük devirli tungsten karbid frez ve sonrasında cila ile sağlandığını belirtmişlerdir. Yapılan bir çalışmada ise tungsten karbid frezle temizlik sonrası cilanın mutlaka gerektiğini, Sof-Lex disklerin yüzey pürüzlülüğünü azalttığını, ancak yapıştırıcı artıklarının mine yüzeyinde kaldığı tespit edilmiş olsa da (144), yapılan diğer çalışmalarda 12 bıçaklı tungsten karbid frezin yeterli hava soğutması ile yüksek hızda kullanılmasını, ardından orta-ince ve süper ince grenli Sof-Lex diskleri ile cilalanmasını ve lastik ve pasta ile pürüzlerin giderilmesi tavsiye edilmiştir (137,145). Bertrand ve ark. (142) yaptıkları çalışmada yapıştırıcı artıklarının temizlenmesi sonrasında mine yüzeyini inceledikleri çalışmada mine yüzeyine en zarar verenin elmas frez, daha sonra 12 bıçaklı tungsten karbid frez, en çok zarar verenin ise el kazıma aleti olduğunu bildirmişlerdir. Yapıştırıcı artıklarının temizlenmesi ve mine yüzeyinde oluşan renk değişikliğinin incelendiği çalışmalarda güçlendirilmiş kompozit frezler ile yapıştırıcı artıkları temizlendiğinde, tungsten karbid frez ile temizlemeye kıyasla ortodontik tedaviyle görülen renk değişikliğinin daha az olacağı bildirilmiştir (38,39). Çalışmamızda söküm işlemi sonrası mine yüzeyinde kalan yapıştırıcı artıklarının temizlenmesi işleminde bu iş için en sık kullanılan yöntemlerden yüksek hızda çalışan su soğutmalı aeratöre takılan 12 bıçaklı tungsten karbid frez ile beyaz kuşaklı elmas frez kullanılmıştır. Cila işlemi ise farklı aşındırma derecelerine sahip Sof-Lex diskler ile yapılmıştır.

Çalışmamızın *in-vitro* oluşu nedeniyle bazı limitasyonları vardır. Renk ölçüm işlemi, bir çok faktörden etkilendiğinden dolayı büyük hassasiyet gerektirmektedir. Rengi ölçülen ve ölçüm değerleri birbirleri ile karşılaştırılan materyallerin yüzey özelliklerinin, yapılarının ve başlangıç değerlerinin aynı veya birbirine çok yakın olması önemlidir. Yapılan bir araştırmada diş kuronlarının vestibül yüzeylerinin farklı bölgelerinin istatistiksel olarak farklı renk değerlerine sahip olduğu bildirilmiştir (165). Çalışmamızda, özel kalıp sayesinde yapılan işlemler sonunda her diş aynı noktadan ölçülse bile, 106 dişin yapısal olarak birbirlerinden farklı olması, temelde pürüzlendirme ve renklendirme işlemini doğrudan etkilemektedir. Dişlerin başlangıç renkleri arasında istatistiksel olarak renk farkı olmadığı tespit edilmiş olsa da, mine yüzeylerinin yapısal farklılıkları

renklenme işleminin sonuçlarının güvenilirliğini azaltmaktadır. Konu ile ilgili diğer çalışmalarda olduğu gibi, ağız ortamını taklit eden tükürük ve mekanik etkilerin bulunmaması ve diş fırçalama ile oluşan sürekli mekanik abrazyonun taklit edilmemiş olması çalışmamızın limitasyonlarından biridir (30,114,134,203). Termal siklus yapılmamış olması da mikrosızıntı ile ilgili yorum yapılmasını kısıtlamaktadır. Ortodontik renk değişikliği konusunda yapılmış tek *in-vivo* çalışmada, ortodontik işlemler sırasında minenin yapısal ve yüzey özelliklerinin, dolayısıyla optik özelliklerinin değiştirildiği, ancak renklenmenin içsel ve dışsal bir çok faktörden etkilendiği, *in-vivo* koşullarda bile tüm bu etkenlerin açıklanmasının mümkün olmadığı bildirilmiştir (34).

5.2 Renk ile Bulguların Tartışması

Çalışmamızda ortodontik tedavi amacıyla çekilen insan dişlerine dört farklı pürüzlendirme yöntemi uygulanmasının ardından; iki farklı frez ile yapılan bitim ve cila işlemlerinden sonra, mine yüzeylerinde oluşan renk değişikliklerinin değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Tedavi esnasındaki renk değişikliğini değerlendirmek amacıyla dişler braketli olarak, tedavi sonrasındaki renk değişikliğini değerlendirmek amacıyla ise dişlerden braketler sökülüp yapıştırıcı artıkları temizlendikten sonra renklendirici solüsyon olan metilen mavisinde bekletilmiştir. Çalışmanın tüm renk ölçüm aşamalarında L*a*b* değerleri her diş için üçer defa kaydedilerek ortalamaları alınmış ve renk ölçümleri arasındaki değerlerinin karşılaştırılması amacıyla CIE'nin $\Delta E_{1976} = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2}$ formülünden yararlanılmıştır. Yapılan çalışmalarda, ortodontide klinik olarak renk değişikliğinin algılanmasında eşik değer olarak ΔE 'nin 3,7 birimden büyük olması kabul edilmektedir (30,31,38,39,114,134,146,177,204,205). Bizim çalışmamızda da bu eşik değer üzerinden renk değerlendirmesi ve ölçümlerin tartışması yapılmıştır.

Çalışmamızda dişlerin renklenmesinde dışsal kaynaklı etkenlerin çok etkili olduğunu düşündüğümüzden hızlandırılmış renk işlemi için metilen mavisi solüsyonu kullanılmıştır. Asit, kum, kum sonrası asit ve lazer ile pürüzlendirilerek braketlenen ve sonrasında braketleri sökülüp temizlenen dişlerin, başlangıç

değerlerine göre renklendiği; tüm ölçümlerin eşik değerinin üstünde olduğu bulunmuştur ($\Delta E > 3,7$). Bu durum, Joo ve ark. (30) yaptıkları çalışmada olduğu gibi hızlı renklendirme için uygulanan metilen mavisi uygulamasının, dişlerde renklenmeye sebep olduğunu göstermektedir. Dolayısıyla renklendirme işlemi amacına ulaşmıştır. Ancak yine de ağız ortamını taklit eden diğer faktörler olmadığı için bu renklendirme uygulaması tam olarak *in-vivo* koşulları yansıtmamaktadır.

Çalışmamızda mine pürüzlendirme yöntemlerinin renk değişikliğine etkisini incelemek için % 37 ortofosforik asit, ER:YAG, kumlama ve kumlama sonrası % 37 ortofosforik asit uygulanmıştır. Lazer, kum ve kum sonrası asit uygulamasında renk değişikliği açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmazken; asit grubunda anlamlı bir fark bulunmuştur ($p=0,006$). Bu üç grubun mineye penetrasyon miktarının birbirine yakın olması ve asit grubunun diğer gruplara kıyasla mineye daha çok ve düzenli bir şekilde penetre olmasıyla açıklanabilir. Ayrıca temizleme işleminde kullanılan materyallerin kaldırdığı mine miktarının, diğer üç grubun mineye penetre olduğu miktara yakın olması; asit grubunun penetrasyon miktarından az olmasıyla ilişkilidir. Bu görüşü Eliades ve ark.'nın (114) söküm ve yapıştırıcı artıklarının temizlenmesinin, mine pürüzlendirme yöntemlerine göre daha invaziv olduğu görüşü ile desteklemekteyiz. Farklı asit yüzdelerinin ve uygulama sürelerinin karşılaştırıldığı çalışmada % 37'lik fosforik asitin 60 saniye uygulanması sonucunda mine prizmalarında 27,1 μm asitleme derinliği, %5'lik fosforik asitin 15 saniye uygulanması sonucunda 3,5 μm derinliği, bizim uyguladığımız % 37'lik fosforik asitin 15 saniye uygulanması sonucunda 8.9 μm derinlik oluşturduğunu görmekteyiz (4). Bu derinlik değeri, hem derinlik açısından hemde bağlanma kuvveti incelendiğinde kabul edilebilir bir değerdir. Fakat diğer çalışmalara kıyasla derinlik değerinin az olmasını, örnek sayısının azlığına ve diş olarak orta kesici diş kullanılmasına bağlamaktayız. Asit ve kumlama yönteminin karşılaştırıldığı çalışma sonucunda; asit ile pürüzlendirme sonucu elde edilen penetrasyon miktarı (53.9 μm), kumlama ile pürüzlendirme yöntemine (39.9 μm) göre fazla bulunmuştur (73).

Asit ile pürüzlendirme sonucunda oluşan düzenli bal peteği görünümünün tersine, lazer ile pürüzlendirilen mine yüzeyinde çatlak, krater ve düzensizlikler oluşmaktadır (83). Lazer ile pürüzlendirme sonrasındaki penetrasyon miktarı 10 µm ile 20 µm arasında derinliklere sahip olup, kullanılan lazerin tipine ve yüzeye uygulanan enerjiye göre değişmektedir (86). Bu enerji seviyesi temelde lazerin dalga boyuna bağlıdır (19). Ayrıca lazer ile pürüzlendirmede enerjinin dokunun her noktasına eşit şekilde iletilmemesi ve lazerin atım uygulamasının düzenli olmaması sonucu, mine yüzeyinde oluşan mikropatlamların yani pürüzlendirilen yüzeyin düzensiz olması bundan dolayı da adeziv materyalinin homojen şekilde penetrasyonun gerçekleşmediğini göstermektedir (101). Buna karşılık asit ile pürüzlendirme sonucunda oluşan tipik düzenli bal peteği görünümünü ve penetrasyon prizma şeklindedir (58). Bundan dolayı asit ile pürüzlendirme sonucunda daha fazla renk değişikliği olmuştur. Bu durum Zaher ve ark.'nın (253) çalışmaları sonucunda belirttikleri, rezin penetrasyon derinliği azaldıkça iatrojenik renklemenin azalması prensibiyle açıklanabilir. Kumlama sonrası asit uygulamasının penetrasyon derinliği ilgili bilgilere literatürde rastlanmamıştır. Fakat pürüzlendirme yöntemlerinin bağlanma kuvvetleri açısından karşılaştırıldığı bir çalışmada asit ile pürüzlendirme yönteminin (10.55 MPa) bağlanma kuvvetinin kumlama sonrası asit yöntemine (9.68 MPa) göre daha fazla olduğu bulunmuştur (77). Bağlanma kuvvetinin penetrasyon miktarıyla ilişkili olduğunu düşünmekteyiz.

Literatürde mine yüzeyi pürüzlendirme yöntemlerinin renk değişikliğine olan etkilerini inceleyen çalışmalar oldukça az sayıdadır (30,31).

Joo ve ark. (30) yaptıkları çalışmada % 32 ortofosforik asit ve SEP pürüzlendirme yöntemlerinin renk değişiklikleri incelenmiş olup, SEP grubunda renk değişikliği değerini $\Delta E=15.8-17.6$, % 32 ortofosforik asit grubunda ise $\Delta E=10-11.2$ değerini bulmuşlardır. Asit grubu için renk değişikliğini SEP grubundan daha az bulmuştur. Bu durumu mine prizmaları arasında kalan ve gözle görülemeyen yapıştırıcı kalıntılara bağlamaktadırlar. Fakat temizlik sonrası cila yapıldığında geleneksel asitleme ve SEP arasında herhangi bir fark gözlenmemiştir.

Gönül (31) ise yaptığı çalışmada dişleri pürüzlendirme yöntemlerine göre % 37 ortofosforik asit, SEP ve ER:YAG lazer olmak üzere üç çalışma grubuna ayırmış, bu yöntemlerde meydana gelen renk değişikliklerini incelemiştir. Bizim çalışmamızdan farklı olarak; asit ve SEP ile yapılan pürüzlendirmeler dişlerde renk değişikliği etkisinde benzer sonuçlar verirken ($p=0,787$, $p=0,443$), lazer ile pürüzlendirilen dişlerde çelişkili bulgulara rastlamıştır ($p=0,019$). Bu durumu pürüzlendirilen mine yüzeyinin düzensiz olması sebebiyle adeziv materyalin penetrasyonunu homojen şekilde gerçekleştirememesine (101) ve lazer cihazının enerji parametreleriyle yöntemi uygulayan uygulayıcıya bağlamıştır.

Diğer mine pürüzlendirme yöntemlerinden olan kumlama ve kumlama sonrası asit uygulamanın kullanıldığı ve ortodontik tedavide renk değişikliğini inceleyen herhangi bir çalışma bulunamamıştır.

Pürüzlendirme yöntemlerinin yanında temizleme ve cila işlemleri de ortodontik tedavi açısından oldukça önemlidir. Penetre olan rezin uzantılarının braket sökümünden sonra kalan yapıştırıcı artıklarının temizlenmesiyle beraber kaldırılması istenmektedir. Braket sökümü sonrası çıplak gözle temiz görünen dişlere SEM ile baktığında akrilik adacıklar, diffüz membranlar ve pullar görüldüğünü ve söküm sırasında mineye penetre olan adeziv uzantılarının tamamının temizlenmediğini belirtilmiştir (254). Resin uzantılarının dönüşümsüz olarak mine yüzeyine penetre olması ve bu resin artıkları ile renk değişikliği arasında ilişki olduğu düşünülmektedir. Bundan dolayı braket sökümü sonrası temizleme işleminde kullanılan materyaller son derece önemlidir. Bu amaçla yapılan ve temizleme materyallerinin renk değişikliği üzerine etkilerini inceleyen çalışmalar oldukça azdır (38,39,134). Bu çalışmaların hepsinde bizim kullandığımız temizleme materyallerinden farklı olarak, tungsten karbid frez ve son dönemde geliştirilen güçlendirilmiş kompozit frezlerinin renk değişikliği üzerine etkileri karşılaştırılmıştır.

Çalışmamızda uygulanan pürüzlendirme yöntemlerinden lazer, kumlama ve kumlama sonrası asit uygulaması kalan yapıştırıcı artıklarının temizlenmesinde kullanılan tungsten karbid ve elmas frez açısından farklılık göstermezken; asit uygulaması sonrasında yapıştırıcı artıkların temizlenmesinde

elmas frez grubunda gözükten renk değışikliği tungsten karbid grubuna göre daha fazladır. Asit uygulanan grupta renk değışikliğinin daha az olması için, temizleme materyalinin daha derinden madde kaldırması gerekmektedir, çünkü asit ile pürüzlendirme sonucunda uygulanan adezivin penetrasyon derinliği daha fazladır. Yapılan çalışma elmas frezin daha derinlere inip daha çok madde kaldırarak kalan yapıştırıcı artıklarının temizlenmesinde etkili olduğunu göstermektedir (140). Bu durumu destekleyen başka bir çalışmada ise elmas frezle (19.2 μm) mine yüzeyinde oluşan kayıp, tungsten karbid freze (11.3 μm) kıyasla daha fazladır (47). Kayıbın daha fazla olması elmas frezin mine yüzeyinden daha fazla madde kaldırmasıyla ilişkilidir.

Elmas frezin mine yüzeyinden daha fazla madde kaldırmasından dolayı kullanımında oldukça dikkatli olunmalıdır. Zachrisson ve ark.'nın (143) yaptıkları çalışmada elmas frezin tungsten karbid freze kıyasla mine yüzeyinden daha fazla madde kaldırıp mineye zarar verdiğini belirtmişlerdir. Mine yüzeyine daha az zarar ermek için tungsten karbid frezler ile daha pürüzsüz bitim yüzeyi elde edildiği daha önce yapılan çalışmalarda belirtilmiştir (135,137,145). Yüzey pürüzlülüğü ile renklenme arasında korelasyon olmadığını belirten çalışma olmasına rağmen (195), yüzey pürüzlülüğünün azalması ile ışık yansımalarının arttığını ve bu durumun renklenmeyi azaltacağını belirten araştırma da mevcuttur (134).

Bizim çalışmamızdan farklı olarak Trakyalı ve ark. (134) yaptıkları çalışmada bitim ve cila işlemlerinde kullanılan güçlendirilmiş kompozit frez ile tungsten karbid frezin renk değışikliği üzerine etkilerini inceleyip, iki frez arasında renklenme açısından bir değışiklik olmadığını, sadece güçlendirilmiş kompozit frezlerde daha pürüzsüz bir yüzey elde edildiğini bildirmişlerdir. Değişiklik olmamasını renklenme işleminin bizim çalışmamızdan farklı olarak hızlı yaşlandırma tekniğinin kullanılmasıyla ilgili olduğunu düşünmekteyiz.

Benzer diğer çalışmalarda ise güçlendirilmiş kompozit frez ile tungsten karbid frezin ortodontik tedavide renk değışikliğine olan etkilerini incelemiştir. Güçlendirilmiş kompozit frezler ile pürüzsüz bir bitim yüzeyi sağlandığı ve bu frezler ile renklenme daha az olduğunu belirtilmiştir. Bizim çalışmamıza benzer

olarak tungsten karbid frezin daha çok renklenmeye sebep olduğu bildirilmiştir (38,39).

Renklenme, ortodontik tedavi sonunda ortaya çıkan pek önemsenmeyen fakat dikkate alınması gereken bir konudur. Klinikte kullanılacak pürüzlendirme yöntemi ve yapıştırıcı artıkları temizleme materyalleri ortodontik tedaviyle oluşan ve sonrasında devam eden renklenmeyi etkilemektedir. Bundan dolayı, en az renklenmeye neden olan ve en uygun pürüzlülüğü sağlayan pürüzlendirme yöntemi ve artık yapıştırıcı temizleme materyalleri kombine olarak kullanılmalıdır.

6. SONUÇLAR

Ortodontik tedavi sırasında ve sonrasında oluşan renklenme üzerinde, mine pürüzlendirme yöntemlerinin ve mine yüzeyinde kalan yapıştırıcı artıklarının temizlenmesinde kullanılan frezlerin etkilerinin değerlendirildiği çalışmamız sonucunda elde ettiğimiz sonuçlar şunlardır:

1. Kontrol grubunda metilen mavisi uygulaması ile oluşan renklenmenin ortanca değeri klinik eşik değerin ($\Delta E=3,7$) üzerinde bulunmuştur. Bu da bu çalışmada metilen mavisi ile renklendirme uygulamasının, dişlerde renklenmeye sebep olduğunu göstermektedir.

2. Başlangıç gruplarında mine pürüzlendirme yöntemleri açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark yokken; renklendirme sonrasında mine pürüzlendirme yöntemleri açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur.

3. Pürüzlendirme yöntemlerinin renk değişikliğine etkisi incelenmiş; çalışmanın sonunda lazer, kumlama ve kumlama sonrası asit uygulamasında renk değişikliği açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmazken; asit grubunda anlamlı bir fark gözlenmiştir.

4. Farklı pürüzlendirme yöntemleri ile birlikte elmas ve tungsten karbid bitim frezlerinin karşılaştırılması sonucunda renk değişikliği lazer, kumlama ve kumlama sonrası asit uygulanan gruplarda bulunmazken; asit uygulanan grupta elmas frez ile temizleme sonrası renk değişikliği, tungsten karbid freze göre daha fazla bulunmuştur.

7. KAYNAKLAR

1. Joiner A. Tooth color: a review of the literature. *J Dent*, 32:3-12, 2004.
2. Zachrisson BU, Büyükyılmaz T. Bonding in Orthodontics. In Graber TM, Vanarsdall RL, Vig KW (eds). *Orthodontics: Current Principles Techniques*. (4th ed). Elsevier Mosby, St Louis, pp. 579-659, 2005.
3. Van Waes H, Matter T, Krejci I. Three-dimensional measurement of enamel loss caused by bonding and debonding of orthodontic brackets. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 112 (6):666-9, 1997.
4. Legler LR, Retief DH, Bradley EL. Effects of phosphoric acid concentration and etch duration on enamel depth of etch: an in vitro study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 98(2):154-60, 1990.
5. Brown CR, Way DC. Enamel loss during orthodontic bonding and subsequent loss during removal of filled and unfilled adhesives. *Am J Orthod*, 74(6):663-71, 1978.
6. Pont HB, Özcan M, Bagis B, Ren Y. Loss of surface enamel after bracket debonding: an in-vivo and ex-vivo evaluation. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 138(4):387.e1-9, 2010.
7. Arhun N, Arman A. Effects of orthodontic mechanics on tooth enamel: a review. *Semin Orthod*, 13:281-291, 2007.
8. Bishara SE, Ostby AW, Laffoon J, Warren JJ. Enamel cracks and ceramic bracket failure during debonding in vitro. *Angle Orthod*, 78(6):1078-83, 2008.
9. Montasser MA, Drummond JL, Evans CA. Rebonding of orthodontic brackets. Part I: a laboratory and clinical study. *Angle Orthod*, 78(3):531-6, 2008.
10. Campbell PM. Enamel surfaces after bracket debonding. *Angle Orthod*, 65:103-110, 1995.
11. Turk SE, Cakmak F, Isci D, Turk T. 12 Month self-ligating bracket failure rate with a Self-Etching Primer. *Angle Orthodontist*, 78(6):1095-1100, 2008.
12. O'Brien KD, Read MJF, Sandison RJ, Roberts CT. A visible light-activated direct-bonding material: An in vivo comparative study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 95:348-51, 1989.

13. Sunna S, Rock WP. Clinical performance of orthodontic brackets and adhesive systems: A randomized clinical trial. *Br J Orthod*, 25:283-7, 1998.
14. Murray SD, Hobson RS. Comparison of in vivo and in vitro shear bond strength. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 123:2-9, 2003.
15. Buonocore MG. A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces. *Jour Dent*, 34:849-53, 1955.
16. Horiuchi S, Kaneko K, Mori H, Kawakami E, Tsukahara T, Yamamoto K, Hamada K, Asaoka K, Tanaka E. Enamel bonding of self-etching and phosphoric acid-etching orthodontic adhesives in simulated clinical conditions: debonding force and enamel surface. *Dent Mater J*, 28(4):419-25, 2009.
17. Hosein I, Sherriff M, Ireland AJ. Enamel loss during bonding, debonding, and cleanup with use of a self-etching primer. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 126(6):717-24, 2004.
18. Cal-Neto JP, Carvalhob F, Almeida RJ, Miguel JA. Evaluation of a new self-etching primer on bracket bond strength in vitro. *Angle Orthod*, 76:466-469, 2006.
19. Von Fraunhofer JA, Allen DJ, Orbell GM. Laser etching of enamel for direct bonding. *Angle Orthod*, 63:73–76, 1993.
20. Martínez-Insua A, Da Silva Dominguez L, Rivera FG, Santana-Penín UA. Differences in bonding to acid-etched or Er:YAG-laser-treated enamel and dentin surfaces. *J Prosthet Dent*, 84(3):280-8, 2000.
21. Üşümez S, Orhan M, Üşümez A. Laser etching of enamel for direct bonding with an Er,Cr:YSGG hydrokinetic laser system. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 122:649-56, 2002.
22. Lee BS, Hsieh TT, Lee YL, Lan WH, Hsu YJ, Wen PH, Lin CP. Bond strengths of orthodontic bracket after acid-etched, Er:YAG laser-irradiated and combined treatment on enamel surface. *Angle Orthod*, 73(5):565-70, 2003.
23. Korkmaz Y, Ozel E, Attar N, Bicer CO, Firatli E. 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 Med Sci*, 25(4):493-502, 2010.
24. Kocadereli İ, Canay Ş, Akça K. Tensile bond strength of ceramic orthodontic brackets bonded to porcelain surfaces. *Am J Orthod Dentofac Orthod*, 119:617- 620, 2001.

25. Sarı Z, Üşümez S, Uysal T. Metalik ortodontik braketlerin mine yüzeyine yapıştırılmasında fosforik asit ve kumla pürüzlendirme. *Türk Ortodonti Dergisi*, 14(3):119-124, 2001.
26. Garcia-Godoy F, Martin S. Shear strength of ceramic brackets bonded to etched or unetched enamel. *J Clin Pediatr Dent*, 19(3):181-3, 1995.
27. Hossain M, Nakamura Y, Yamada Y, Suzuki N, Murakami Y, Matsumoto K. Analysis of surface roughness of enamel and dentin after Er,Cr:YSGG laser irradiation. *J Clin Laser Med Surg*, 19(6):297-303, 2001.
28. Millett DT, McCabe JF, Bennet TG, Carter NE, Gordon PH. The effect of sandblasting on retention of first molars orthodontic bands cemented with glass ionomer cement. *Br J Orthod*, 22:161-169, 1995.
29. Reisner KR, Levitt HL, Mante F. Enamel preparation for orthodontic bonding: A comparison between the use of a sandblaster and current techniques. *Am J Orthod Dentofac Orthop*, 111:366-73, 1997.
30. Joo HJ, Lee YK, Lee DY, Kim YJ, Lim YK. Influence of orthodontic adhesives and clean-up procedures on the stain susceptibility of enamel after debonding. *Angle Orthod*, 81(2):334-40, 2011.
31. Gönül N. Farklı mine pürüzlendirme yöntemleri ile oluşabilecek renk değişikliklerinin in vitro değerlendirilmesi. Yeditepe Üniversitesi, Doktora Tezi, İstanbul 2011.
32. Silverstone LM, Saxton CA, Dogon IL, Fejerskow O. Variation in the pattern of acid etching of human dental enamel examined by scanning electron microscopy. *Caries Res*, 9:373-375, 1975.
33. Zachrisson BU. A posttreatment evaluation of direct bonding in orthodontics. *Am J Orthod*, 71(2): 173-89, 1977.
34. Karamouzos A, Athanasiou AE, Papadopoulos MA, Kolokithas G. Tooth-color assessment after orthodontic treatment: a prospective clinical trial. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 138(5):537, 2010.
35. Maijer R, Smith DC. Variables influencing the bond strength of metal orthodontic bracket bases. *Am J Orthod*, 79:20-34, 1981.
36. Ceen RF, Gwinnett AJ. Indelible iatrogenic staining of enamel following debonding. *J Clin Orthod*, 14:713-715, 1980.

37. Øgaard B, Rølla G, Arends J. Orthodontic appliances and enamel demineralization: Part 1. Lesion development. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 94:68-73, 1988.
38. Cebesoy EK. Farklı iki ortodontik braketin tutuculuğunun değerlendirilmesi ve farklı bitirme materyallerinin mine yüzeyine etkisi. Gazi Üniversitesi, Doktora Tezi, Ankara 2010.
39. Boncuk Tüzgiray Y. Ortodontik tedavi sırasında diş minesindeki renk değişikliklerinin incelenmesi. Başkent Üniversitesi, Doktora Tezi, Ankara 2012.
40. Ten Cate JM, Featherstone JDB. Physicochemical aspects of fluoride enamel interactions. In:Fejerskov O, Ekstrand J, Burt BA (eds). *Fluoride in Dentistry* (2nd ed.) Munksgaard, Copenhagen, pp.252-69, 1996.
41. Van Rensburg BGJ. Oral biology. Enamel. Quintessence Publishing Co, Ink. pp.289-90, 1981.
42. Gürkan Sİ, Bayırlı GŞ, Sandallı P. Diş hastalıkları ve konservatif diş tedavisi. Bozak matbaası, İstanbul, s.278-286, 1972.
43. Linklater RA, Gordon PH. An ex vivo study to investigate bond strengths enamel for different tooth types. *J Orthod*, (28):59-65, 2001.
44. Hobson RS, McCabe JF, HOGG SD. Bond strength to surface enamel for different tooth types. *Dent Meter*, (17):184-189, 2001.
45. Öztürk B, Malkoç S, Koyutürk AE, Çatalbaş B, Özer F. Influence of different tooth types on the bond strength of two orthodontic adhesive systems. *Eur J Orthod*, 30:407-412, 2008.
46. Miura F, Nakagawa K, Ishizaki A. Scanning electron microscopic studies on the direct bonding system. *Bull Tokyo Med Dent Univ* 1973 Browning H, Shroff B, Marshall F, Anderson RHB, Monn PC. 20: 245-60. In: Lindauer SJ. Effect of pumice prophylaxis on the bond strength of orthodontic brackets. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 111:599-605, 1997.
47. Pus MD, Way DC. Enamel loss due to orthodontic bonding with filled and unfilled resins using various clean-up techniques. *Am J Orthod*, 77(3):269-83, 1980.
48. Lill DJ, Lindauer SJ, Tüfekçi E, Shroff B. Importance of pumice prophylaxis for bonding with self-etch primer. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 133:423-6, 2008.

49. Reynolds IR. A review of direct orthodontic bonding. *Br J Orthod*, 2:171-180, 1975.
50. Bin Abdullah M, Rock WP. The effect of etch time and debond interval upon the shear bond strength of metallic orthodontic brackets. *Br Dent J*, 23:121-4, 1996.
51. Shinci MJ, Soma K, Nakabayashi N. 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):324-9, 2000.
52. Osorio R, Toledano M, Godoy FG. Bracket bonding with 15-or 60-second etching and adhesive remaining on enamel after debonding. *Angle Orthod*, 66(1):45-49, 1999.
53. Bhad WA, Hazarey PV. Scanning electron microscopic study and shear bond strength measurement with 5% and 37% phosphoric acid. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 108(4):410-4, 1995.
54. Vilchis RJ, Hotta Y, Yamamoto K. Examination of enamel-adhesive interface with focused ion beam and scanning electron microscopy. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 31(5):646-50, 2007.
55. Wang WN, Yeh CL, Fang BD, Sun KT, Arvystas MG. Effect of H₃PO₄ concentration on bond strength. *Angle Orthod*, 64(5): 377-82, 1994.
56. Surmont P, Dermaut L, Martens L, Mors M. Comparison in shear bond strength of orthodontic brackets between five bonding systems related to different etching times: An in vitro study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 101(5):414-423, 1992.
57. Taylor H, Warltier R, Oliver RG, Newcombe RG, Kinch AP. A clinical study of amount of adhesive remaining on enamel after debonding, comparing etch times of 15 and 60 seconds. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 95(5):415-21, 1989.
58. Hormati AA, Fuller JL, Denehy GE. Effects of contamination and mechanical disturbance on the quality of acid-etched enamel. *J Am Dent Assoc*, 100:34-38, 1980.
59. Bulut H, Türkün M, Türkün LŞ, Işıksal E. Evaluation of the shear bond strength of 3 curing bracket bonding systems combined with an antibacterial adhesive. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 132:77-8, 2007.

60. Bishara SE, Ostbyb AW, Ajlounic R, Laffoond JF, Warrene JJ. Early shear bond strength of a one-step self-adhesive on orthodontic brackets. *Angle Orthod*, 76(4):689-93, 2006.
61. Üşümez S, Karaman AI, Büyükyılmaz T. Effect of self-etching primers on bond strength are they reliable? *Angle Orthod*, 73(1):64-70, 2003.
62. Ghiz MA, Ngan P, Kao E, Martin C, Gunel E. Effects of sealant and self-etching primer on enamel decalcification. Part II: an in-vivo study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 135(2):206-13, 2009.
63. Ito S, Muguruma T, Saito T, Mizoguchi I. Bracket bond strength comparison between new unfilled experimental self-etching primer adhesive and conventional filled adhesives. *Angle Orthod*, 80(6):1095-9, 2010.
64. Miller RA. Laboratory and clinical evaluation of a self-etch primer. *J Clin Orthod*. Jan 2001.
65. Shinohara MS, De Oliveira MT, Di Hipólito V, Giannini M, de Goes MF. SEM analysis of the acid-etched enamel patterns promoted by acidic monomers and phosphoric acids. *J Appl Oral Sci*, 14(6):427-35, 2006.
66. Swartz ML, Orthodontic bonding. *Orthod Select*, 16(2):1-4, 2004.
67. Chu CH, Ou KL, Dong DR, Huang HM, Tsai HH, Wang WN. Orthodontic bonding with self-etching primer and self-adhesive systems. *Eur J Orthod*, 33(3):276-81, 2011.
68. Wang WN, Yeh CL, Fang BD, Sun KT, Arvystas MG. Effect of H₃PO₄ concentration on bond strength. *Angle Orthod*, 64(5):377-382, 1994.
69. Başaran G, Özer T, Berk N. Comparison of sandblasting laser irradiation and conventional acid etching for orthodontic bonding of molar tubes. *European Journal of Orthodontics*, 30:183-189, 2008.
70. Chung K, Hsu B, Berry T, Hsieh T. Effect of sandblasting on the bond strength of the bondable molar tube bracket. *J Oral Rehabil*, 28:418-424, 2001.
71. Büyükyılmaz T, Bjorn U. Zachrisson. Recent Advances in Bonding to Gold, Amalgam and Porcelain. *J Clin Orthod*, 27:661-675, 1993.
72. Olsen ME, Bishara SE, Damon P, Jakobsen JR. Comparison of shear bond strength and surface structure between conventional acid-etching and air abrasion of human enamel. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 112:502-506, 1997.

73. Ramesh Kumar K. R, Shanta Sundari K. K, Venkatesan A, Shymalaa Chandrasekar. Depth of resin penetration into enamel with 3 types of enamel conditioning methods: A confocal microscopic study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*,140:479-85, 2011.
74. Hogervorst WLVW, Feilzer AJ, PrahI-Andersen B. The air-abrasion technique versus the conventional acid-etching technique: A quantification of surface enamel loss and a comparison of shear bond strength. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 117:20-6, 2000.
75. Ellis RW, Latta MA, Westerman GH. Effect of air abrasion and acid etching on sealant retention: an in vitro study. *Pediatr Dent*, 21:316–319, 1999.
76. Vicente A, Bravo LA, Romero M. Influence of a nonrinse conditioner on the bond strength of brackets bonded with a resin adhesive system. *Angle Orthod*, 75:366-371, 2005.
77. Türköz Ç, Ulusoy Ç. Evaluation of different enamel conditioning techniques for orthodontic bonding. *Korean J Orthod*, 42(1):32-38, 2012.
78. Goldstein R, Parkins F. Air-abrasive technology: its new role in restorative dentistry. *Jada*, 125:551-7, 1994.
79. Borsatto MC, Catirse ABEB, Palma Dibb RG, Nascimento TN, Rocha RAS, Corona SAM. Shear bond strength of enamel surface treated with air-abrasive system. *Braz Dent J*, 13(3):175-178, 2002.
80. Kocadereli İ, Canay Ş, Akça K. Tensile bond strength of ceramic orthodontic brackets bonded to porcelain surfaces. *Am J Orthod Dentofac Orthod*, 119:617- 620, 2001.
81. Hatibovic-Kofman S, Butler SA, Sadek H. Microleakage of three sealants following conventional, bur, and air-abrasion preparation of pits and fissures. *Int J Pediatr Dent*, 409:16-11, 2001.
82. Roeder LB, Berry EA, You C, Powers JM. Bond strength of composite of air abraded enamel and dentin. *Oper Dent*, 20:186-90, 1995.
83. Liberman R, Segal TH, Nordenberg D, Serebro LI. Adhesion of composite materials to enamel: comparison between the use of acid and lasing as pretreatment. *Lasers Surg Med*, 4:323–327, 1984.
84. Visuri SR, Gilbert JL, Wright DD, Wigdor HA, Walsh JT, Jr. Shear strength of composite bonded to Er:YAG laser-prepared dentin. *J Dent Res*, 75:599–605, 1996.

85. Basaran G, Ozer T, Hamamci O. Etching enamel for orthodontics with an erbium, chromium:yttrium,scandium-gallium-garnet laser system. *Angle Orthod*, 77(1):117-23, 2007.
86. Rodríguez-Vilchis LE, Contreras-Bulnes R, Sánchez-Flores I, Samano EC. Acid resistance and structural changes of human dental enamel treated with Er:YAG laser. *Photomed Laser Surg*, 28(2):207-11, 2010.
87. Bishara SE, Gordan VV, VonWald I, Olsan ME. Effect of an acidic primer on shear bond strength of orthodontic brackets. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 114 :243-247, 1998.
88. Eversole LR, Rizoiu IM. Preliminary investigations on the utility of an erbium, chromium YSGG laser. *J Calif Dent Assoc*, 23:41-7, 1995.
89. Keller U, Hibst R. Experimental studies of the application of the Er:YAG laser on dental hard substances: II. Light microscobic and SEM investigations. *Lasers Surg Med*, 9:345-351, 1989.
90. Kim JH, Kwon OW, Kim HI, Kwon YH. Acid resistance of erbium-doped yttrium aluminum garnet laser-treated and phosphoric acid-etched enamels. *Angle Orthod*, 76(6):1052-6, 2006.
91. Olivi G, Genovese MD. Effect of Er:Yag laser parameters on enamel: SEM observations. *J Oral Laser Applications*, 7:27-35, 2007.
92. Attrill DC, Farrar SR, Dickinson MR, Davies RM, Blinkhorn AS. Er:YAG laser etching of dental enamel as an alternative to acid etching. *Lasers Med Sci*, 15:154-161, 2000.
93. Colucci V, do Amaral FL, Pécora JD, Palma-Dibb RG, Corona SA. Water flow on erbium:yttrium-aluminum-garnet laser irradiation: effects on dental tissues. *Lasers Med Sci*, 24(5):811-8, 2009.
94. Fuhrmann R, Gutknecht N, Magunski A, Lampert F, Diedrich P. Conditioning of enamel with Nd:YAG and CO2 dental laser systems and with phosphoric acid. An in-vitro comparison of the tensile bond strength and the morphology of the enamel surface. *J Orofac Orthop*, 62(5):375-86, 2001.
95. Allen DJ. Thermal effects associated with Nd/YAG dental laser. *Angle Orthod*, 63:299-304, 1993.
96. Üşümez S, Üşümez A. Dental lazer sistemleri ve ortodonti alanında kullanımları. *Türk Ortodonti Dergisi*, 15(1):66-74, 2002.

97. Walsh LJ, Abood D, Brockhurst PJ. Bonding of resin composite to carbon dioxide laser-modified human enamel. *Dent Mater*, 10:162-166, 1994.
98. Eduardo CP, Ceccihini RCM, Marques JLL, Matsumoto K. Scanning electron microscopy study on enamel etching with Nd: YAG laser and phosphoric acid. *J Clin Laser Med Surg*, 13(2):81-85, 1995.
99. Bedini R, Manzon L, Fratto G, Pecci R. Microhardness and morphological changes induced by Nd:Yag laser on dental enamel: an in vitro study. *Ann Ist Super Sanita*, 46(2):168-72, 2010.
100. Lan WH. A comparison of bond strengths following treatment with Er:YAG laser and phosphoric acid. *International Congress Series*, 1248:51-59, 2003.
101. De Moor RJ, Delme KIM. Erbium lasers and adhesion to tooth structure. *J Oral Application*, 6: 7-21, 2006.
102. Güven Y, Çömlekçi H, Aktören O. ER:Yag lazer ile pürüzlendirmenin fissür örtücülerin bağlanma kuvvetleri üzerine olan etkilerinin değerlendirilmesi. *İstanbul Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*, 44:1-6, 2010.
103. Gokcelik A, Ozel Y, Ozel E, Arhun N, Attar N, Firatli S, Firatli E. The influence of Er:YAG laser conditioning versus self-etching adhesives with acid etching on the shear bond strength of orthodontic brackets. *Photomed Laser Surg*, 25(6):508-12, 2007.
104. Sasaki LH, Lobo PD, Moriyama Y, Watanabe IS, Villaverde AB, Tanaka CS, Moriyama EH, Brugnera A Jr. Tensile bond strength and SEM analysis of enamel etched with Er:YAG laser and phosphoric acid: a comparative study in vitro. *Braz Dent J*, 19(1):57-61, 2008.
105. Firat E, Gurgan S, Gutknecht N. Microtensiel bond strength of an etch-and rinse adesive to enamel and dentin after Er:YAG lazer pretreatment with idfferent pulse durations. *Lasers Med Sci*, 2010.
106. Çapan C, Fosforik asit ve Er: Yag lazer ile pürüzlendirilen mine yüzeylerine yapıştırılan braketlerin sıyırma kuvvetlerine olan dirençlerinin karşılaştırılması. *Yeditepe Üniversitesi, Doktora Tezi, İstanbul, 2005.*
107. Corpas-Pastor L, Morena JV, Garrido JDDLG, Muriel VP, Moore K, Elias A. Comparing the tensile strength of brackets adhered to laser-etched enamel vs acid etched enamel. *J Am Dent Assoc*, 128:732-7, 1997.

- 108.** Walsh LJ, Abood D, Brockhurst PJ. Bonding of resin composite to carbon dioxide laser-modified human enamel. *Dent Mater*, 10:162-166, 1994.
- 109.** Ozer T, Başaran G, Berk N. Laser etching of enamel for orthodontic bonding. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 134(2):193-7, 2008.
- 110.** Drummond JL, Wigdor HA, Walsh JT, Fadavi S, Punwani I. Sealant bond strengths of CO₂ laser-etched vs acid-etched bovine enamel. *Lasers Surg Med*, 27:111-118, 2000.
- 111.** Dostálová T, Jelínková H, Krejsa O, Hamal K, Kubelka J, Procházka. Er:yag laser etching of enamel. *Scanning Microscopy*, 12(2):309-315, 1998.
- 112.** Jelinkova H, Dostalova T, Hamal K, Krejsa O, Kubleka J, Prochazka S. Er:YAG laser in dentistry. *Laser Physics*, 8:176-181, 1998.
- 113.** Melendez EJ, Arcoria CJ, Dewald JP, Wagner MJ. Effect of laser etch on bond strengths of glass ionomers. *J Prosthet Dent*, 67:307-312, 1992.
- 114.** Eliades T, Kakaboura A, Eliades G, Bradley. Comparison of enamel colour changes associated with orthodontic bonding using two different adhesives. *Eur J Orthod*, 23:85-90, 2001.
- 115.** Niepraschk M, Rahiotis C, Bradley TG, Eliades T, Eliades G. Effect of various curing lights on the degree of cure of orthodontic adhesives. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 132:382-384, 2007.
- 116.** Wilson AD, Kent BE. A new translucent cement for dentistry. The glass ionomer cement. *Br Dent J*, 132:133-135, 1972.
- 117.** Millett DT, Mc Cabe J. Orthodontic bonding with glass ionomer sement: a review. *Eur J Orthod*, 18: 385-399, 1996.
- 118.** SK Sidhu. Clinical evaluations of resin-modified glass ionomer restorations. *Dent Matet*, 26:7-12, 2010.
- 119.** Rouleau BD Jr, Marshall GW Jr, Cooley RO. Enamel surface evaluations after clinical treatment and removal of orthodontic brackets. *Am J Dentofac Orthop*, 81:423-426, 1982.
- 120.** Regan D, LeMasney B, van Noort R. The tensile bond strength of new and rebonded stainless steel orthodontic brackets. *Eur J Orthod*, 15(2):125-35, 1993.
- 121.** Jaffer S, Oesterle LJ, Newman SM. Storage media effect on bond strength of orthodontic brackets. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 136(1):83-6, 2009.

- 122.** Krell KV, Courey JM, Bishara SE. Orthodontic bracket removal using conventional and ultrasonic debonding techniques, enamel loss, and time requirements. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 103(3):258-66, 1993.
- 123.** Burapavong V, Marshall GW, Apfel DA, Perry HT. Enamel surface characteristics on removal of bonded orthodontic brackets. *Am J Dentofac Orthop*, 74:176-187, 1978.
- 124.** Boyer DB, Engelhardt G, Bishara SE. Debonding orthodontic ceramic brackets by ultrasonic instrumentation. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 108(3):262-6, 1995.
- 125.** Karan S, Kircelli BH, Tasdelen B. Enamel surface roughness after debonding. *Angle Orthod*, 80(6):1081-8, 2010.
- 126.** Smith SC, Walsh LJ, Taverne AA. Removal of orthodontic bonding resin residues by CO₂ laser radiation: surface effects. *J Clin Laser Med Surg*, 17:13-18, 1999.
- 127.** Diedrich P. Enamel alterations from bracket bonding and debonding: a study with the scanning electron microscope. *Am J Orthod*, 79(5):500-22, 1981.
- 128.** Bishara SE, Laffoon JF, VonWald L, Warren JJ. Effect of time on the shear bond strength of cyanoacrylate and composite orthodontic adhesives. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 121:297-300, 2002.
- 129.** Harari D, Aunni E, Gillis I, Redlich M. A new multipurpose dental adhesive for orthodontic use: An in vitro bond strength study. *Am J Orthod Dentofac Orthop*, 118:307-10, 2000.
- 130.** Qen JO, Gjerdet NR, Witsth PJ. Glass ionomer cements used as bonding materials for metal orthodontic brackets. An in vitro study. *Eur J Orthod*, 13:187-191, 1991.
- 131.** Ajlouni R, Bishara SE, Oonsombat C, Denehy GE. Evaluation of modifying the bonding protocol of a new acid-etch primer on the shear bond strength of orthodontic brackets. *Am J Orthod Dentofac Orthop*, 74:410-13, 2004.
- 132.** Abu Alhaija ESC, Al-Whadni AMS. Evaluation of shear bond strength with different enamel pre-treatments. *Eur J Orthod*, 26:179-184, 2004.
- 133.** Kim SS, Park WK, Son WS, Ahn HS, Ro JH, Kim YD. Enamel surface evaluation after removal of orthodontic composite remnants by intraoral

sandblasting: a 3-dimensional surface profilometry study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 132(1):71-6, 2007.

134. Trakyalı G, Özdemir FI, Arun T. Enamel colour changes at debonding and after finishing procedures using five different adhesives. *Eur J Orthod*, 31:397-401, 2009.

135. Hong YH, Lew KKK. Quantitative and qualitative assessment of enamel surface following five composite removal methods after bracket debonding. *Eur J Orthod*, 17:121-128, 1995.

136. Hibst R, Keller U. Removal of dental materials by Er:YAG laser radiation. *Lasers Orthop Dent Vet Med*, 1424:120-126, 1991.

137. Retief DH, Denys FR. Finishing of enamel surfaces after debonding of orthodontic attachments. *Angle Orthod*, 49(1):1-10, 1979.

138. Banerjee A, Paolinelis G, Socker M, McDonald F, Watson TF. An in vitro investigation of the effectiveness of bioactive glass air-abrasion in the 'selective' removal of orthodontic resin adhesive. *Eur J Orthod*, 116(5):488-92, 2008.

139. Wright GZ, Hatibovic Kofman S, Millenaar DW, Braverman I. The Safety and efficacy of treatment with air abrasion technology. *Int J Paediatr Dent*, 9:133-140, 1999.

140. Jefferies S. Abrasive finishing and polishing in restorative dentistry: A state of the art review. *Dent Clin North Am*, 51:379-397, 2007.

141. RJ, Radlanski. A new carbide finishing bur for bracket debonding. *J Orofac Orthop*, 62:296-304, 2001.

142. Bertrand D, Rouleau Jr, Grayson W, Marshall Jr, Cooley RO. Enamel surface evaluations after clinical treatment and removal of orthodontic brackets. *Am J Dentofac Orthop*, 81:423-426, 1982.

143. Zachrisson BU, Arthun J. Enamel surface appearance after various debonding techniques. *Am J Orthod*, 75(2):121-7, 1979.

144. Ulusoy Ç. Comparison of finishing and polishing systems for residual resin removal after debonding. *J Appl Oral Sci*, 17(3):209-15, 2009.

145. Zarrinnia K, Eid NM, Kehoe MJ. The effect of different debonding techniques on the enamel surface: an in vitro qualitative study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 108(3):284-93, 1995.

146. Eliades T, Gioka C, Heim M, Eliades G, Makou M. Color stability of orthodontic adhesive resins. *Angle Orthod*, 74:391-393, 2004.

- 147.** Uysal T, Eldeniz AU, Usumez S, Usumez A. Thermal changes in the pulp chamber during different adhesive clean-up procedures. *Angle Orthod*, 75(2):220-5, 2005.
- 148.** Ottl P, Lauer HC. Temperature response in the pulpal chamber during ultrahigh-speed tooth preparation with diamond burs of different grit. *J Prosthet Dent*, 80:12-19, 1998.
- 149.** Peyton FA. Temperature rise in teeth developed by rotating instruments. *J Am Dent Assoc*, 50:629-632, 1955.
- 150.** Ozturk B, Usumez A, Ozturk N, Ozer F. In vitro assessment of temperature change in the pulp chamber during cavity preparation. *J Prosthet Dent*, 91:436-440, 2004.
- 151.** Schuchard A. A histologic assessment of low-torque, ultrahighspeed cutting technique. *J Prosthet Dent*, 34:644-651, 1975.
- 152.** Sato K. Relation between acid dissolution and histological alteration of heated tooth enamel. *Caries Res*, 17:490-495, 1983.
- 153.** Robinson HB, Lefkowitz W. Operative dentistry and the pulp. *J Prosthet Dent*, 12:985-1001, 1962.
- 154.** Taira M, Wakasa K, Yamaki M, Matsui A. Heat generated when cutting natural tooth enamel, composite resin model tooth enamel and glass-ceramic typodont tooth. *Hiroshima Daigaku Shigaku Zasshi*, 22:210-212, 1990.
- 155.** Moulding MB, Loney RW. The effect of cooling techniques on intrapulpal temperature during direct fabrication of provisional restorations. *Int J Prosthodont*, 4:332-336, 1991.
- 156.** Zach L, Cohen C. Pulp response to externally applied heat. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*, 19:515-530, 1965.
- 157.** Eminkahyagil N, Arman A, Karabulut E. Effect of resin-removal methods on enamel and shear bond strength of rebonded brackets. *Angle Orthod*, 76:515-530, 2006.
- 158.** Craig RG. *Restorative Dental Materials*. Fifth edition, Churchill Livingstone. New York, pp.21-26, 1986.
- 159.** Fondriest J. Shade matching in restorative dentistry: the science and strategies. *Int. J Periodontics Restorative Dent*, 23: 467-79, 2003.
- 160.** Russell MD, Gulfranz M, Moss BW. In vivo measurement of color changes in natural teeth. *J Oral Rehabil*, 27:786-792, 2000.

- 161.** Moser JB, Wozniak WT, Muller TP, Moore BK. Use of munsell system to compute color differences in composite resins. *J Dent Res*, 57:958-963, 1978.
- 162.** Chu SJ, Devigus A ve Mielezsko A *Fundamentals of color shade matching and communication in esthetic dentistry*. 1th ed. Quintessence Pub Co Inc, 2004.
- 163.** Yılmaz İ. Renk sistemleri, renk uzayları ve dönüşümler. Selçuk Üniversitesi Jeodezi ve fotogrametri mühendisliği öğretiminde 30. yıl sempozyumu, Konya, 16-18 Ekim 2002.
- 164.** Wee AG, Managhan P, Johnston WM. Variation in color between intended and matched shade and fabricated shade of dental porcelain. *J Prosthet Dent*, 87:657-666, 2002.
- 165.** O'Brien, Hemmendinger H, Boenke KM, Linger JB, Groh CI. Color distribution of three regions of extracted human teeth. *Dent Mater*, 13:179-185, 1997.
- 166.** Monaghan P, Trowbridge T, Lautenschlager E. Composite resin color-change after vital tooth bleaching. *J Prosthet Dent*, 67:778-81, 1992.
- 167.** Pizzamiglio E. A color selection technique. *J Prosthet Dent*, 66:592-596, 1991.
- 168.** O'Brein WJ, Boenke KM, Groh CL. Coverage errors of two shade guides. *Int J Prosthodont*, 4:45-50, 1991.
- 169.** Swift EJ Jr, Hamel SA, Lund PS. Colorimetric evaluation of Vita shade resin composites. *Int J Prosthodont*, 7:356-361, 1994.
- 170.** Saraç D, Saraç YŞ, Yüzbaşıoğlu E. Farklı kompozitlerle bir renk skalası arasındaki renk farklılıkları. *GÜ Diş Hek Fak Derg*, 22(2):77-82, 2005.
- 171.** Hasegawa A, Ikeda I, Kawaguchi S. Color and translucency of in vivo natural central incisors. *J Prosthet Dent*, 83:418-423, 2000.
- 172.** Berns RS, Billmeyer FW, Saltzman M. *Principles of color technology*. John Wiley&Sons, New York, 1th ed. 2000.
- 173.** Baltzer A, Kaufman V, Jinoian. The determination of the tooth color. *Quintessenz Zahntech*, 30:726-740, 2004.
- 174.** Heydecke G, Zhang F, E.Razzoog M. In vitro color stability of double layer veneers after accelerated aging. *J Prosthet Dent*, 85:551-7, 2001.
- 175.** Johnston WM, Kao EC. Assessment of appearance match by visual observation and clinical colorimetry. *J Dent Res*, 68:819-822, 1989.

- 176.** Büyükyılmaz Ş, Ruyter IE. Color stability of denture base polymers. *Int J Prosthodont*, 7:372-382, 1994.
- 177.** Ruyter IE, Nilner K, Möller B. Color stability of dental composite resin materials for crown and bridge veneers. *Dent Mater*, 3:246-251, 1987.
- 178.** O'Brien WJ. *Dental materials and their selection*. Quintessence Pub Co Inc 1th ed, 2002.
- 179.** Stephen J, Chu DMD, Devigus A, Mielezsko A. *Fundamentals of color*. Quintessence books, 2004.
- 180.** Watts A, Addy M. Tooth discolouration and staining a review of the literature. *Br Dent J*, 190:309-316, 2001.
- 181.** Lee YK, Powers JM. Color difference of four esthetic restorative materials by the illuminant. *Am J Dent*, 18(5):359-63, 2005.
- 182.** Crisp S, Abel G, Wilson AD. The quantitative measurement of the opacity of aesthetic dental filling materials. *J Dent Res*, 58(6):1585-96, 1979.
- 183.** Sproull RC. Color matching in dentistry. Part I. The three-dimensional nature of color. *J Prosthet Dent*, 86:453-457, 2001.
- 184.** Paravina RD, Powers JM, Fay R. Dental color standards shade tab arrangement. *J Esthet Restor Dent*, 13:254-263, 2001.
- 185.** Paul S, Peter A, Pietrobon N, Hammerle CH. Visual and spektrophotometric shade analysis of human teeth. *J Dent Res*, 81:578, 2002.
- 186.** Miller L. Esthetic Dentistry development program shade selection. *J Esthet Dent*, 6(2):47-60, 1994.
- 187.** Okubo SR, Kanawati A, Richards MW, Childress S. Evaluation of visual and instrument shade matching. *J Prosthet Dent*, 80:642-648, 1998.
- 188.** Smith RN, Collins AZ, Naeeni M, Joiner A, Philpotts CJ Hopkinson I, Jones C, Lath DL, Coxon T, Hibbard J, Brook AH. The in vitro and in vivo of mobile non-contact camera-based digital imaging system for tooth colour measurement. *J Dent*, 36:15-20, 2008.
- 189.** Powers JM, Paravina RD. *Esthetic color training in dentistry*. St Louis, Elsevier Mosby. p:3-33, 2004.
- 190.** Johnston WM. Color measurement in dentistry. *J Dent*, 37:e2-e6, 2009.
- 191.** Jahangiri L, Reinhardt SB, Mehra RV, Matheson PB. Relationship between tooth shade value and skin color, an observation study. *J Prosthet Dent*, 87(2):149-152, 2002.

- 192.** Greenwall L. Bleaching techniques in restorative dentistry, Martin Dunitz, London, pp. 132- 163, 2005.
- 193.** Dayan D, Heifferman A, Gorrski M, Begleiter A. Tooth discoloration-extrinsic and intrinsic factors. *Quintessence Int*, 14(2):195-199, 1983.
- 194.** Ergeneli S, Yılmaz S, Sandallı N. Amelogenesis Imperfekta ve Nefrokalsinozis sendromu. *Yeditepe Klinik Dergisi*, 1:7-11, 2005.
- 195.** Reis FA, Giannini M, Lovadino RJ, Ambrosano MG. Effects of various finishing systems on the surface roughness and staining susceptibility of packable composite resins. *Dent Mater*, 19:12-18, 2003.
- 196.** Joiner A, Jones NM, SJ Raven. Investigation of factors influencing stain formation utilizing an in situ model. *Adv Dent Res*, 9(4):471-476, 1995.
- 197.** Ness L, Rosekrans DL, Welford JF. An epidemiologic study of factors affecting extrinsic staining of teeth in an English population. *Community dent oral epidemiol*, 5:44-60, 1977.
- 198.** Arın H. Farklı Sodyum Perbarat tiplerinin intrakoronel ağartma ve dentin geçirgenliği üzerine etkileri. Doktora tezi. Selçuk Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Konya 2000.
- 199.** Pearson D. The chemical analysis of foods, 7th ed. London, Churchill, Livingstone, pp. 1-450, 1976.
- 200.** Dietchi D, Campanile G Holz J, Meyer JM. Comparison of the color stability of ten new-generation composites: an in vitro study. *Dent Mater*, 10:353-62, 1994.
- 201.** Dennison J. Surface roughness and staining susceptibility of composite resins after finishing and polishing. *Esthet Restor Dent*, 23(1):44-5, 2011.
- 202.** Hachiya Y, Iwaku M, Hosoda H, Fusayama T. Relation of finish to discoloration of composite resins. *J Prosthet Dent*, 52:811-4, 1984.
- 203.** Jahanbin A, Ameri H, Khaleghimoghaddam R. Effect of adhesive types on enamel discolouration around orthodontic brackets. *Aust Orthod J*, 25(1):19-23, 2009.
- 204.** Faltenmeier A, Rosentritt M, Reicheneder C, Behr M. Discoloration of orthodontic adhesives caused by food dyes and ultraviolet light. *Eur J Orthod*, 30:89-93, 2008.

- 205.** Çörekçi B, Irgin C, Malkoç S, Öztürk B. Effects of staining solutions on the discoloration of orthodontic adhesives: An in-vitro study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 138:741-6, 2010.
- 206.** Fields Jr HW. Bonded resins in orthodontics. *Pediatric Dentistry*, 4:51-60, 1982.
- 207.** Chapple JA, Restoring discolored teeth to normal. *Dent Cosmos*, 19:499,1877. In: Goldstein RE, Garber DA. *Complete Dental Bleaching*. Chicago, Quintessence Int. publishing, 1995.
- 208.** Attin T, Hannig C, Wiegand A, Attin R. Effect of bleaching on restorative materials and restorations-a systematic review. *Dent Mater*, 20:852-861, 2004.
- 209.** Hobson RS, Rugg-Gunn AJ, Booth TA. Acid-etch patterns on the buccal surface of human permanent teeth. *Arch Oral Biol*, 47(5):407-12, 2002.
- 210.** Pandis N, Polychronopoulou A, Eliades T. Randomization in clinical trials in orthodontics: its significance in research design and methods to achieve it. *Eur J Orthod*, 33:684-690, 2011.
- 211.** David VA, Staley RN, Bigelow HF, Jakobsen JR. Remnant amount and clean-up for 3 adhesives after debracketing. *Am J Orthod Dentofac Orthop*, 121:291-6, 2002.
- 212.** Bryant S, Retief DH, Bradley EL, Denys FR. The effect of topical fluoride treatment on enamel fluoride uptake and the tensile bond strength of an orthodontic bonding resin. *Am J Orthod Dentofac Orthop*, 87:294-302, 1985.
- 213.** Bishara SE, Olsen ME, VonWald L. Comparisons of shear bond strength of pre-coated and un-coated brackets. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 112:617-21, 1997.
- 214.** Bishara SE, VonWald L, Olsen ME, Laffoon JF. Effect of time on the shear bond strength of glass ionomer and compozite orthodontic adhesives. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 116:616-20, 1999.
- 215.** Bishara SE, Ajloini R, Laffoon JF, Waren JJ. Effect of a fluoride-releasing self-etch acidic primer on the shear bond strength of orthodontic brackets. *Angle Orthod*, 72:199-202, 2002.
- 216.** Bishara SE, Gordan VV, VonWald L, Jakobsen JR. Shear bond strength of composite, glass ionomer and acidic primer adhesive systems. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 115:24-8, 1999.

- 217.** Bishara SE, Oonsombat C, Ajlouni R, Denehy G. The effect of saliva contamination on shear bond strength of orthodontic brackets when using a self-etching primer. *Angle Orthod*, 72:554-557, 2002.
- 218.** Bishara SE, Soliman MMA, Oonsombat C, Laffoon JF, Ajlouni R. The effect of variation in mesh-base design on the shear bond strength orthodontic brackets. *Angle Orthod*, 74:400-404, 2004.
- 219.** Tehranchi A, Fekrazad R, Zafar M, Eslami B, Kalhori KA, Gutknecht N. Evaluation of the effects of CO(2) laser on debonding of orthodontics porcelain brackets vs. the conventional method. *Lasers Med Sci*, Aug 20, 2010.
- 220.** McCourt JW, Cooley RL, Banwell S. Bond strength of light-cure fluoride-releasing base-liners as orthodontic bracket adhesive. *Am J Orthod Dentofac Orthop*, 100:47-52, 1991.
- 221.** Sargison AE, McCabe JF, Millett DT. A laboratory investigation to compare enamel preparation by sandblasting or acid etching prior to bracket bonding. *Br J Orthod*, 26(2):141-6, 1999.
- 222.** Aljubouri YD, Millett DT, Gilmour WH. Laboratory evaluation of a self-etching primer for orthodontic bonding. *Eur J Orthod*, 25(4):411-5, 2003.
- 223.** MacColl GA, Rossouw PE, Titley KC, Yamin C. The relationship between bond strength and orthodontic bracket base surface area with conventional and microetched foil-mesh bases. *Am J Orthod Dentofac Orthop*, 113:276-81, 1998.
- 224.** Damon PL, Bishara SE, Olsen ME, Jakobsen JR. Effect of fluoride application on shear bond strength of orthodontic brackets. *Angle Orthod*, 66:61-4, 1996.
- 225.** Yi GK, Dunn WJ, Taloumis LJ. Shear bond strength comparison between direct and indirect bonded orthodontic brackets. *Am J Orthod*, 124:577-81, 2003.
- 226.** Joseph VP, Rossouw PE. The shear bond strength of stainless steel and ceramic brackets used with chemically and light-activated composite resins. *Am J Orthod Dentofac Orthop*, 97:121-25, 1990.
- 227.** Harris AM, Joseph VP, Rossouw PE. Shear peel bond strengths of esthetic orthodontic brackets. *Am J Orthod Dentofac Orthop*, 102:215-9, 1992.
- 228.** Kittipibul P, Godfrey K. In vitro shearing force testing of the Australian zirconia-based ceramic Begg bracket. *Am J Orthod Dentofac Orthop*, 108:308, 1995.

- 229.** Arnold RW, Combe EC, Warford JH Jr. Bonding of stainless steel brackets to enamel with a new self etching primer. *Am J Orthod Dentofac Orthop*, 122:274-6, 2002.
- 230.** Owens SE Jr, Miller BH. A comparison of shear bond strengths of three visible light- cured orthodontic adhesives. *Angle Orthod*, 70:352-356, 2000.
- 231.** Egan FR, Alexander SA, Cartwright GE. Bond strength of rebonded orthodontic brackets. *Am J Orthod Dentofac Orthop*, 109:64-70, 1996.
- 232.** Faltermeier A, Behr M, Müssig D. In vitro colour stability of aesthetic brackets. *Eur J Orthod*, 29(4):354-8, 2007.
- 233.** Patel SB, Gordan VV, Barrett AA, Shen C. The effect of surface finishing and storage solutions on the color stability of resin- based composites. *J Am Dent Assoc*, 135(5):587-94, 2004.
- 234.** Kim-Pusateri S, Brewer JD, Davis EL, Wee AG. Reliability and accuracy of four dental shade-matching devices. *J Prosthet Dent*, 101:193-199, 2009.
- 235.** Dozic A, Kleverlaan CJ, El-Zohairy A, Feilzer AJ, Khashayar G. Performance of five commercially available tooth color-measuring devices. *J Prosthodont*, 16:93-100, 2007.
- 236.** Proffit WR. *Contemporary Orthodontics*. USA, Philadelphia: Mosby, pp. 386- 416, 1999.
- 237.** Ülgen M. *Ortodontik Tedavi Prensipleri*. 4.baskı İstanbul, 1993.
- 238.** Yaman MA. Sabit ortodontik tedavilerde braket yapıştırılmasında kullanılan farklı adesiv sistemlerinin in vitro olarak karşılaştırılması. Ege Üniversitesi, Doktora tezi, 2006.
- 239.** Tosun Y. *Sabit Ortodontik Aparentlerinin Biomekanik Prensipleri*. Ege Üniversitesi Basım Evi, İzmir, 1999.
- 240.** Faltermeier A, Behr M, Müssig D. Esthetic brackets: the influence of filler level on color stability. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 132(1):5.e13, 2007.
- 241.** Lee YK. Changes in the reflected and transmitted color of esthetic brackets after thermal cycling. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 133(5):641.e1-6, 2008.
- 242.** Lee YK. Colour and translucency of tooth-coloured orthodontic brackets. *Eur J Orthod*, 30(2):205-10, 2008.

- 243.** Yamamoto A, Yoshida T, Tsubota K, Takamizawa T, Kurokawa H, Miyazaki M. Orthodontic bracket bonding: enamel bond strength vs. time. *Am J Orthod Dentofac Orthop*, e1-e6,130: 435, 2006.
- 244.** MacColl GA, Rossouw PE, Titley KC, Yamin C. The relationship between bond strength and orthodontic bracket base surface area with conventional and microetched foil-mesh bases. *Am J Orthod Dentofac Orthop*, 113:276-81, 1998.
- 245.** Kitayama S, Nikaido T, Ikeda M, Foxton RM, Tagami J. Enamel bonding of self-etch and phosphoric acid-etch orthodontic adhesive systems. *Dent Mater J*, 26(1):135-43, 2007.
- 246.** Cal-Neto JOA, Miguel JAM. An analysis of in vitro bond strength testing in orthodontics. *Revista Dental Press de Ortodontia e Ortopedia Facial*, 9:44-51, 2004.
- 247.** Hannah CM, Smith GA. The surface finish of composite restorative materials. *Br Dent J*, 4 ve 135(11):483-8, 1973.
- 248.** Knösel M, Mattysek S, Jung K, Kubein-Meesenburg D, Sadat-Khonsari R, Ziebolz D. Suitability of orthodontic brackets for rebonding and reworking following removal by air pressure pulses and conventional debracketing techniques. *Angle Orthod*, 80(4):461-7, 2010.
- 249.** Maskeroni AJ, Meyers CE Jr, Lorton L. Ceramic bracket bonding: a comparison of bond strength with polyacrylic acid and phosphoric acid enamel conditioning. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 97(2):168-75, 1990.
- 250.** Steffen JM. The effects of soft drinks on etched and sealed enamel. *Angle Orthod*, 66:449-456, 1996.
- 251.** Tuncer AV, Önçağ G. İn vitro ve in vivo olarak braketlenmiş dişlerde asitli içeceklerin mineye etkilerinin SEM ile değerlendirilmeleri. *Türk Ortodonti Dergisi*, 15(1):22-27, 2002.
- 252.** Lee YK, Powers JM. Discoloration of dental resin composites after immersion in a series of organic and chemical solutions. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater*, 73:361–367,2005.
- 253.** Zaher AR, Abdalla EM, Abdel Motia EM, Rehman NA, Kassem H, Athanasiou AE. Enamel colour changes after debonding using various bonding system. *J Orthod*, 30:82-88, 2012.

254. Caspersen I. Residual acrylic adhesive after removal of plastic orthodontic brackets: A scanning electron microscope study. *Am J Orthod*, 71:637-650, 1977.

8.ÖZGEÇMİŞ

1985 yılında Çanakkale’de doğdum. İlkokulu Gazi İlkokulu’nda okuduktan sonra, 2003 yılında Çanakkale Milli Piyango Anadolu Lisesi’nden, 2009 yılında Yeditepe Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi’nden mezun oldum. Aynı yıl Yeditepe Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti Anabilim Dalı’nda doktora programına başladım.

e