



HANDE UZUNÇIBUK

**İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ DİŞ HEKİMLİĞİ
FAKÜLTESİ**

DOKTORA TEZİ

İSTANBUL-2020

**T.C.
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

(DOKTORA TEZİ)

**FARKLI KİMYASAL ÇÖZÜCÜ AJANLARIN SERAMİK
ORTODONTİK BRAKETLERİN DEBONDİNG VE KOPMA
BÖLGELERİ ÜZERİNE ETKİLERİNİN İN VİTRO
OLARAK DEĞERLENDİRİLMESİ**

HANDE UZUNÇIBUK

**DANIŞMAN
DOÇ. DR. S. EVREN ÖZTAŞ**

**ORTODONTİ ANABİLİM DALI
DOKTORA PROGRAMI**

İSTANBUL-2020

TEZ ONAYI



BEYAN

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

İTHAF

Aileme ithaf ediyorum.

TEŞEKKÜR

Doktora eğitimim ve tez çalışmam boyunca tecrübesi ve değerli bilgileri ile beni her türlü zor koşulda destekleyen ve cesaretlendiren, tezimin hazırlanma sürecinde yardımlarını hiçbir zaman esirgemeyen, kişisel ve mesleki gelişimimde önemli bir yeri olan, etik değerlerini ve çalışma prensiplerini hayatım boyunca örnek alacağım danışman hocam Doç. Dr. S. Evren Öztaş'a,

Doktora eğitimime olan katkıları nedeniyle, öğrencileri olmaktan her zaman gurur duyduğum, anabilim dalımızın saygıdeğer öğretim üyeleri Prof. Dr. Hülya Kılıçoğlu, Prof. Dr. Nil Cura, Prof. Dr. Sönmez Fıratlı ve Prof. Dr. Gülnaz Marşan'a,

Vaka çözümlerinde ve klinikte hasta bakarken, bilgi ve tecrübelerini bizimle cömertçe paylaşan ve varlıklarını hep arkamda hissettiğim değerli uzmanlarım Dr. Muhsin Çifter, Dr. Beyza Tağrikulu ve Dr. Deniz Gümrü Çelikel'e,

Tez çalışmamın ve doktora eğitimimin her türlü zor, yoğun ve yorucu sürecinde her zaman benim yanımda olan, varlıkları ile hayatımı güzelleştiren sevgili arkadaşlarım Dt. İpek Tamer Şavkan, Dt. Gamze Öney, Dr. Nilüfer Yılmaz Öğütlü'ye ve desteklerini hep hissettiğim tüm asistan arkadaşlarıma,

Sevgileri, sabırları, bana olan güvenleri, hoşgörülerini ve fedakarlıkları ile bugüne gelmemde çok büyük emekleri olan, destekleriyle bana güç veren ve hep daha ileri gitmem için beni cesaretlendiren annem Nesibe Uzunçibuk, babam Levent Uzunçibuk, ablam Gamze Gökulu'ya ve abim gibi sevdiğim Şevki Göksun Gökulu'ya,

Aramıza katıldığı günden beri içimin hep neşe ile dolmasını sağlayan yeğenim Ahmet Levent Gökulu'ya en içten teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

Sayfa No:

TEZ ONAYI.....	ii
BEYAN	iii
İTHAF.....	iv
TEŞEKKÜR	v
İÇİNDEKİLER	vi
TABLolar LİSTESİ	x
ŞEKİLLER LİSTESİ	xii
SEMBOLLER / KISALTMALAR LİSTESİ	xvi
ÖZET	xviii
ABSTRACT.....	xix
1. GİRİŞ VE AMAÇ	1
2. GENEL BİLGİLER.....	5
2.1. Ortodonti Nedir?	5
2.2. Ortodontik Braketler	5
2.2.1. Ortodontik Braketlerin Evrimi	5
2.2.2. Metal Braketler	6
2.2.3. Plastik Braketler	6
2.2.4. Seramik Braketler	7
2.2.4.1. Seramik Braketlerin Üretim Şekillerine Göre Sınıflandırılması	7
2.2.4.1.1. Polikristalin Alümina Seramik Braketler	7
2.2.4.1.2. Monokristalin Alümina Seramik Braketler	8
2.2.4.2. Retansiyon Mekanizmasının Bağlanma Gücü Üzerindeki Etkisi	8
2.2.4.3. Seramik Braketlerin Avantajları ve Dezavantajları.....	9
2.2.4.4. Seramik Braketlerin Optik Özellikleri	11
2.3. Seramik Braketlerin Debonding Yöntemleri	11
2.3.1. Mekanik Debonding Tekniği (Konvansiyonel Teknik)	12
2.3.2. Elektrotermal Debonding Tekniği	13
2.3.3. Ultrasonik Debonding Tekniği.....	15
2.3.4. Lazer ile Debonding Tekniği	15

2.4. Debonding İşlemi Sırasında ve Sonrasında Meydana Gelen Komplikasyonlar.....	17
2.4.1. Seramik Braketlerin Farklı Debonding Tekniklerinin Mine Yüzeyine Etkilerinin Değerlendirilmesi	19
2.4.2. Farklı Seramik Braket Çeşitlerinin Debonding İşleminde Mine Yüzeyinde Meydana Gelen Değişikliklerin Değerlendirilmesi.....	20
2.4.3. Debonding İşlemi Sonrasında Diş Yüzeyinde Kalan Artık Yapıştırıcının Temizlenmesi	23
2.5. Ortodontik Braketlerin Debonding İşleminde Kimyasal Organik Çözücülerin ve Alternatif Yöntemlerin Etkisi.....	26
2.5.1. Aseton	26
2.5.2. Etanol	28
2.5.3. Dimetil Sülfoksit (DMSO).....	29
2.5.4. Nane Yağı	31
2.5.5. Sıcak Su	33
2.6. Termosiklus Prosedürü	34
2.7. ARI (Adhesive Remnant Index) Skorlaması.....	35
3. GEREÇ VE YÖNTEM.....	37
3.1. Gereçler.....	38
3.1.1. Dişlerin Ön Hazırlığında Kullanılan Gereçler	38
3.1.2. Braketlerin Yapıştırılması Gereken Diş Yüzey Alanını Belirlemek İçin Kullanılan Gereçler.....	38
3.1.3. Braketlerin Yapıştırılmasında Kullanılan Gereçler.....	38
3.1.4. Örneklerin Hazırlanmasında Kullanılan Gereçler.....	38
3.1.5. Termal Siklus Cihazı.....	39
3.1.6. Sıyırma Testleri Öncesinde Dişlerin Bekletildiği Solüsyonlar ve Gereçler.....	39
3.1.7. Sıyırma (Shear bond Strenght) Testi için Kullanılan Evrensel Test Cihazı.....	40
3.1.8. Mine-Adeziv-Braket Arayüzünde Meydana Gelen Kopma Bölgelerinin Değerlendirilmesinde Kullanılan Cihazlar.....	40
3.1.8.1. Stereomikroskop Cihazı	40
3.1.8.2. Taramalı Elektron Mikroskobu (Scanning Electron Microscope FE-SEM).....	40
3.2. Yöntem.....	40
3.2.1. Diş Örneklerinin Hazırlanması.....	40
3.2.2. Deneylerde Kullanılan Örneklerin Hazırlanması ve Braketlerin Diş Yüzeyine Yapıştırılması	43

3.2.3. Termal Siklus İşlemi	49
3.2.4. Örneklerin Akriliğe Gömülmesi	50
3.2.5. Deney Grupların Oluşturulması	52
3.2.6. Koparma (Shear Bond Strength) Testi.....	65
3.2.7. Mine-Adeziv-Braket Arayüzünde Meydana Gelen Kopma Bölgelerinin İncelenmesi	67
3.2.8. Deneyler Sonrasında Farklı Solüsyonlara Maruz Kalan Mine Yüzeylerinin ve Braket Kaidesinin Taramalı Elektron Mikroskobu (Scanning Electron Microscope=SEM) Altında İncelenmesi	79
3.3. İstatistiksel Değerlendirme.....	83
4. BULGULAR.....	84
4.1. Sıyırma Testi ile İlgili Bulgular	84
4.1.1. Kontrol Grubunun Kopma Değerlerinin Tüm Gruplarla Tek Tek Karşılaştırılması...	84
4.1.2. Aynı Solüsyonda Kısa (5 Dakika) ve Uzun Süreli (15 Dakika) Bekletilen Örneklerin Kopma Değerlerinin Karşılaştırılması.....	85
4.1.2.1. Aseton 5 Dakika ve 15 Dakika Gruplarının Karşılaştırılması.....	85
4.1.2.2. Etanol 5 Dakika ve 15 Dakika Gruplarının Karşılaştırılması.....	86
4.1.2.3. DMSO 5 Dakika ve 15 Dakika Gruplarının Karşılaştırılması.....	87
4.1.2.4. Nane Yağı 5 Dakika ve 15 Dakika Gruplarının Karşılaştırılması	88
4.1.2.5. Sıcak Su 5 Dakika ve 15 Dakika Gruplarının Karşılaştırılması	89
4.1.3. Farklı Solüsyonlarda Aynı Süre Boyunca Bekletilen Grupların Kopma Değerlerinin Kendi İçinde Karşılaştırılması	90
4.1.3.1. 5 Dakika Gruplarının Kopma Değerlerinin Kendi İçinde Karşılaştırılması.....	90
4.1.3.2. 15 Dakika Gruplarının Kopma Değerlerinin Kendi İçinde Karşılaştırılması.....	92
4.2. ARI Skorları İçin İstatistikler.....	94
4.2.1. Deney Gruplarındaki Örneklerin ARI Skorlarına Göre Sayısal ve Yüzdesel Olarak Dağılımı	94
4.2.1.1. Kontrol Grubundaki Örneklerin ARI Skorlarına Göre Sayısal ve Yüzdesel Olarak Dağılımı.....	95
4.2.1.2. Aseton 5 Dakika Grubundaki Örneklerin ARI Skorlarına Göre Sayısal ve Yüzdesel Olarak Dağılımı.....	96
4.2.1.3. Aseton 15 Dakika Grubundaki Örneklerin ARI Skorlarına Göre Sayısal ve Yüzdesel Olarak Dağılımı.....	97
4.2.1.4. Etanol 5 Dakika Grubundaki Örneklerin ARI Skorlarına Göre Sayısal ve Yüzdesel Olarak Dağılımı	98

4.2.1.5. Etanol 15 Dakika Grubundaki Örneklerin ARI Skorlarına Göre Sayısal ve Yüzdesel Olarak Dağılımı.....	99
4.2.1.6. DMSO 5 Dakika Grubundaki Örneklerin ARI Skorlarına Göre Sayısal ve Yüzdesel Olarak Dağılımı.....	100
4.2.1.7. DMSO 15 Dakika Grubundaki Örneklerin ARI Skorlarına Göre Sayısal ve Yüzdesel Olarak Dağılımı.....	101
4.2.1.8. Nane Yağı 5 Dakika Grubundaki Örneklerin ARI Skorlarına Göre Sayısal ve Yüzdesel Olarak Dağılımı.....	102
4.2.1.9. Nane Yağı 15 Dakika Grubundaki Örneklerin ARI Skorlarına Göre Sayısal ve Yüzdesel Olarak Dağılımı.....	103
4.2.1.10. Sıcak Su 5 Dakika Grubundaki Örneklerin ARI Skorlarına Göre Sayısal ve Yüzdesel Olarak Dağılımı	104
4.2.1.11. Sıcak Su 15 Dakika Grubundaki Örneklerin ARI Skorlarına Göre Sayısal ve Yüzdesel Olarak Dağılımı.....	105
4.3. SEM ile İncelenen Mine Yüzeylerinin Yapısı	106
5. TARTIŞMA.....	113
5.1. Amacın ve Yöntemin Tartışılması	113
5.2. Bulguların Tartışılması.....	118
5.2.1. Aseton ile İlgili Bulguların Tartışılması.....	118
5.2.2. Etanol ile İlgili Bulguların Tartışılması	119
5.2.3. DMSO ile İlgili Bulguların Tartışılması	121
5.2.4. Nane Yağı ile İlgili Bulguların Tartışılması.....	122
5.2.5. Sıcak Su ile İlgili Bulguların Tartışılması.....	123
5.2.6. ARI Skorlarına Ait Bulguların Tartışılması.....	124
5.2.7. SEM Görüntülerinin Değerlendirilmesi	126
6. SONUÇLAR.....	128
7. KAYNAKLAR	130
TABLolar.....	145
ETİK KURUL KARARI.....	155
İNTİHAL RAPORU İLK SAYFASI.....	157
ÖZGEÇMİŞ	160

TABLOLAR LİSTESİ

Sayfa No:

Tablo 4-1: Kontrol grubunun kopma değerlerinin tüm gruplarla tek tek karşılaştırılması	145
Tablo 4-2: Kontrol grubu ile diğer gruplar arası ikili karşılaştırmalar.....	145
Tablo 4-3: Farklı süreli aseton gruplarının karşılaştırılması	146
Tablo 4-4: Farklı süreli etanol gruplarının karşılaştırılması.....	146
Tablo 4-5: Farklı süreli DMSO gruplarının karşılaştırılması.....	146
Tablo 4-6: Farklı süreli nane yağı gruplarının karşılaştırılması	146
Tablo 4-7: Farklı süreli sıcak su gruplarının karşılaştırılması.....	146
Tablo 4-8: 5 dakika gruplarının kopma değerlerinin kendi içinde karşılaştırılması	147
Tablo 4-9: 5 dakika grupları arası ikili karşılaştırmalar	147
Tablo 4-10: 15 dakika gruplarının kopma değerlerinin kendi içinde karşılaştırılması	148
Tablo 4-11: 15 dakika grupları arası ikili karşılaştırmalar	148
Tablo 4-12: Tüm gruplardaki örneklerin ARI skor değerlerine göre dağılımı	149
Tablo 4-13: Kontrol grubundaki örneklerin ARI skorlarına göre sayısal ve yüzdesel olarak dağılımı	149
Tablo 4-14: Aseton 5 dakika grubundaki örneklerin ARI skorlarına göre sayısal ve yüzdesel olarak dağılımı	150
Tablo 4-15: Aseton 15 dakika grubundaki örneklerin ARI skorlarına göre sayısal ve yüzdesel olarak dağılımı	150
Tablo 4-16: Etanol 5 dakika grubundaki örneklerin ARI skorlarına göre sayısal ve yüzdesel olarak dağılımı	151
Tablo 4-17: Etanol 15 dakika grubundaki örneklerin ARI skorlarına göre sayısal ve yüzdesel olarak dağılımı	151
Tablo 4-18: DMSO 5 dakika grubundaki örneklerin ARI skorlarına göre sayısal ve yüzdesel olarak dağılımı	152
Tablo 4-19: DMSO 15 dakika grubundaki örneklerin ARI skorlarına göre sayısal ve yüzdesel olarak dağılımı	152
Tablo 4-20: Nane yağı 5 dakika grubundaki örneklerin ARI skorlarına göre sayısal ve yüzdesel olarak dağılımı	153

Tablo 4-21: Nane yağı 15 dakika grubundaki örneklerin ARI skorlarına göre sayısal ve yüzdesel olarak dağılımı	153
Tablo 4-22: Sıcak su 5 dakika grubundaki örneklerin ARI skorlarına göre sayısal ve yüzdesel olarak dağılımı	154
Tablo 4-23: Sıcak su 15 dakika grubundaki örneklerin ARI skorlarına göre sayısal ve yüzdesel olarak dağılımı	154



ŞEKİLLER LİSTESİ

Sayfa No:

Şekil 1-1: Farklı ortodontik braket söküm yöntemlerinin avantajları ve dezavantajları.....	3
Şekil 2-1: MR çekilecek ortodonti hastaları için klinik rehber.....	10
Şekil 2-2: Asetonun (C_3H_6O) açık moleküler yapısı	27
Şekil 2-3: Etanolun (C_2H_5OH) açık moleküler yapısı	28
Şekil 2-4: Dimetil sülfoksitin (CH_3) ₂ SO açık moleküler yapısı	30
Şekil 2-5: Nane yaprağı yüzeyindeki uçucu yağ keseleri ve salgı tüyleri	31
Şekil 3-1: Mine yüzeylerinin polisaj fırçası ve flor içermeyen pat ile temizlenmesi.....	41
Şekil 3-2: Distile suda bekletilen dişler	42
Şekil 3-3: Distile suda bekletilen dişler	42
Şekil 3-4: Braketlerin yapıştırılmasında kullanılan adeziv sistem ve ışık cihazı.....	43
Şekil 3-5: Braket taban alanı ölçüsünde hazırlanan rehber kalıp.....	44
Şekil 3-6: Rehber kalıp referans alınarak diş yüzeyinin asitlenmesi	44
Şekil 3-7: Mine yüzeyinin asitlenmesi sonrasındaki buzlu cam görüntüsü	45
Şekil 3-8: Çalışmamızda kullanılan seramik braket	46
Şekil 3-9: Braketin standart kuvvet (200 gr) ile yapıştırılması	47
Şekil 3-10: Uygulanan kuvvetin dinamometre ile standardizasyonu.....	47
Şekil 3-11: Yapıştırıcının LED ışık cihazı ile polimerize edilmesi	48
Şekil 3-12: Işık cihazının gücünün kontrol edilmesi	48
Şekil 3-13: Çalışmada kullanılan termal siklus cihazı.....	49
Şekil 3-14: Çalışmada kullanılan termal siklus cihazının soğuk ve sıcak su haznesi.....	49
Şekil 3-15: 0,018x0,025’’ paslanmaz çelik telden bükülen referans telin hazırlanması için gerekli el aletleri	50
Şekil 3-16: Braket slotunun yer düzlemine paralel olmasını ve dişin akriliğe dik olarak gömülmesini sağlayan referans tel.....	51
Şekil 3-17: Kontrol Grubu	53
Şekil 3-18: Aseton 5 Dakika Grubu.....	54
Şekil 3-19: Aseton 15 Dakika Grubu.....	55
Şekil 3-20: Etanol 5 Dakika Grubu.....	56
Şekil 3-21: Etanol 15 Dakika Grubu	57

Şekil 3-22: Dimetil Sülfoksit (DMSO) 5 Dakika Grubu	58
Şekil 3-23: Dimetil Sülfoksit (DMSO) 15 Dakika Grubu	59
Şekil 3-24: Nane Yağı 5 Dakika Grubu.....	60
Şekil 3-25: Nane Yağı 15 Dakika Grubu.....	61
Şekil 3-26: Sıcak Su (60 °C) 5 Dakika Grubu	62
Şekil 3-27: Sıcak Su (60 °C) 15 Dakika Grubu	63
Şekil 3-28: Tüm örneklerin petri kaplarında saklanması	64
Şekil 3-29: Sıyırma testinde kullanılan evrensel test cihazı	65
Şekil 3-30: Evrensel test cihazının yükleme ucu ve örneğin yerleştirildiği alt tablası	66
Şekil 3-31: Evrensel test cihazının yükleme ucunun braket-diş arasına yerleştirilmesi	66
Şekil 3-32: Çalışmada kullanılan stereomikroskop cihazı.....	67
Şekil 3-33: Çalışmada kullanılan stereomikroskop cihazı ile örneklerin incelenmesi	68
Şekil 3-34: Çalışmada kullanılan stereomikroskop cihazı ile diş yüzeylerinin görüntülerinin kaydedilmesi	69
Şekil 3-35: Çalışmada kullanılan stereomikroskop cihazı ile braket kaidelerinin incelenmesi.....	69
Şekil 3-36: ARI skoru 0 olan diş yüzeyi görüntüsü.....	71
Şekil 3-37: ARI skoru 0 olan dişte braket kaidesi görüntüsü	71
Şekil 3-38: ARI skoru 1 olan diş yüzeyi görüntüsü.....	72
Şekil 3-39: ARI skoru 1 olan dişte braket kaidesi görüntüsü	72
Şekil 3-40: ARI skoru 2 olan diş yüzeyi görüntüsü.....	73
Şekil 3-41: ARI skoru 2 olan dişte braket kaidesi görüntüsü	73
Şekil 3-42: ARI skoru 3 olan diş yüzeyi görüntüsü.....	74
Şekil 3-43: ARI skoru 3 olan dişte braket kaidesi görüntüsü	74
Şekil 3-44: ARI skoru 4 olan diş yüzeyi görüntüsü.....	75
Şekil 3-45: ARI skoru 4 olan dişte braket kaidesi görüntüsü	75
Şekil 3-46: ARI skoru 4 olan dişte mine kırığı braket kaidesindeki görüntüsü.....	76
Şekil 3-47: ARI skoru 4 olan dişte mine kırığı braket kaidesindeki görüntüsü.....	76
Şekil 3-48: ARI skoru 5 olan diş yüzeyi görüntüsü.....	77
Şekil 3-49: ARI skoru 5 olan dişte kırılan braket kaidesi görüntüsü	77
Şekil 3-50: ARI skoru 5 olan dişte kırılan braket kaidesi görüntüsü.....	78
Şekil 3-51: ARI skoru 5 olan dişte kırılan braket kaidesi görüntüsü.....	78
Şekil 3-52: Dişlerin kuronlarını ayırmak için kullanılan hassas kesme cihazı	80
Şekil 3-53: Hassas kesme cihazında örneklerin SEM incelemesi için hazırlanması	80

Şekil 3-54: SEM incelemesi için hazırlanan örnekler.....	81
Şekil 3-55: Çalışmada kullanılan SEM cihazı	81
Şekil 3-56: Örneklerin SEM incelemesi için hazırlanmasını sağlayan altın/paladyum kaplama cihazı.....	82
Şekil 4-1: Tüm grupların kopma değerlerinin ortalamaları	84
Şekil 4-2: Aseton 5 dakika ve 15 dakika gruplarının kopma değerlerinin ortalamaları	85
Şekil 4-3: Etanol 5 dakika ve 15 dakika gruplarının kopma değerlerinin ortalamaları	86
Şekil 4-4: DMSO 5 dakika ve 15 dakika gruplarının kopma değerlerinin ortalamaları	87
Şekil 4-5: Nane yağı 5 dakika ve 15 dakika gruplarının kopma değerlerinin ortalamaları	88
Şekil 4-6: Sıcak su 5 dakika ve 15 dakika gruplarının kopma değerlerinin ortalamaları	89
Şekil 4-7: Tüm 5 dakika gruplarının kopma değerlerinin ortalamaları.....	91
Şekil 4-8: Tüm 15 dakika gruplarının kopma değerlerinin ortalamaları.....	93
Şekil 4-9: Tüm gruptaki örneklerin ARI skor değerlerine göre dağılımı	94
Şekil 4-10: Kontrol grubundaki örneklerin ARI skorlarına göre dağılımı.....	95
Şekil 4-11: Aseton 5 dakika grubundaki örneklerin ARI skorlarına göre dağılımı.....	96
Şekil 4-12: Aseton 15 dakika grubundaki örneklerin ARI skorlarına göre dağılımı	97
Şekil 4-13: Etanol 5 dakika grubundaki örneklerin ARI skorlarına göre dağılımı.....	98
Şekil 4-14: Etanol 15 dakika grubundaki örneklerin ARI skorlarına göre dağılımı.....	99
Şekil 4-15: DMSO 5 dakika grubundaki örneklerin ARI skorlarına göre dağılımı.....	100
Şekil 4-16: DMSO 15 dakika grubundaki örneklerin ARI skorlarına göre dağılımı.....	101
Şekil 4-17: Nane Yağı 5 dakika grubundaki örneklerin ARI skorlarına göre dağılımı	102
Şekil 4-18: Nane Yağı 15 dakika grubundaki örneklerin ARI skorlarına göre dağılımı	103
Şekil 4-19: Sıcak Su 5 dakika grubundaki örneklerin ARI skorlarına göre dağılımı	104
Şekil 4-20: Sıcak Su 15 dakika grubundaki örneklerin ARI skorlarına göre dağılımı	105
Şekil 4-21: Deneylerde kullanılan seramik braketin SEM altındaki görüntüsü.....	107
Şekil 4-22: Kontrol grubunun SEM altındaki görüntüsü	107
Şekil 4-23: Aseton 5 dakika grubunun SEM altındaki görüntüsü	108
Şekil 4-24: Aseton 15 dakika grubunun SEM altındaki görüntüsü	108
Şekil 4-25: Etanol 5 dakika grubunun SEM altındaki görüntüsü	109
Şekil 4-26: Etanol 15 dakika grubunun SEM altındaki görüntüsü	109
Şekil 4-27: DMSO 5 dakika grubunun SEM altındaki görüntüsü	110
Şekil 4-28: DMSO 15 dakika grubunun SEM altındaki görüntüsü	110
Şekil 4-29: Nane yağı 5 dakika grubunun SEM altındaki görüntüsü	111

Şekil 4-30: Nane yağı 15 dakika grubunun SEM altındaki görüntüsü	111
Şekil 4-31: Sıcak su 5 dakika grubunun SEM altındaki görüntüsü	112
Şekil 4-32: Sıcak su 15 dakika grubunun SEM altındaki görüntüsü	112



SEMBOLLER / KISALTMALAR LİSTESİ

Al_2O_3 : Alüminyum Oksit

AFM: Atomik Kuvvet Mikroskobu

ARI: Artık Adeziv İndeksi

Bis-GMA: Bisfenol A-Glisidil Metakrilat

$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$: Etanol

$\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$: Aseton

$(\text{CH}_3)_2\text{SO}$: Dimetil sülfoksit

CIM: Seramik Enjeksiyon Döküm Tekniği

CO_2 : Karbondioksit

dk: Dakika

DMS: Dimetil Sülfid

DMSO: Dimetil Sülfoksit

DMSO_2 : Dimetil Sülfon

EGDMA: Etilen Glikol Dimetakrilat

Er-YAG: Erbiyum: Yitriyum-Alüminyum-Garnet

FDA: Amerikan Gıda ve İlaç Dairesi (Food and Drug Administration)

gr: Gram

kg/cm^2 : Kilogram/Santimetre kare

lt: Litre

oz: Ons

ml: Mililitre

mm: Milimetre

mm^2 : Milimetre kare

mm/dk: Milimetre/Dakika

MPa: Megapaskal

MR: Manyetik Rezonans

MRG: Manyetik Rezonans Görüntüleme

N: Newton

Nd-YAG: Neodyum: Yitriyum-Alüminyum-Garnet

nm: Nanometre

POM: Polioksimetilen

SEM: Taramalı Elektron Mikroskobu

sn: Saniye

TEGDMA: Trietilen Glikol Dimetakrilat

UV: Ultraviyole

W: Watt

μm : Mikrometre



ÖZET

Uzunçibuk H. Farklı Kimyasal Çözücü Ajanların Seramik Ortodontik Braketlerin Debonding ve Kopma Bölgeleri Üzerine Etkilerinin İn Vitro Olarak Değerlendirilmesi. İstanbul Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ortodonti ABD. Doktora Tezi. İstanbul. 2020.

Bu in vitro tez çalışmasının amacı; farklı organik kimyasal çözücülerin, seramik braketlerin debonding kuvvetlerine olan etkilerini belirlemek ve mine hasarlarını engelleyecek yeni bir debonding yaklaşımı oluşturmaktır. Çalışmada ortodontik amaç ile çekilmiş 132 adet insan premolar dişi kullanılmıştır. Her biri 12 dişten oluşan, kontrol grubu ile 5 farklı organik kimyasal çözücünün (aseton, etanol, dimetil sülfoksit, nane yağı, sıcak su) iki farklı sürede (5 dakika ve 15 dakika) debonding öncesi uygulanması ile oluşturulan toplam 11 adet grup bulunmaktadır. Termosiklus işlemini takiben örnekler evrensel test cihazı ile sıyırma kuvvetleri uygulanmıştır. MPa cinsinden kopma değerleri ölçüldükten sonra ARI skorlaması ile kopma bölgeleri ve artık yapıştırıcı miktarı belirlenmiştir. Solüsyonların mine yüzeyine etkisini belirlemek amacıyla her gruptan birer örneğin SEM görüntüsü incelenmiştir.

Tüm gruplar içinde en yüksek sıyırma kuvvetleri etanol 5 dakika ve etanol 15 dakika gruplarında görülmüş olup, bu değerler kontrol grubunun sıyırma kuvvetlerine göre de istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek bulunmuştur. SEM görüntüleri incelendiğinde; tüm gruplarda mikro çatlaklar izlenmesine rağmen, etanol grubunda çatlakların derinliğinin belirgin bir şekilde fazla olduğu ve mine yüzeyine en fazla hasarı etanolün verdiği belirlenmiştir. Sıcak suyun ve dimetil sülfoksitin kompoziti yumuşatmadığı, aksine sertleştirerek sıyırma kuvvetlerini arttırdığı, nane yağının ise kompoziti yumuşatma veya sertleştirme üzerine herhangi bir etkisinin olmadığı gözlenmiştir. Aseton 5 dakika ve aseton 15 dakika grubunun sıyırma kuvvetleri, aynı sürelerde uygulanan diğer kimyasal solüsyonlara ve kontrol grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük bulunmuştur. Seramik braketlerin debonding işlemi öncesinde aseton uygulanmasının, mine hasarını engelleyecek ve seramik braketlerin debondingini kolaylaştıracak alternatif bir yöntem olarak klinikte uygulanabileceği sonucuna ulaşılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Seramik Braket, Sıyırma Kuvvetleri, Organik Kimyasal Çözücü, Aseton, Etanol

ABSTRACT

Uzuncibuk H. In Vitro Evaluation of the Effect of Different Chemical Solvent Agents on Shear Bond Strength of Ceramic Orthodontic Brackets. Istanbul University, Institute of Health Science, Department of Orthodontics. PhD Thesis. Istanbul. 2020.

The aim of this study was to evaluate the effects of different chemical organic solvents on shear bond strengths (SBS) of ceramic brackets and to find a new approach for ceramic bracket debonding. 132 human premolar teeth extracted for orthodontic purposes were randomly divided in 11 groups each consisting of 12 samples. 10 groups consisting of 5 different organic solvents (acetone, ethanol, dimethyl sulfoxide, peppermint oil, hot water) with 2 different durations (5 and 15 minutes) and a control group were subjected to test. SBS were applied using universal test machine following thermocycling procedure. The amount of residual adhesives were determined through ARI scoring. SEM images were examined to determine the effects of solvents on enamel surface.

In all test groups, the highest SBS values were found in ethanol 5 and 15 minutes groups which were also found statistically significantly higher than the control group. SEM examination showed micro-cracks in all groups while in both ethanol groups, the depth of cracks were found to be remarkably higher causing the highest damage on enamel surface. Increased SBS values were also found in 5 and 15 minutes groups of hot water and dimethyl sulfoxide while both peppermint oil groups had similar SBS values as control group. SBS values of both acetone 5 and 15 minutes groups were found statistically significantly lower than the control and other groups. Acetone application for 5 or 15 minutes before debonding of ceramic brackets could be an alternative clinical approach to prevent enamel damage and facilitate debonding.

Key words: Ceramic Bracket, Shear Bond Strength, Organic Chemical Solvent, Acetone, Ethanol

1. GİRİŞ VE AMAÇ

Ortodontik braketlerin; tüm tedavi süresince, mekanik ve çiğneme kuvvetlerine direnç göstermesi ve en az 6-8 MPa arasında yapışma dayanıklılığına sahip olması istenir (Reynolds 1975). Ancak istenen bu yapışma dayanıklılığının, braketlerin debonding sırasında diş minesini hasara uğratmaması için minenin koheziv iç gücü olan yaklaşık 13,75 MPa'yı geçmemesi gerekmektedir (Bishara ve Fehr 1997). Son yıllarda; ortodontik tedavi gören erişkin hasta sayısındaki artış ile birlikte, erişkin hastaların estetik kaygılarını en aza indirmek amacıyla, teknolojiye gelişmelere de bağlı olarak, ortodonti kliniklerinde seramik braketlerin kullanımında hızlı bir artış bulunmaktadır (Bishara ve Fehr 1997; Winchester 1991; Athanasiou ve Papadopoulos 1997). Ancak seramik braketler, paslanmaz çelik braketler kadar esneme özelliğine sahip olmadıkları için ortodontik tedavi sonunda deforme edilerek çıkarılmaları mümkün değildir (Joo ve ark. 2011; Lopatiene ve ark. 2016). Seramik braketler ile in vitro koşullarda yapılan bağlanma kuvveti testlerinde meydana gelen kırılmanın sıklıkla mine-yapıştırıcı arayüzünde gerçekleştiği görülmüş ve bu kuvvetlerin 28,3 MPa'ya kadar ulaşabildiği bulgulanmıştır (Theodorakopoulos ve Sadowsky 2004). Bu duruma bağlı olarak seramik braketlerin debonding işlemleri esnasında diş minesinin bütünlüğünün bozulması söz konusu olabilmekte, diş minesi üzerinde seramik braket parçaları kalabilmekte, bazen de mine çatlakları ve kopmaları gibi malpraktis olarak tanımlanabilecek kalıcı hasarlar oluşabilmektedir (Bishara ve ark. 1993; Bishara ve Truelove 1990; Brantley 2001). Bunun yanı sıra, braketlerin yapıştırılması için uygulanan diş yüzeyinin asitle pürüzlendirilmesi nedeni ile 5-50 µm derinliğinde mine dokusu kaybı meydana gelirken, kompozit artıkları uzaklaştırma prosedürlerinin etkisi ile de 100-150 µm civarında geri dönüşümsüz sert doku kayıpları oluşmaktadır (Joo ve ark. 2011; Lopatiene ve ark. 2016). Seramik braketlerin sökümü sırasında oluşan bu olumsuzlukları önlemek için; braketlerin mekanik olarak çıkarılmasına destek olarak elektrotermal, lazer ve ultrasonik debonding gibi farklı teknikler denenmiştir (Bishara ve Fehr 1997; Athanasiou ve Papadopoulos 1997). Bu tekniklerin geri dönüşümsüz pulpa hasarı ve dişeti irritasyonu yapma risklerinden dolayı seramik braketlerin debonding için alternatif metotların denenmesi gerekliliği ortaya çıkmıştır. Klinikte kullanılan farklı debonding yöntemlerinin avantaj ve dezavantajları Şekil 1.1'de belirtilmiştir.

Çalışmamızda, seramik braketlerin debonding işlemleri esnasında gereken debonding kuvvetini azaltmak ve literatürde belirtilen diş minesinin bütünlüğü için güvenli sınır kabul

edilen 12,75-13,75 MPa aralığına ulaşabilmek hedeflenmiştir (Bishara ve Fehr 1997). Bu amaç ile ortodontik yapıştırıcının organik matriksini çözeceği öngörülen ve mine-yapıştırıcı, yapıştırıcı-braket arayüzüne uygulanacak farklı kimyasal ajanların in vitro koşullarda debonding üzerine etkilerinin değerlendirilmesi ve ortodonti kliniğinde kullanılabilecek, olası mine hasarlarını engelleyecek yeni bir yaklaşım oluşturulması hedeflenmiştir.

Santana ve arkadaşları yaptıkları çalışmada mevcut literatürleri inceleyerek; aseton ve etanol gibi organik çözücülerin, adeziv monomerini seyreltme özelliği olduğunu bildirmişlerdir (Garcia ve ark. 2010; Van Landuyt ve ark. 2008). Bir çözücünün; herhangi bir katı veya sıvı maddeyi çözerken, o maddenin iyonlarını birbirinden ayırarak aradaki boşlukları kendi molekülleri ile doldurduğunu ve bunun sonucunda da çözünen maddenin molekülleri arasında yeni ve daha zayıf bağlar oluştuğunu bildirmişlerdir (Van Landuyt ve ark. 2007). Bu bağlamda, bu organik çözücülerin debonding esnasında diş yüzeyine uygulanması ile yapıştırıcının organik matriksinin çözünebileceği ve mine-yapıştırıcı-braket arayüzünde kırılmanın en az hasarla veya hasarsız ve en düşük kuvvetlerle gerçekleştirilmesinin sağlanabileceği hipotezini kurmuşlardır.

Waldron ve Causton; nane yağı bazlı kimyasal bir maddenin (P-de-A®, Oradent, İngiltere) braketlerin debonding öncesinde diş yüzeyine 2 dk boyunca uygulanmasının ardından, seramik braketlerin çıkarılmasının kolaylaşacağını ve ayrıca nane yağının mine yüzeyinde kalan artık kompozitin temizlenmesine de yardımcı olacağını bildirmişlerdir (Waldron ve Causton 1991). Larmour ve Chadwick'in yaptığı ilk çalışmalar, ortodontik yapıştırıcıya uygulanan nane yağının reçine üzerinde önemli bir yumuşatma etkisi olduğunu göstermiştir (Larmour ve Chadwick 1995). Larmour ve ark.'nın daha sonra yaptıkları in vitro çalışmada ise kimyasal çözücü ajanlar olan aseton, etanol ve nane yağının seramik braketlerin çıkarılması üzerindeki etkisi araştırılmış ve çalışmada kurulan hipotezin aksine kimyasal solüsyonların braketlerin debondingini kolaylaştırdığı sonucuna ulaşamamıştır. Ayrıca kısa (5 dk) ve uzun (1 saat) süreli nane yağı uygulanan grupların ikisinde de seramik braket kırıklarının hala bir sorun olmasının yanında kırılmanın mine-yapıştırıcı arayüzünde olduğu görülmüştür (Larmour ve ark. 1998). McKinney ve Wu'nun yaptıkları çalışmada ise; kimyasal organik çözücüler olarak bilinen aseton ve etanol ile nane yağının karıştırılması sonucunda seramik braketlerin çıkarılmasının kolaylaştırılabileceği ve komplikasyonların azaltılabileceği belirtilmiştir (McKinney ve Wu 1985).

Carter 2003 yılında yayınlanan yazısında; kliniğinde hasta bakarken, seramik braketlerin çıkarılmasından önce alttaki yapıştırıcıyı yumuşatmak için öncelikle yüzeyi ısıttığını ve bu amaçla hastanın ağzını yakmayacak şekilde, ‘güvenli sıcaklıktaki’ bir bardak su ile hastanın ağzını çalkalamasını ve hastalardan sıcak suyu tükürmeden bir dakika boyunca ön dişlerine de gelecek şekilde beklemesini istediğini belirtmiştir. Carter, güvenli sıcaklığa sahip suyun kliniğindeki kahve makinesinden tedarik edildiğini belirtmektedir. Carter, sıcak su banyosunun kaç derece olacağıyla ilgili ayrıntılı bilgi vermemiştir (Carter 2003).

Debonding Tekniği	Avantajlar	Dezavantajlar
Standart Debonding Pensi	- Kullanımı kolay ve hızlı - Standart söküm aleti	- Uygulanan kuvvet artarsa mine kırığı riski - Braket kırığı riski - Kırılan braket parçalarının aspirasyon riski
Hows/Weingart veya ligatür kesici ile debonding	- Kullanımı kolay ve hızlı - Standart söküm aleti	- Braket kırığı riski - Kırılan braket parçalarının aspirasyon riski - Mine hasarı riski
Özel Pensler ile Debonding	Konvansiyonel el aletlerine göre söküm işlemi daha kolay ve hızlı	- El aletinin ekstra maliyeti - Braket ve mine hasarı riski hala mevcut
Ultrasonik Debonding	- Debonding kuvvetleri daha az - Mine hasarı riski daha az - Braket kırılma sıklığı daha az - Artık rezin aynı cihaz ile kaldırılabilir	- Zaman alıcı işlem - Ultrasonik uçların aşınması - Pulpada ısıya bağlı hasar oluşmaması için su soğutması gerektirmesi
Elektrotermal Debonding	- Debonding kuvvetleri daha az - Mine hasarı riski daha az - Braket kırılma sıklığı daha az - Hasta konforu az	- Isıya bağlı pulpa hasarı riski - Çevre yumuşak dokularda yanık riski - Cihazın maliyeti - Braketin hızlı bir şekilde çıkarılamaması - Hasta başında geçen sürenin artması
Laser ile Debonding	- Debonding kuvvetleri daha az - Mine hasarı riski daha az - Braket kırılma sıklığı daha az - Daha az travmatik ve ağrı verici	- Isı artışına bağlı pulpa hasarı riski - Pahalı cihazlar - Lazerin uzun dönem riskleri
Kimyasal Ajanlar ile Debonding	- Debonding kuvvetleri daha az - Mine hasarı riski daha az - Adeziv-mine arayüzünde kırılma sağlaması	- Kimyasal ajanların bağlanma kuvvetine etkisi kesin değil - Hasta başında geçen sürenin artması - Kimyasal ajanın maliyeti

Şekil 1-1: Farklı ortodontik braket söküm yöntemlerinin avantajları ve dezavantajları

(Bishara ve Fehr 1997)

Bu tez çalışması; diş yüzeylerinin, debonding öncesinde farklı kimyasal çözücü ajanlar olan aseton, etanol, dimetil sülfoksit (DMSO), nane yağı ve sıcak suda 5'er ve 15'er dakika boyunca bekletilmesi ile diş yüzeyine mekanik ve kimyasal olarak bağlanan seramik braketlerin tutuculuk değerlerindeki değişimi incelemek ve bu ajanların diş mine yüzeyine etkilerini in vitro olarak değerlendirmek amacıyla planlanmış ve gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın sıfır hipotezi; aseton, etanol, DMSO, nane yağı ve sıcak suyun seramik braketlerin tutuculuk değerlerini azalttığı ve debonding işlemini kolaylaştırdığı, tüm test edilen materyallerin arasında debonding üzerindeki etkileri açısından bir fark olmadığı ve kimyasal ajanların uygulama süreleri uzadıkça etkilerinin arttığı şeklindedir.



2. GENEL BİLGİLER

2.1. Ortodonti Nedir?

Ortodonti; maloklüzyonların ve dentofasiyal bölgedeki anomalilerin önlenmesi, durdurulması ve düzeltilmesini sağlayan diş hekimliğinin bir dalıdır. Ortodonti kelimesi Yunanca orthos (düzgün) ve odontos (diş) kelimelerinden türemiştir. Basit olarak, dişlerin sıralanmasıyla ilgilenen bir diş hekimliği dalıdır (Ackerman 2003).

Ortodontik tedavi ile hastaların diş ve çene uyumunun bozulmasına neden olan durumların teşhisi sonrasında estetik görüntülerinin iyileştirilmesinin yanı sıra, bireyin yaşamını direkt olarak etkileyen dudak damak yarıkları gibi doğuştan gelen veya daha sonradan oluşan maloklüzyonların tedavisi gerçekleştirilir (Ackerman 2003).

2.2. Ortodontik Braketler

Ortodontik braketler, sabit ortodontik tedavi sırasında dişlerin hizalanması ve sıralanması amacıyla kullanılan kuvvet aktarıcılardır. Dişlerin konumunu düzelterek ve diğer ortodontik apareyler ile birlikte kullanılarak çenelerin konumunu değiştirerek maloklüzyonların düzeltilmesini sağlarlar. Teknolojinin gelişimi ve bireylerin ihtiyaçları göz önüne alınarak farklı materyallerden braketler üretilmiştir.

2.2.1. Ortodontik Braketlerin Evrimi

Ortodontik tedavinin ilk dönemlerinde kuvvet iletimi; epoksi reçine ile dişlere simante edilen, paslanmaz çelik telden üretilen ve bantların üzerine lehimlenen slotu bulunan metaller aracılığıyla yapılırken, 1970'lerin sonlarında direkt bonding sistemi geliştirilmiş ve metal braketler diş yüzeyine direkt olarak yapıştırılmıştır. Braketlerin yapıştırılma işlemi bir adeziv, minenin yüzeyi ile braketin tabanındaki oluklar arasında mekanik, kimyasal ve hem mekanik hem kimyasal bir şekilde bağlanma oluşturmaları ile gerçekleştirilmiştir.

Buonocore, 1955 yılında yayınladığı makalesinde mine yüzeyinin fosforik asitle pürüzlendirilebileceğini ve direkt bonding işleminin yapılabileceğini belirterek diş hekimliğinde bir devrim yaratmıştır (Buonocore 1955). Newman ise 1965 yılında mine yüzeyini %40'lık fosforik asit ile pürüzlendirmiş ve ortodontik braketleri epoksi reçine ile diş yüzeyine direkt bonding ile yapıştırmıştır (Newman 1965). Direkt bondingin avantajları arasında; ark uzunluğunun korunması, braketlerin yerleştirme ve yapıştırma kolaylığı ve estetik üstünlük gibi özellikler sayılabilir (Olsen ve ark. 1996).

2.2.2. Metal Braketler

Buonocore'un direkt bonding sistemini tanımlamasının ardından ortodontik tedavi uygulanacak dişler üzerine simante edilen bantların yerini direkt olarak yapıştırılan metal braketler almıştır. Günümüzde ortodontistler tarafından en sık kullanılan braketler olan metal braketler, ilk olarak 1967 yılında kullanılmaya başlanmıştır (Cozza ve ark. 2006). Başlangıçta östenitik fazda paslanmaz çelikten üretilirlerken, ilerleyen dönemlerde korozyonu azaltmak ve braketlerin fiziksel özelliklerini geliştirmek amacıyla martensitik fazdaki çelikten üretilmeye devam edilmiştir (Huang ve ark. 2001). Ortodontik metal braketler, %8-12 nikel ve %17-22 krom içeren paslanmaz çelik alaşımdan oluşurlar. Krom, nikel ve molibden oranı fazla, karbon oranı az olan metal braketlerin korozyona direnci daha fazladır (Huang ve ark. 2001). Genel popülasyonun yaklaşık %10'u nikel karşı aşırı duyarlılık reaksiyonu göstermektedir (Peltonen 1979). Bu nedenle, kobalt-krom alaşımından üretilen ve nikel içermeyen metal braketler bulunmaktadır (Huang ve ark. 2001).

Metal braketlerde tutuculuk, braketlerin özel taban tasarımları sayesinde mekanik olarak sağlanmaktadır. Metal braketler; temel olarak üretim şekline göre, 'lehimlenmiş tabanlara sahip' ve 'bütün olarak üretilmiş' metal braketler olarak iki ana gruba ayrılabilir (Huang ve ark. 2001). Metal brakete sonradan lehimlenen tabanlar; delikli, ağ örgülü veya foto-etched olabilir. Braketin bütün olarak üretildiği gruptaki taban çeşitleri ise; tutucu oluklu, ağ örgülü, ızgara şeklinde ya da lazerle şekillendirilmiş olabilir (Huang ve ark. 2001).

Metal braketler; tedavi sırasında kopma durumunda ya da yeniden pozisyonlandırılmaları gerektiğinde, frezle temizleme veya kumlama gibi mekanik işlemlerle ya da yakma/fırlama gibi termal işlemlerle braket tabanındaki yapıştırıcının temizlenmesi sonrasında, yenileriyle değiştirilmelerine gerek duyulmadan, tekrar kullanılabilirler (rebonding) (Sonis 1996).

2.2.3. Plastik Braketler

Plastik braketler; 1969 yılında kullanılmaya başlanmış ve polikarbonattan üretilmiş olup, distorsiyona ve kırılmaya karşı dirençleri oldukça azdır (Faltermeier ve ark. 2007). İlk üretilen plastik braketlerin tutucukları kimyasaldı ve yapıştırılmalarında özel yapıştırıcılar olan akrilik yapıştırıcılar kullanılmaktaydı (Akin Nergiz ve ark. 1996). Uygulanan kuvvetlerin; özellikle de tork kuvvetinin artmasıyla birlikte plastik braket oluğundaki aşınmalar artar ve ortodontik diş hareketleri güçleşir (Fernandez ve Canut 1999; Graber ve ark. 2005; Dobrin ve ark. 1975). Hastanın ağız hijyeninin kötü olması, su emilimi, ultraviyole

ışık ve gıda boyaları plastik braketlerin renk değiştirmesine neden olabilir (Faltermeier ve ark. 2007). Mekanik tutuculuğa sahip olan ve sürtünmeyi azaltmak amacıyla oluk kısmı metal olarak üretilen plastik braketler olduğu gibi, cam ve fiber cam ile güçlendirilmiş veya polioksimetilenden (POM) üretilen plastik braketler de bulunmaktadır (Kusy ve Whitley 2005). Cam partiküller plastik braketlerin direncini arttırmaktadır ancak polioksimetilenden üretilen plastik braketlerde, mekanik özelliklerin iyileştirilmesiyle birlikte, doku irritanı bir madde olan ‘formaldehit’ açığa çıkmaktadır (Kusy ve Whitley 2005). Tüm bu dezavantajları nedeniyle ortodontik tedavide plastik braketlerin kullanımı çok tercih edilmemektedir.

2.2.4. Seramik Braketler

Özellikle erişkin hasta sayısındaki artış ile birlikte; hastaların, ortodontik tedavi boyunca estetik bir görünüme sahip olma ihtiyacı artmış ve bununla birlikte seramik braketler klinisyenlerin ayrılmaz bir parçası haline gelmiştir.

İlk kez 1986 yılında teknolojiye gelişmelerin yardımıyla seramik braketler üretilmeye başlanmıştır (Karamouzos ve ark. 1997). ‘Birinci jenerasyon seramik braketler’ olarak adlandırılan bu braketler, tabanında bulunan silan tabakası sayesinde yapıştırıcıya kimyasal olarak bağlanmaktaydılar (Chung ve ark. 2002). Bağlanma dirençleri çok yüksek olan bu seramik braketlerin, debondigleri sırasında sıklıkla mine kırıkları görülmesi nedeniyle 1990’lı yıllarda mekanik tutuculuk gösteren ‘ikinci jenerasyon seramik braketler’ üretilmiştir (Chung ve ark. 2002; Liu ve ark. 2005). 1997 yılında üretilen ‘üçüncü jenerasyon seramik braketler’ de ise braketin diştten daha kolay ayrılmasını sağlayacak dikey bir oluk bulunmaktadır. Mekanik tutuculuğa sahip olan bu jenerasyonda; debonding esnasında braketin dikey oluk boyunca kendi içinde kırılması sağlanarak, mine yüzeyine en az hasar verilmesi amaçlanmıştır (Liu ve ark. 2005).

2.2.4.1. Seramik Braketlerin Üretim Şekillerine Göre Sınıflandırılması

Mevcut olan tüm seramik braketlerin temel yapısı alümina olarak da adlandırılan alüminyum oksittir (Al_2O_3) ve seramik braketler üretim şekillerindeki farklılıktan dolayı ikiye ayrılırlar (Karamouzos ve ark. 1997).

2.2.4.1.1. Polikristalin Alümina Seramik Braketler

Polikristalin braketler yaklaşık 0,3 mikron boyutunda olan alüminyum oksit partiküllerinin füzyonu veya sinterlenmesi ile meydana gelir. Seramik partikülleri, alüminyum oksit partikülleri ile karıştırılarak braket kalıbına alınır ve sonrasında 1800°C'nin üzerindeki

sıcaklıklarda, alüminyum oksit partikülleri erimeden, bu karışımın füzyonu sağlanır. Bu işleme sinterleme adı verilmektedir. Ardından elmas kesme aletleri ile oluklar kesilir ve yüzey pürüzsüzlüğünün sağlanması için ısıtma işlemi uygulanır (Swartz 1988).

Polikristalin braketlerin yüzeyindeki; %0,001'in altındaki çok düşük orandaki düzensizlikler bile, tedavi esnasında hastaların klinik kullanımı veya debonding işlemi sırasında braketin kırılmasına yol açabilir (Swartz 1988).

Polikristalin braketlerin üretiminde kesme işlemini elimine etmek, daha hızlı ve pürüzsüz yüzeyler elde edebilmek amacıyla son dönemde seramik enjeksiyon döküm tekniği (ceramic injection molding-CIM) geliştirilmiştir (Omana ve ark. 1992). Sinterleme sonrasında, seramik ve alüminyum oksit parçacıkları bir kalıba enjekte edilmekte ve kesme işlemi ortadan kaldırılarak daha kusursuz yüzeyler elde edilmektedir (Reimann ve ark. 2016).

2.2.4.1.2. Monokristalin Alümina Seramik Braketler

Polikristalin seramik braketlerden farklı olarak, alüminyum oksit partikülleri önce 2100°C'nin üzerinde eritilir ve sonrasında yavaş yavaş soğutulularak kontrollü bir kristalizasyon sağlanır. Sonrasında çubuk biçimindeki tek kristalden oluşan kalıptan, ultrasonik tekniklerle veya elmas frezlerle braket şekillendirilir ve yüzey kusurlarını gidermek için ısıtma işlemi maruz bırakılırlar. Monokristalin alümina braketlerin üretimi, kesme işleminin zorluğundan dolayı polikristalin braketlerin üretimine göre daha pahalı ve zordur (Swartz 1988).

2.2.4.2. Retansiyon Mekanizmasının Bağlanma Gücü Üzerindeki Etkisi

Seramikler tepkimeye girmeyen materyallerdir. Bu nedenle braket tabanının yapıştırıcıya tutunabilmesi için farklı mekanizmalar geliştirilmiştir. Seramik braketler; kimyasal, mekanik ve her iki sistemin bir arada olduğu polimer ağ taban tutuculuğu ile bağlanmaktadır (Bishara ve ark. 1993; Kitahara-Céia ve ark. 2008).

Kimyasal tutuculuk için seramik braketlerin tabanına cam bir kaplama yapılmakta ve daha sonra cam kaplı yüzey ile yapıştırıcı arasında kimyasal bir bağ sağlayabilmek için silan uygulanmaktadır (Liu ve ark. 2005; Bordeaux ve ark. 1994; Guess ve ark. 1988). Silan molekülü iki fonksiyonlu bir moleküldür, yani bir ucu cam ile reaksiyona girerken diğer ucu yapıştırıcı ile reaksiyona girmektedir (Øgaard ve ark. 2004; Bishara ve Truelove 1990; Eliades ve ark. 2001). Ancak kimyasal olarak bağlanan braketlerin debonding işlemi için mine yüzeyine telafi edilemez zararlar verebilecek çok yüksek kuvvetlere gereksinim

duyulmaktadır (Øgaard ve ark. 2004; Kitahara-Céia ve ark. 2008; Bishara ve Truelove 1990; Eliades ve ark. 2001; Birnie 1990).

Mine bütünlüğünü bozabilecek debonding kuvvetlerinin azaltılabilmesi amacıyla mekanik retansiyonun artırılması gerekliliği ortaya çıkmış ve seramik braketlerin tabanlarının tasarımı değiştirilmiştir (Kitahara-Céia ve ark. 2008; Ghafari ve Chen 1990; Ghafari 1992). Günümüzde; mekanik tutuculuk ile yapıştırıcıya bağlanan, farklı tasarımlara sahip seramik braket tabanları bulunmaktadır. Mikrokristalin yapıda ve mekanik kürecikler bulunan seramik braketler piyasada; ‘güvercin kuyruğu’ şeklinde, mantar şeklinde, ‘çukur’ şeklinde ve polimer kaplı, lazerle yapılandırılmış tabanlı gibi birçok farklı çeşitte bulunmaktadır (Russell 2005).

Hem kimyasal hem mekanik tutuculuğun bir arada olduğu, polimerin seramik braket tabanına ince bir şekilde uygulandığı polimer ağ tabanlı braketlerde, yapıştırıcı mine ve esnek polimer ağ tabanı arasında bulunmaktadır ve debonding işlemi sırasında mine yüzeyinin korunmasıyla ilgili yapılan çalışmalarda olumlu sonuçlar elde edilmiştir (Kitahara-Céia ve ark. 2008; Elekdag-Turk ve ark.2009; Elekdag-Turk ve ark.2016).

2.2.4.3. Seramik Braketlerin Avantajları ve Dezavantajları

Mevcut literatürde, seramik braketlerin, mineden yaklaşık olarak dokuz kat daha sert olduğu bildirilmektedir (Russell 2005). Buna bağlı olarak seramik braketlerin sökümü sırasında minede hasar görülebilmektedir (Russell 2005).

Paslanmaz çelik braketlere kuvvet uygulandığında braketin esneme miktarı yaklaşık %20’ye, bu durum seramik braketlerde %1’dir ve bu nedenle seramik braketler daha kırılğan yapıdadırlar (Øgaard ve ark. 2004).

Çatlak içeren bir malzemenin kırılmaya direnme gücü ‘kırılma tokluğu’ olarak adlandırılır (Brantley 2001). Minenin kırılma tokluğu, seramik braketlerin kırılma tokluğundan daha düşüktür (Scott 1988). Bu nedenle; braketlerin sökölme işlemi sırasında oluşturulan stresler, mine yüzeyinin bütünlüğünün zarar görmesine neden olabilir (Scott 1988). Literatürde, alüminanın su ve tükürüğe maruz kalması sonucunda kırılma tokluğunun azaldığı belirtilmektedir (Eliades ve Sifakakis 2017).

Seramik braketlerin radyolusent olması nedeniyle; herhangi bir braket kırığı parçasının, hastanın yumuşak dokularına batması, solunması veya yutulması durumunda röntgen ile kontrolü mümkün değildir (Eliades ve ark. 2001).

İn vitro olarak yapılan sitotoksisite çalışmalarında; seramik braketlerin özellikle monokristalin seramik braketlerin, ağız içi dokularla mükemmel biyouyumluluk sağladıkları bildirilmiştir (Retamoso ve ark. 2012).

Özellikle baş-boyun bölgesinde herhangi bir patoloji varlığında bir teşhis yöntemi olan Manyetik Rezonans Görüntüleme (MRG) taramasından önce sabit ortodontik apareylerin sıklıkla çıkarılması istenmektedir (Beau ve ark. 2015). Beau ve ark.'nın MR öncesinde sabit ortodontik apareylerin çıkarılmasıyla ilgili hazırladıkları şemaya göre, seramik braketlerin taramadan önce çıkartılmasına gerek yoktur. Metal slota sahip seramik braketler ise paslanmaz çeliğin MR görüntüsünde artefaktlar oluşturabileceği nedeniyle çıkarılmalıdırlar (Beau ve ark. 2015).

Öztaş ve ark.'nın MR çekilecek ortodonti hastaları için hazırladığı klinik rehber gere, seramik braketler MR için güvenlidir (Şekil 2.1).

Kullanılan Materyal	Yapılması Önerilenler
Paslanmaz çelik braket	Baş-boyun MR'ı çekilecekse mutlaka çıkarılmalıdır.
Seramik braket	MR için güvenlidir.
Çelik slota sahip seramik braketler	Oral kavite için MR çekilecekse mutlaka çıkarılmalıdır.
Titanyum braketler	Oral kavite için MR çekilecekse çıkarılması iyi olur.
Plastik braketler	MR için güvenlidir.
Paslanmaz çelik teller	Baş-boyun MR'ı çekilecekse mutlaka çıkarılmalıdır.
Ni-Ti teller	MR için nispeten uyumludur.
Kompozit teller	Muhtemelen MR için güvenlidir.
Palatal-lingual arklar	Baş-boyun MR'ı çekilecekse mutlaka çıkarılmalıdır.
Sabit bonded retainerlar	Oral kavite için MR çekilecekse mutlaka çıkarılmalıdır.
Ligatür telleri	Oral kavite için MR çekilecekse çıkarılması iyi olur.
Mini vida ve mini plaklar	Oral kavite için MR çekilecekse mutlaka çıkarılmalıdır.
Mütehharrik apareyler	MR çekilmeden önce mutlaka çıkarılmalıdır.

Şekil 2-1: MR çekilecek ortodonti hastaları için klinik rehber

(Öztaş ve Hacıağaoğlu 2018)

2.2.4.4. Seramik Braketlerin Optik Özellikleri

Seramik braketlerin translüsentliği ve tedavi süresince renk stabilitesi özellikle estetiğe önem veren hastalar açısından dikkat edilen özelliklerdendir. Monokristalin seramik braketler, polikristalin seramik braketlere göre daha fazla optik berraklığa sahiptirler (Swartz 1988; Eliades ve Sifakakis 2017).

Yapılan in vitro çalışmalarda; seramik braketlerin kahve, çay, kola, kırmızı şarap gibi renkli içeceklere maruz kalındığında renklendiği sonucuna varılmıştır (Bishara ve Fehr 1997; Guignone ve ark. 2015).

Seramik braketlerin optik özelliklerine bağlı olan ışık geçirgenliği miktarı, ışıkla sertleşen yapıştırıcının sertleşme verimini de etkilemektedir. Polimer ağna sahip polikristalin seramik braketlerin ışık geçirgenliği, monokristalin seramik braketlerden daha azdır (Eliades ve ark. 2001; Eliades ve ark. 1995).

2.3. Seramik Braketlerin Debonding Yöntemleri

Erişkin hastaların ortodontik tedavi isteklerindeki artış nedeniyle, özellikle metal braketler yerine estetik braketler kullanılmaya başlanmıştır. 1963'te Cohen ve Silverman piyasada bulunan ilk plastik braketleri çıkarmışlardır fakat bu braketlerin, kolay bir şekilde distorsiyona uğrama ve renk değiştirme gibi dezavantajları bulunmaktadır. 1980'lerin ortalarında ise plastik braketlere alternatif olarak, ortodontik kuvvetlere ve renk değiştirmeye dayanıklı seramik braketler piyasaya sürülmüştür. Ancak bu braketlerin de dezavantajı, debonding esnasında metal braketlere göre daha fazla mine çatlağına ve kırılmalara neden olmasıdır.

Debonding terimi, sabit ortodontik ataçmanların ve tüm artık yapıştırıcının mine yüzeyinden kaldırılması ve mümkün olduğunca mineye herhangi bir iyatrojenik hasar vermeden minenin tedavi öncesindeki durumunun geri kazanılmasını ifade eder (Graber ve ark. 2005). Kullanılan yapıştırıcılar ile mine arasındaki renk benzerliği, debonding işlemi sırasında mine yüzeyinde bir miktar yapıştırıcı kalmasına neden olabilir ve zamanla renk değiştiren artık yapıştırıcı estetik bir sorun oluşmasına neden olur. Hosein ve ark. debonding ve temizleme prosedürleri sırasında, bonding işlemindeki asitleme aşamasından daha fazla mine kaybı yaşandığını belirtmişlerdir (Hosein ve ark. 2004).

Stratmann ve ark.'nın yaptıkları çalışmada; seramik braketlerin sertliği nedeniyle antagonist dişlere çarpmaları durumunda bu dişlerin insizal kenarlarında aşınmalar görüldüğü tespit edilmiştir. Ayrıca seramik braketlerin esnek olmayan yapısı, debonding işlemi sırasında, adeziv ile mine yüzeyi arasında bir stres alanı oluşturabilir ve mine çatlaklarına ve kırıklarına neden olabilir (Stratmann ve ark. 1996).

Kimyasal retansiyon ile mine yüzeyine bağlanan seramik braketler, mekanik retansiyon ile bağlananlara göre daha fazla mine hasarına neden olur (Bishara ve ark. 1993; Bishara ve ark. 1997). Bunun nedeni kimyasal olarak bağlanan braketlerde kopma yerinin çoğunlukla, braket ile yapıştırıcı arayüzünde değil, yapıştırıcı ile mine arayüzünde görülmesinden kaynaklanır.

Gerilme kuvveti monokristalin alümina seramik braketlerde, polikristalin alümina seramik braketlere ve metal braketlere göre çok daha güçlüdür. Seramik braketlerin kırılma dayanıklılığı metal braketlerinkinden 20 ile 40 kat daha azdır, bu durum debonding işlemi sırasında seramik braketlerin kırılmasını metal braketlere göre çok daha kolay hale getirir (Kusy 1988). Debonding işlemi sırasında seramik braketlerin kırılma insidansının yüksek olması nedeniyle son dönemde silan ile güçlendirilmiş seramik braketler üretilmiştir. Seramik braketlerin özellikleri, metal braketlerden farklı olduğu için metal braketlerin debonding işlemi için uygulanan konvansiyonel teknikler seramik braketlerde etkili ve yeterli değildir (Kusy 1988). Bu nedenle farklı debonding teknikleri önerilmektedir. Aktif sabit ortodontik tedavinin en önemli aşamalarından biri olan debonding prosedürleri uygulanırken, seramik braketlerin çıkarılması ve mine yüzeyinde kalan artık kompozitin temizlenmesi sırasında mine yüzeyine zarar verilmemesi açısından tüm bu teknikler tek tek incelenmelidir.

2.3.1. Mekanik Debonding Tekniği (Konvansiyonel Teknik)

Seramik braketlerin debonding için ilk olarak tanımlanan ve en yaygın olarak kullanılan yöntem mekanik tekniktir. Swartz, seramik braketlerin mine-yapıştırıcı arayüzüne yerleştirilen ligatür kesici gibi keskin kenarlı bir aletle çıkarılmasını ve bu işlem sırasında, brakete mezio-distal yönde diş yüzeyinden ayrılana kadar ‘yavaş ve kademeli sıkma kuvveti’nin uygulanması gerektiğini belirtmiştir (Swartz 1988). Birnie ve ark.’na göre; ‘A-Company Starfire’ debonding pensi ile marka farkı olmaksızın tüm seramik braketlerin çıkarılabilmesine rağmen, her üretici kendi seramik braketinin debonding işlemi için özel aletler ve pensler üretmiştir (Bishara ve Fehr 1993). Bishara ve Fehr; pensler aracılığıyla

uygulanen kuvvetin, braketin deformasyonuna neden olduğunu söylemişlerdir (Bishara ve Fehr 1993). Uygulanan kuvvete bağlı olarak, yapıştırıcının kendi içerisinde stres oluşmaktadır ve atom molekülleri arasındaki koheziv bağların kopması ile yapısal bütünlüğü bozulmaktadır, böylece koheziv kırılmalar meydana gelmektedir (Bishara ve ark. 1993). Braketlerin çıkarılması için uygulanan kuvvet çok yüksek olduğunda, braket veya mine kırıkları meydana gelebilmektedir (Bishara ve ark. 1993).

Bishara ve Fehr, seramik braketlerin debonding işleminde kullanılan geniş (3,2 mm) ve dar (2 mm) bıçaklı penslerin oluşturdukları kuvvet seviyelerini ve etkinliklerini değerlendirdikleri in vitro çalışmalarında; dar bıçaklı penslerin (120 kg/cm^2), geniş bıçaklı penslere (150 kg/cm^2) göre önemli derecede düşük kuvvet uyguladığını ve etkinliklerinin daha fazla olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca sökme etkinliği açısından, 50 tane seramik braketin sökümünden sonra, bıçak ağzlarının yenilenmesi gerektiğini bildirmişlerdir (Bishara ve Fehr 1993).

Yapılan çalışmalarda, debonding işlemi sırasında mine yüzeyindeki baskının azaltılması ve mine bütünlüğünün korunması amacıyla $13,53 \text{ MPa}$ (138 kg/cm^2) dan daha büyük kuvvetlerin uygulanmaması gerektiği vurgulanmıştır (Retief 1974; Bishara ve ark. 1994).

2.3.2. Elektrotermal Debonding Tekniği

İlk olarak Sheridan ve ark.'nın in vitro olarak yaptıkları bir çalışmada metal braketlerin debonding için tanımlanan bu teknikte; kablolu bir ısıtma cihazının ürettiği ısı (yaklaşık $150 \pm 15^\circ\text{C}$), braket yuvasına yerleştirilen bir bıçak yoluyla yapıştırıcıya aktarılmış ve yapıştırıcının yumuşatılması ile söküm işleminin kolaylaştırılması amaçlanmıştır. Böylece braketlerin sökülmesi için uygulanan kuvvetin azaldığı ve nispeten daha kısa sürede ($2 \pm 1 \text{ sn}$) debonding işleminin yapıldığı bildirilmiştir (Sheridan ve ark. 1986).

Bishara ve Trulove elektrotermal debonding tekniğinde seramik braketlerin kırılma mekanizmasını, iki farklı malzeme olan seramik braket tabanındaki silan tabakası ile rezin moleküllerinin farklı termal genleşme katsayılarından dolayı aradaki kimyasal bağların doğrudan kopmasına bağlamıştır (Bishara ve Trulove 1990).

Jost-Brinkmann ve ark.'nın, metal ve seramik braketlerin elektrotermal debonding tekniği sonrasında insan pulpasındaki histolojik değişiklikleri inceledikleri çalışmada; metal

braketlerin çıkarılması işlemi sırasında herhangi bir pulpa hasarına rastlanmamıştır (Jost-Brinkmann ve ark. 1992). Seramik braketlerin elektrotermal debonding tekniği ile çıkarılması sırasında ise birden fazla ısı işlem uygulaması gerektiği için; inflamatuvar hücrelerin hafif infiltrasyonuna bağlı olarak birkaç dişte lokalize pulpa hasarı görülmüştür. Yapıştırıcı olarak Transbond XT'nin (3M Unitek, Monrovia, Calif., USA) kullanıldığı bu çalışmada seramik braketlerin debonding sırasında sık sık braket kırıkları meydana gelmiş ve hastalarda ağrı şikayeti görülmüştür (Jost-Brinkmann ve ark. 1992).

Dovgan ve ark.; elektrotermal debonding tekniği ile söküm işlemine hasta toleransının pozitif olduğunu belirtmişler, pulpal nekrozun gözlenmediğini ancak bazı örneklerde hafif inflamasyon ve odontoblastik bozulmalar meydana geldiğini bildirmişlerdir (Dovgan ve ark. 1995).

Sheridan ve ark. su spreyi ile birlikte uygulanan elektrotermal debonding tekniği ile pulpal duvar sıcaklığındaki nihai artışın 1 °C'nin altında olduğunu ve konvansiyonel debonding tekniklerine göre pulpanın fizyolojik sınırları içinde kalan kabul edilebilir bir alternatif olduğunu bildirmişlerdir (Sheridan ve ark. 1986).

Mekanik debonding tekniğinde; kırılma yüzeyinin sıklıkla mine-yapıştırıcı arayüzünde olması nedeniyle mine kırığı riskinin fazla olduğu, endodontik tedavi yapılmış, büyük restorasyonu bulunan, hipoplazik ve hipokalsifikasyonlu dişlerde kırık riskinin yüksek olmasından dolayı seramik braket kullanımının kontrendike olduğu bildirilmiştir. Ayrıca alt kesici dişler gibi küçük dişlerin debonding işlemi sırasında, meziodistal çapı büyük olan dişlere oranla daha fazla kırık riski olduğu belirtilmiştir. Çalışmanın sonucuna göre; seramik braketlerin kullanıldığı vakalarda, elektrotermal debonding tekniğinin, mekanik debonding tekniğine göre daha avantajlı olduğu bildirilmiş ve termal debonding yapılan dişlerin %79'unda kırık yüzeyi; yapıştırıcı ve braket tabanı arası bölgede görülmüştür (Stratmann ve ark. 1996).

Debonding sonrasında mine yüzeyinde yaklaşık 0,6-2,5 mm kalınlığında artık kompozit kalmaktadır (Stratmann ve ark. 1996). Diş üzerinde kalan artık kompozitlere bağlı olarak besin retansiyonu artar, buna bağlı olarak diş üzerinde biriken plak miktarı ve karyojenik bakteri sayısında artış görülür. Bu durum; beyaz nokta lezyonları, dişte renkleşme gibi istenmeyen sonuçlara neden olur. Bu nedenle artık kompozit kalmamasına çok dikkat edilmelidir (Stratmann ve ark. 1996).

2.3.3. Ultrasonik Debonding Tekniği

Bishara ve Trulove yaptıkları in vitro çalışmada; seramik braketlerin söküm işlemi sırasında braket tabanı ile mine arasına ultrasonik uçların uygulanması ile yapıştırıcının kendi içinde kırılmalar meydana geldiğini ve debonding işleminin kolaylaştığını bildirmişlerdir (Bishara ve Trulove 1990). Mine hasarı ve braket kırıklarının görölme sıklığının, konvansiyonel yöntemle göre daha az olması ve de debonding sonrasında mine yüzeyinde kalan artık yapıştırıcının aynı cihazla çıkarılabilmesi ultrasonik debonding tekniğinin avantajları arasında belirtilmiştir. Ancak; ultrasonik uçların pahalı olması ve kolay aşınması, uygulama esnasında kuvvet uygulanması, dikkatsiz yapılan işlemler nedeniyle oluşan yumuşak doku yaralanmaları, işlem sonrasında dişlerde hassasiyet meydana gelmesi, ısı birikimini azaltmak ve pulpal hasarı en aza indirebilmek amacıyla su spreyi ihtiyacının olması ultrasonik debonding tekniğinin dezavantajları arasında bildirilmiştir (Bishara ve Trulove 1990).

Bu tekniğin etkili ancak zaman alıcı olması nedeniyle, konvansiyonel yöntem ile braketler çıkarıldıktan sonra diş yüzeyinde kalan kırık braket ve kompozit parçalarının çıkarılmasında ultrasonik uçlardan yararlanılabilir. Mekanik debonding tekniğinde braket başına yaklaşık 1 dk olan sökme süresinin, ultrasonik uçlar yardımıyla 38-50 sn'ye kadar indiği belirtilmiştir (Bishara ve Trulove 1990).

2.3.4. Lazer ile Debonding Tekniği

Strobl ve ark. tarafından yapılan çalışmada seramik braketlerin debonding işleminde Nd-YAG ve CO₂ lazer kullanımının etkinlikleri araştırılmıştır. Lazer ile debonding tekniğinin, konvansiyonel tekniğe kıyasla; debonding kuvvetini, hastada oluşan ağrı şikayetini, mine hasarı riskini ve braket kırığı insidansını önemli ölçüde azalttığı bildirilmiş ve tasarımlarına bakılmaksızın çeşitli seramik braketlerin debonding işleminde bu yöntemin kullanılabileceği belirtilmiştir (Strobl ve ark. 1992).

Tocchio ve ark.'nın yaptıkları çalışmaya göre; braketle 2 saniye boyunca CO₂ lazer uygulamasının, polikristalin seramik braketler ve diş arasındaki yapıştırıcının kopması için gereken tork kuvvetini 25 kat azalttığı bildirilmiştir. CO₂ lazer uygulaması ile monokristalin braketlerin debonding için gereken tork kuvveti ise 5,2 kat azalmıştır (Tocchio ve ark. 1993). Monokristalin braketlerin sökümü için gereken lazer uygulaması polikristalin seramik braketlerin sökümü için gerekenin yarısı kadar bulunmuştur (Bishara ve Fehr 1997).

Strobl ve ark.'nın yaptıkları çalışmanın sonucunda; lazer ile indüklenen ve braketten yapıştırıcıya iletilen ısıнын yapıştırıcıyı yumuşattığı bildirilmiş ve yapıştırıcının yumuşamasının nedeninin termal ablasyon ve fotoablasyon olduğu belirtilmiştir (Strobl ve ark. 1992).

Lazer ile debonding ile ilgili yapılan diğer çalışmalarda; intrapulpal sıcaklık artışının güvenlik eşiğinin 5.5 °C olduğu ve bu sıcaklık artışında dişlerin %85'inin vital kaldığı bildirilmiştir. Ayrıca intrapulpal sıcaklıktaki 1.8 °C'lik artışın, pulpada olası bir negatif etki yaratmadığı saptanmıştır (Zach ve Cohen 1965). Er-YAG lazerlerin, Nd-YAG ve CO₂ lazerlerden daha az termal etkiye sahip olduğu, aynı zamanda diş yüzeyini aşındırmak ve artık yapıştırıcının temizlenmesi amacıyla da kullanılabileceği belirtilmiştir (Wigdor ve ark. 1993; Oliveira ve ark. 2007; Dumore ve Fried 2000; Almeida ve ark. 2009).

Öztoprak ve ark.'nın yaptıkları çalışmada; seramik braketlerin Er-YAG lazer ile tarama metodu ile debonding tekniğinde lazerin uygulama ucu braket yüzeyinden 2 mm uzakta tutulmuş ve braketin slotuna paralel yatay hareketlerle braket yüzeyi taranmıştır, lazerin 45 saniye boyunca uygulanmasından sonra debonding kuvveti uygulanmıştır. Çalışmanın sonucunda, seramik braketlerin Er-YAG lazer aracılığıyla metal braketler gibi kolayca çıkarılabileceği bildirilmiştir ancak pulpal sıcaklık değişiklikleri ile ilgili bilgi verilmemiştir (Öztoprak ve ark. 2010).

Nalbantgil ve ark.'nın in vitro olarak yaptıkları ve polikristalin seramik braketlerin kullanıldığı çalışmada ise lazer ile tarama yönteminde su soğutmalı ve su soğutmasız kullanılan Er-YAG lazerin, pulpal sıcaklık üzerindeki değişiklikleri belirlemek ve braketin çıkarılması için gereken sıyırma kuvvetlerini karşılaştırmak amaçlanmıştır. Su soğutmalı ve su soğutmasız gruptaki her bir brakete 9 saniye boyunca 5 W gücünde Er-YAG lazer atımı yapılmıştır. Lazer atımından 45 sn sonra sıyırma kuvveti ile debonding işlemi gerçekleştirilmiştir. Su soğutmalı grupta ortalama 2,41 °C, su soğutmasız grupta ise ortalama 4,59 °C pulpal sıcaklık artışı kaydedilmiştir. Kopma değerleri; kontrol grubunda 22,76 MPa, su soğutmalı grupta 10,46 MPa ve su soğutmasız grupta 6,36 MPa olarak ölçülmüştür (Nalbantgil ve ark. 2014).

Pulpadaki sıcaklık 37 °C'den, yaklaşık 2-3 °C'lik bir artışla, 39-40 °C'ye çıkarsa vazodilatasyona bağlı olarak pulpada hiperemi gözlenmektedir (Pohto ve Sheinin 1957). Zach ve Cohen'in Macaca maymunları üzerinde yaptıkları in vivo çalışmada, pulpa sıcaklığının 42,2 °C'ye çıkması sonucu dişlerin %15'inde pulpa nekrozu olduğu bildirilmiştir. Pulpa

sıcaklığının 47,7 °C'ye çıkması sonucunda ise dişlerin %60'ında pulpa nekrozu izlenmiştir ve pulpa dokusunun termal strese oldukça duyarlı olduğu sonucuna ulaşılmıştır (Zach ve Cohen 1965).

Aynı zamanda lazer cihazlarının yüksek maliyeti, ortodontistler için önemli bir dezavantaj olabilmektedir (Bishara ve Fehr 1997; Øgaard ve ark. 2004).

2.4. Debonding İşlemi Sırasında ve Sonrasında Meydana Gelen Komplikasyonlar

Minenin ortalama lineer gerilme kuvveti 14,5 MPa'dır. Braketi mineden ayırmak için gereken kuvvet, minenin veya braketin kendisinin ortalama lineer gerilme kuvvetini aştığında mine yüzeyinde çatlaklar, mine kırıkları veya braket kırılmaları görülür.

Retief, minenin ortalama lineer bağlanma kuvvetinden daha düşük olan 13,5 MPa'ya kadar düşük bağlanma kuvvetlerinde bile mine çatlaklarının görülebileceğini söylemiştir (Retief 1974). Bu nedenle bağlanma kuvvetlerini azaltacak bir debonding tekniği minenin kırılma riskini de azaltacaktır.

Fitzpatrick ve Way tarafından yapılan çalışmada; asitleme, bonding ve debonding işlemleri sırasında mine yüzeyinden toplam 55,6 µm kayıp olduğu belirlenmiştir (Fitzpatrick ve Way 1977).

Bununla birlikte; kendi çalışmalarına ve Mannerberg'in çalışmalarına atıfta bulunan Zachrisson, bonding ve debonding prosedürlerinde toplam mine kaybının 5 µm'den az olduğunu söylemektedir (Mannerberg 1960; Zachrisson 1977). Zachrisson'un çalışmasına göre; taramalı elektron mikroskopuyla debonding sonrasında mine yüzeyi incelenmiş, perikimati yüksekliğini 5 µm olarak ölçülmüştür ve hiç mine kaybı görülmediği bildirilmiştir. İki çalışma arasındaki bu fark; farklı ölçüm tekniklerinin kullanılması ve de Zachrisson'un debonding için altı oluklu tungsten karbid frezi düşük hızda, Fitzpatrick ve Way'in on iki oluklu tungsten karbid frezi yüksek hızda kullanması ile açıklanabilmektedir.

Diedrich, taramalı elektron mikroskobu kullanarak bonding ve debonding işlemi sonrasında mine yüzeyindeki değişiklikleri incelediği çalışmada; metal braketlerde kopmanın çoğunlukla braket tabanı ile yapıştırıcı arasında (koheziv kırılma) olduğunu, plastik braketlerin debonding işleminde ise mine yüzeyinde kırıklar görüldüğünü bildirmiştir (Diedrich 1981).

Joseph ve Rossouw; devital dişlerde, seramik braketlerin debonding sırasında mine fraktürlerinin sıklıkla görüldüğünü belirtmişlerdir (Joseph ve Rossouw 1990).

Jeiroudi ve ark.'nın 'Seramik braketlerin neden olduğu mine kırığı' isimli olgu sunumunda, debonding yapılan braketlerin etrafında mine kalıntıları görülmüş ancak pulpal hasar belirtisine rastlanmamıştır (Jeiroudi 1991).

Campbell, debonding işlemi sonrasında mine yüzeyinde çiziklerin oluşmasının kaçınılmaz olduğunu söylemiştir (Campbell 1995).

Bishara ve ark., seramik braketlerin debonding işlemini takiben dişlerin %18'inde mine çatlaklarının sayısında veya şiddetinde artış gözlemlemiştir (Bishara ve ark. 1995).

Tüfekçi ve ark.; beyaz nokta lezyonlarının mine yüzeyini daha yumuşak bir hale getiren çürük başlangıcı alanlar olduğunu belirttikleri çalışmada, beyaz nokta lezyonları görülen minenin mineral içeriğinde yaklaşık %10'luk bir azalma görüldüğünü bildirmişlerdir. Beyaz nokta lezyonlarının görüldüğü alanlarda; minenin inorganik yapısındaki azalmaya bağlı olarak abrazyon ve debonding işlemleri sırasında mine fraktürlerinin görülebileceği vurgulanmıştır (Tüfekçi ve ark. 2004).

Artun ve Arman; ortodontik braketlerin diş minesi üzerindeki etkisini inceledikleri derlemede, braketin mineye zarar vermeden çıkarılması için maksimum bağlanma kuvvetinin, minenin yaklaşık 14 MPa olan koheziv bağlanma kuvvetinden düşük olması gerektiğini bildirmişlerdir. 12,75 MPa'dan küçük olan bağlanma kuvvetlerinin mine için güvenli sınır olduğunu belirtmişlerdir (Artun ve Arman 2007).

Braketlerin debonding işlemi sırasında, mine üzerinde iyatrojenik hasar oluşma ihtimali vardır. Debonding işlemi sırasında kırılma alanları; braket ile yapıştırıcı arasında (koheziv kırılma), yapıştırıcının kendi içinde veya yapıştırıcı ile mine arasında (adeziv kırılma) olabilir. Meydana gelen kırılma çeşidinin hangisinin daha avantajlı olacağı ile ilgili iki farklı görüş vardır. Görüşlerden biri; mine ile yapıştırıcı arayüzünde ayrılma (adeziv kırılma) meydana gelmesi sonucunda diş yüzeyinde daha az kompozit kalacağı için temizleme işleminin kolaylaşacağını savunurken, diğer görüş braket ile yapıştırıcı arayüzünde ayrılma (koheziv kırılma) meydana gelmesi sonucunda mineye hasar verme olasılığının daha az olacağını savunmaktadır (Artun ve Arman 2007).

Seramik braketlerde; debonding işlemi sırasında artan bağlanma kuvvetlerine bağlı olarak, kırılmanın çoğunlukla minede hasar oluşturma ihtimali daha yüksek olan mine-yapıştırıcı arayüzünde olduğu görülmüştür (Artun ve Arman 2007). Seramik braketlerin sertlik ve kırılma özelliklerinden dolayı, hem minenin hem de braketlerin kırılmasını önlemek amacıyla özel debonding aletlerinin kullanılması gerekmektedir (Artun ve Arman

2007). Seramik braketlerin debonding için kullanılan ilk olarak dizayn edilen penslerin uyguladığı ağır makaslama kuvvetleri, mine çatlaklarına ve kırıklarına yol açmıştır. Storm, seramik braketler için özel olarak tasarlanmış bir debonding pensi ile ‘dönme hareketi’ uygulanmasının mine yüzeyi için daha güvenli olduğunu söylemektedir (Storm 1990). Seramik braketlerin debonding için; özel el aletlerinin kullanımının yanı sıra ultrasonik cihazlar, elektrotermal ve lazer teknikleri gibi alternatif yöntemler de önerilmektedir. Seramik braketlerde bağlanma kuvvetinin artması ile debonding sırasında mine kırığı riski artabilir ancak yapıştırıcı kalınlığının minimum olması; bağlanma kuvvetlerinin belirgin bir şekilde azalmasına, böylece mine kırığı ve çatlakların önlenmesine yardımcı olmaktadır (Artun ve Arman 2007).

2.4.1. Seramik Braketlerin Farklı Debonding Tekniklerinin Mine Yüzeyine Etkilerinin Değerlendirilmesi

Swartz; mekanik olarak bağlanan seramik braketlerin debonding işlemi yapılırken, braket tabanına yavaş bir sıyırma kuvveti uygulanması gerektiğini, kimyasal olarak bağlanan seramik braketlerin debonding işleminde ise braket tabanın mezialinden ve distalinden yavaş yavaş sıkıştırılması gerektiğini söylemiştir. Çatlakların mine yüzeyinde değil yapıştırıcı içinde olması gerektiğini söyleyen araştırmacı, geniş çürük nedeniyle doku kaybı olan, büyük restorasyona sahip, hipoplazi ve hipokalsifikasyon görülen dişlerde seramik braketlerin kullanılmasının kontrendike olduğunu belirtmiştir (Swartz 1988).

Bishara ve Trulove, üç farklı çeşit seramik braketin debonding işleminde konvansiyonel yöntem, ultrasonik debonding ve elektrotermal debonding olmak üzere üç farklı yöntemi karşılaştırmışlardır. Çalışmalarında her üç yöntemde de minede hasar görülmediğini ancak konvansiyonel yöntemde, braketin bağlanmasıyla ilgili de bir sorun varsa minede hasar görülebileceğini bildirmişlerdir. Mine hasarı olasılığını en aza indirmek için klinisyenin debonding işlemi sırasında dikkatle çalışması gerektiğini vurgulamışlardır (Bishara ve Truelove 1990).

Krell ve ark.; ortodontik braketlerin konvansiyonel debonding ve ultrasonik debonding yöntemiyle çıkarılması sonucunda görülen mine kaybı ile ilgili çalışmalarında, mineye en az hasarı braketlerin debonding pensi ile çıkarıldıktan sonra artık kompozitin ultrasonik yöntemle temizlenmesinin verdiğini söylemişlerdir (Krell ve ark. 1993).

Ma ve Marangoni; lazerin uygulanması sırasında çıkardığı ısı ile yapıştırıcı ajanı yumuşattığını ve debonding sırasında uygulanan kuvveti azalttığını bildirdikleri çalışmada,

karbondioksit lazer kullanarak seramik ortodontik braketlerin çıkarılması sırasında debonding kuvvetlerini ve intrapulpal ısı değişikliklerini in vitro olarak karşılaştırmışlardır. Lazerlerin termal etkileri dental pulpa üzerinde olumsuz etkiler yaratabilir. İntrapulpal ısı artışını pulpal hasar eşiğinin altında tutarak lazer ile seramik braketlerin debonding işleminin yapılabileceğini belirtmişlerdir (Ma ve Marangoni 1997).

Oliver, farklı debonding yöntemlerinin artık kompozit miktarı üzerindeki etkisini incelemiş, mine-kompozit arayüzüne yerleştirilen debonding penslerinin veya ligatür kesici pensler ile sıyırma kuvveti uygulayarak debonding işlemi yapılmasının kompozit ile birlikte mine yüzeyinden de parça kaldırdığını söylemiştir ve bu yöntemin mineye hasar vermesinden dolayı kullanılmaması gerektiğini bildirmiştir (Oliver 1998).

Bishara ve ark.'nın in vitro olarak yaptıkları çalışmada, seramik braketlerin yapıştırılmasından önce ve debonding sonrasında artık yapıştırıcı ve mine çatlakları translüminasyon yöntemiyle değerlendirilmiş ve debonding kuvvetlerinin mine yüzeyine etkisi incelenmiştir. Yeni dizayn edilen debonding el aletinin konvansiyonel olana göre daha az yapıştırıcı bıraktığı sonucuna varılmıştır. Ayrıca penslerin kullanımı sonucunda, iki pens arasında mine yüzeyinde bir fark olmadığı bildirilmiş, mine kırığı ve çatlaklarının sıklığı ve şiddetinde artış olmazken yeni dizayn edilen penste daha düşük braket kırığı insidansı görülmüştür (Bishara ve ark. 2008).

2.4.2. Farklı Seramik Braket Çeşitlerinin Debonding İşleminde Mine Yüzeyinde Meydana Gelen Değişikliklerin Değerlendirilmesi

Günümüzde çok sayıda farklı materyalden braketler üretilmektedir ve estetik açıdan güzel, klinik olarak etkili, aynı zamanda en az mine hasarına neden olan malzemeyi seçmek ortodontistin görevidir. Bu nedenle farklı çeşitteki braketlerin debonding işleminden sonra mine yüzeyinde meydana gelen değişikliklerin incelendiği çalışmalara yer verilmesi gerekir.

Redd ve Shivapuja; seramik braketlerin debonding işlemi sırasında mine yüzeyinde meydana gelen değişiklikleri inceledikleri çalışmada, seramik braketlerin debonding işlemi sırasında metal braketlere kıyasla daha fazla mine hasarı görüldüğü ancak hasarın sadece mikroskobik olarak belirlenebileceği sonucuna varmışlardır. Çalışmanın sonuçlarına göre; mekanik olarak bağlanan seramik braketler, kimyasal olarak bağlananlara göre, söküm aşamasında mineye daha az zarar vermektedirler (Redd ve Shivapuja 1991).

Eliades ve ark.'nın seramik braketlerin mine yüzeyinden ayrılmasıyla ilgili yaptıkları çalışmaya göre; debonding prosedürlerinin mine üzerindeki etkileri braket tabanlarının bağlanma mekanizmalarından etkilenmektedir. Mikromekanik retansiyon ve kimyasal adezyon ile bağlanan braketlerde koheziv kırılmalar görülebilmektedir. Bu çalışmanın sonuçlarına göre, koheziv braket kırıkları en fazla monokristalin yapıdaki seramik braketlerde görülmüştür (Eliades ve ark. 1993).

Bordeaux ve ark., seramik braketlerin debondingi sırasında mine hasarının azaltılması amacıyla, braket tabanlarının tasarımlarının önemi ile ilgili yaptıkları çalışmada, taban tasarımları değiştirilen ikinci jenerasyon dört farklı seramik braketin kırık yerlerini karşılaştırmışlardır. Çalışma sırasında test edilen seramik braketler debonding sırasında mine yüzeyinde hasara neden olmamıştır (Bordeaux ve ark. 1994).

Mundstock ve ark.'nın metal ile güçlendirilmiş ortodontik seramik braketlerin değerlendirilmesini yaptıkları çalışmalarında, braketlerin bağlanma kuvvetini ve kırılma alanlarını konvansiyonel seramik braketler ile karşılaştırmış ve söküm pensleri ile debondingi yapılan braketler sonrasında diş yüzeyinde kalan artık kompozit miktarını ARI skoru kullanarak değerlendirmişlerdir. Her iki braket çeşidinde de kırılmanın çoğunlukla braket-yapıştırıcı arayüzünde olduğunu (%75) ve böylece mine hasarı riskinin azaldığı bildirilmiştir. Çalışmada Trascend ile yapıştırılmış 6000 adet seramik braketin söküm pensi ile debondingi yapılmış ve mine yüzeyinde hasar olup olmadığı optik mikroskop ile değerlendirilmiştir. Premolar dişlerin 6 tanesinde mine çatlağı görülmüştür. Clarity braket (3M Unitek) yapıştırılan sadece bir dişte braket sökümü sırasında mine kırığı görülmüştür. Bu çalışma ile, metal ile güçlendirilmiş seramik braket sisteminin (Clarity braket-3M Unitek) debondingi sırasında gereken kuvvet miktarının kabul edilebilir seviyede olması ve mine yüzeyine minimum hasar vermesinden dolayı klinik kullanıma uygun olduğu sonucuna varılmıştır (Mundstock ve ark. 1999).

Theodorakopoulou ve ark.'nın, monokristalin ve polikristalin ortodontik seramik braketlerin bağlanma kuvvetlerini ve kırılma bölgelerini inceledikleri çalışmada; uygun bir sökücü pens ile çıkarılan hiçbir örnekte mine hasarı görülmeyişi, mine hasarını önlemenin ve seramik braketleri çıkarmanın en güvenli yolunun, her seramik braket için özel olarak tasarlanmış debonding pensini kullanmak olduğu bildirilmiştir (Theodorakopoulou ve ark. 2004).

Russell; seramik braketler ile ilgili çalışmasında çok sert olan seramik braketlerde debonding işleminin zor olduğunu ve daha çok mine hasarı görüldüğünü bildirmiştir. Kimyasal olarak bağlanan seramik braketlerin mekanik olarak çıkarılması için uygulanan yüksek kuvvetler sonucunda mine kırıklarının görülmesinin kaçınılmaz olduğunu ya da uygulanan kuvvetin yüksekliğine bağlı olarak braketin bir kısmının mine yüzeyinde kalarak kendi içinde kırıldığını bildiren araştırmacı, dış yüzeyinde kalan braket parçasının temizlenmesi için yüksek hızla çalışan döner aletler ve elmas frez kullanılmasının hem zor hem de zaman alıcı olacağını ve mineye zarar vereceğini söylemiştir (Russell 2005).

Soderquist ve Drummond, seramik ve paslanmaz çelik braketlerin bağlanma kuvvetini değerlendirmişler ve yüksek bağlanma kuvveti gösteren seramik braketlerin, metal deformasyonu gösteren ve yorgunluk direncine bağlı olarak esneyen paslanmaz çelik braketlere göre daha fazla mine hasarına neden olduğunu bildirmişlerdir (Soderquist ve Drummond 2006).

Chen ve ark., farklı seramik braketlerin farklı debonding teknikleriyle çıkarılmasını inceledikleri çalışmada; Clarity seramik braketleri Howe pensi ile, Inspire ve Inspire Ice seramik braketleri ise üretici firma (Ormco) tarafından braketlere özel olarak üretilen plastik pensler ile çıkarmışlardır. Bu çalışmada hiçbir dişte mine hasarına rastlanmamıştır. Sonuçlar; seramik braketlerin, üreticiler tarafından önerilen pens ile çıkarılmasının güvenli olduğunu göstermektedir (Chen ve ark. 2007).

Habibi ve Nik in vitro olarak yaptıkları çalışmada kompozit ile yapıştırılan metal, kimyasal yolla bağlanan seramik ve mekanik olarak bağlanan seramik braketlerin debonding özelliklerini araştırmışlardır. Braketler evrensel test cihazında keskin kenarlı bir uç yardımıyla çıkarılmıştır ve sonrasında stereomikroskopta mine çatlakları değerlendirilmiştir. Metal braket ve kimyasal yolla bağlanan seramik braket grubunun %25'inde, mekanik yolla bağlanan seramik braket grubunun %33'ünde mine çatlağına rastlanmıştır ancak bu fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Her üç grupta da mine çatlaklarının sayısındaki artışta istatistiksel olarak fark görülmemiştir. Braketlerin debonding sırasında herhangi bir mine veya braket kırığına rastlanmamıştır. Dar bıçaklı debonding penslerinin daha küçük kontakt alanı olmasına rağmen, yapıştırıcıda kırılma oluşturmak için yeterli kuvvet oluşturduğunu söylemişlerdir. Böylece mine üzerindeki stresin azaltılarak debondinge bağlı oluşan hasarın azaltılabileceğini belirtmişlerdir. Seramik braketlerin debonding sırasındaki mine hasarı

riskinin, metal braketlerin debondingindeki mine hasarı riskinden daha fazla olmadığı sonucuna varmışlardır (Habibi ve Nik 2007).

Kitahara-Céia ve ark.; mekanik retansiyon, polimer bazlı mekanik retansiyon ve kimyasal retansiyon gösteren seramik braketlerin debonding işlemi sonrasında mine hasarını değerlendirmişlerdir. Debonding işlemi sonrasında diş yüzeyleri fotoğraflanmış, mine yüzeyinin kalitesi önceden belirlenen ve fotoğraflardan oluşan bir skalaya göre değerlendirilmiştir. Mekanik retansiyon grubu ile polimer bazlı mekanik retansiyon grubu arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark görülmemiştir. Kimyasal olarak bağlanan seramik braket grubunun değerleri ise mekanik ve polimer bazlı mekanik bağlanan grubunkilere göre istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksektir ve bu braketlerin debonding işleminin mine yüzeyine daha fazla hasar verdiği sonucuna ulaşılmıştır (Kitahara-Céia ve ark. 2008).

Ostby ve ark.; seramik braketlerin debonding işleminin metal braketlere göre mine yüzeyinde daha fazla hasara yol açtığını; monokristalin seramik braketlerin, polikristalin braketlere göre debonding işlemi sırasında mineye daha fazla hasar verdiğini bildirmişlerdir. Ayrıca kimyasal olarak bağlanan seramik braketlerde, mekanik olarak bağlanan braketlere göre mine hasarının daha fazla görüldüğü belirtilmiştir. Diş yapısının bütünlüğünün bozulduğu, endodontik tedavi görmüş, gelişimsel defektleri olan, mine çatlağı veya geniş restorasyonları bulunan dişlerdeki seramik braketlerin mekanik yöntemlerle debonding işleminin mine yüzeyinde daha fazla hasara yol açacağını vurgulamışlardır (Ostby ve ark. 2010).

2.4.3. Debonding İşlemi Sonrasında Diş Yüzeyinde Kalan Artık Yapıştırıcının Temizlenmesi

Ortodontik tedavinin son aşaması, ortodontik ataçmanların sökülmesi ve diş yüzeyinde kalan tüm artık yapıştırıcının temizlenerek mine yüzeyinin tedavi öncesindeki durumuna getirilmesidir. Bu nedenle birçok araştırmacı, iyatrojenik hasara neden olmadan artık kompozitin çıkarılması ve mine yüzeyinin cilalanması için farklı teknikler geliştirmiştir. Bu teknikler arasında en sık uygulananı, bir scaler veya bant sökücü pens ile braketlerin çıkarılması sonrasında artık yapıştırıcının angldruva ve tungsten karbid frezle temizlenmesi ve Sof-Lex diskler (3M ESPE) ile mine yüzeyinin cilalanması şeklindedir (Zachrisson ve Artun 1979). Bunun yanında alüminyum oksit partikülleri ile ultrasonik uygulamalar veya hava abrazyon tekniği gibi yapıştırıcı artıklarının kaldırılması için alternatif yöntemler de bulunmaktadır (Zarrinia 1995).

Artık yapıştırıcının temizlenmesi sırasındaki mine kaybı miktarı, minenin dışındaki florürden en zengin olan koruyucu tabakasının kaldırılmasına yol açması nedeniyle klinik bir öneme sahiptir. En yüksek florür konsantrasyonu yüzeyel tabakadadır ve minenin 20 µm'lik kalınlığından sonra florür konsantrasyonunda hızlı bir düşüş görülür (Brudevold 1973; Koch ve Friberger 1971; Koch ve Petersson 1972; Petersson 1976). Bu nedenle hangi prosedürle debonding işlemi yapılırsa yapılsın, mine kaybı miktarının minimum olması istenmektedir.

Debonding işlemi minenin önemli ölçüde aşınmasına neden olabilir (Hosein ve ark. 2004; Al Shamsi ve ark. 2007). Debonding işlemi sonrasında diş yüzeyi mikroskop altında incelendiğinde, çeşitli derecelerde çizikler ve yüzey pürüzlülükleri gözlenmektedir. Pürüzlü yüzeylerde mikrobiyal plak birikimi sonucunda; lekelenmeler ve demineralizasyon görülebilmektedir. Aynı zamanda mine yüzeyinden kalsiyum kaybı sonucunda diş sert dokularının lokalize kaybı olarak tanımlayabileceğimiz dental erozyonlar görülebilmektedir.

Zachrisson, mine hasarı olmadan reçinenin temizlenmesi için en uygun hızın 30.000 devir/dakika olduğunu bildirmişlerdir. Klinik ve laboratuvar çalışmaları, döner aletlerin mine yüzeyinde geri dönüşü olmayan kayıplara ve çiziklere neden olduğunu göstermektedir. Debonding işlemi sonrasında, artık kompozitin döner aletler ile temizlenmesi ve mine yüzeyinin cilalanmasına rağmen mine yüzeyinde artık kompozit kalıntısı bulunduğu bildirilmiştir (Zachrisson 1977).

Gwinnett ve Gorelick, minenin seyrek bir organik matriks içerisine gömülü submikroskopik kristalitlerden oluşan heterojen bir yapı olduğunu belirtmişlerdir. Minenin biyofiziksel ve mikromorfolojik özellikleri nedeniyle farklı nedenlerle abrazyon anomalilerinin görülme ihtimali yüksektir. Minede meydana gelen bu abrazyon miktarının azaltılması için gittikçe ufalan gren boyutuna sahip cila frezlerinin aşamalı olarak kullanılması önerilmektedir. Akışkan rezinlerin debonding için en konservatif ve en az travmatik metodun el aletleri ve pomza ile yapılacağını belirtmişler ancak bu yöntemde de mine yüzeyinde çiziklerin oluşabileceğini ve bunu önlemek amacıyla gerekli durumlarda su soğutması altında medium grenli yuvarlak yeşil lastik frezin kullanılabileceğini belirtmişlerdir (Gwinnett ve Gorelick 1977).

Zachrisson ve Artun, ortodontik braketlerin debondinginden sonra mine yüzeyinin kalitesini stereomikroskop ve taramalı elektron mikroskobu ile in vitro olarak incelemişlerdir. Düşük hızda çalışan tungsten karbid frez ile mine yüzeyinde en az sayıda çizik oluştuğunu ve

mine kaybının minimum görüldüğünü, ulaşılması zor alanlara erişilebilirlik açısından diğer aletlere göre üstün olduğunu bildirmişlerdir (Zachrisson ve Artun 1979).

Zarrinnia ve ark.; in vitro olarak yaptıkları, ortodontik ataçmaların farklı teknikler ile debondingini değerlendirdikleri ve debonding sonrasında mine yüzeyinin yapısını taramalı elektron mikroskobu ile inceledikleri çalışmalarında, artık kompozitin temizlenmesi sırasında mine yüzeyine iyatrojenik bir zarar vermeden tedavi öncesi haline getirilmesini sağlayacak yeni bir teknik geliştirmeyi amaçlamışlardır. Çalışmanın sonuçlarına göre; braket sökme pensinin braket ile yapıştırıcı arayüzünde kırılma (koheziv kırılma) sağladığı ve mine yüzeyinin bozulmadan kaldığı görülmüştür. Yüksek hız ve hava soğutması altında kullanılan karbid frezin artık kompozitin kaldırılması için etkili olduğu ancak tek başına kullanıldığında mine yüzeyinde hasara neden olduğu bulgulanmıştır. Artık kompozitin temizlenmesinden sonra orta, ince ve süper ince Sof-Lex bitim disklerinin (Unitek Corp., Monrovia, CA) kullanılması ve kauçuk bir frezle cila işlemi yapılması ile mine yüzeyinin daha pürüzsüz olacağı bildirilmiştir (Zarrinnia ve ark. 1995).

Eminkahyagil ve ark., artık kompozit kaldırma metotlarının mine yüzeyine etkilerini araştırdıkları çalışmalarında mineye en fazla zararı yüksek hızda kullanılan tungsten karbid frezin verdiğini bildirmişlerdir. Debonding işlemi sonrasında mine hasarının kaçınılmaz olduğunu ancak azaltılabileceğini söylemişlerdir (Eminkahyagil ve ark. 2006).

Al Shamsi ve ark.; ortodontik braketlerin debonding ve artık yapıştırıcının temizlenmesinden sonra mine yüzeyini, 3 boyutlu lazer ile tarama teknolojisini kullanarak incelemişlerdir. Fuji Ortho LC (Ortho LC, Fuji, GC Corp, Tokyo, Japan) marka yapıştırıcı ile yapıştırılan braketlerin debonding ve yapıştırıcının temizlenmesi sonrasında mine kaybı ortalama 22.8 µm ve maksimum kayıp 70 µm olarak bildirilmiştir. Kendiliğinden yapıştırıcılı braketlerde debonding sonrası ortalama mine kaybı 50.5 µm ve maksimum kayıp 120 µm olduğu bulunmuştur (Al Shamsi ve ark. 2007).

Karan ve ark. debonding sonrası mine yüzeyinin pürüzlülüğü hakkında yayınladıkları makalede, sekiz bıçaklı tungsten karbid frez ve fiberle güçlendirilmiş kompozit frezi karşılaştırmışlardır. Artık kompozit temizlendikten sonra, yüksek çözünürlükte çoklu taramaların yapıldığı Atomik Kuvvet Mikroskobu (Atomic Force Microscopy-AFM) Analizi ile mine yüzey pürüzlülüğü değerlendirilmiştir. Kompozit frezlerin, karbid frezlere kıyasla daha pürüzsüz yüzeyler oluşturduğu bildirilmiştir (Karan ve ark. 2010).

2.5. Ortodontik Braketlerin Debonding İşleminde Kimyasal Organik Çözücülerin ve Alternatif Yöntemlerin Etkisi

Kompozitlerin yapısı; matriks kısım (organik polimer), inorganik doldurucu kısım ve matriks ile doldurucu kısım arasında adeziv bağlantıyı sağlayan bölüm olmak üzere üç kısımdan oluşmaktadır (Anusavice 2003).

Ortodontik braketlerin yapıştırılması sırasında klinikte en çok kullandığımız kompozit yapıştırıcı olan Transbond XT'nin (3M, Monrovia, CA, USA) içeriği; silan ile işlenmiş kuvarz, BisGMA (Bisfenol A-Glisidil Metakrilat), silan ile işlenmiş silika, difeniliyodonyum ve hekzaflorofosfattan oluşmaktadır.

Organik matriksin bilinen komponenti BisGMA, yüksek moleküler ağırlığa sahip visköz bir sıvıdır. Bu nedenle yapısına düşük viskozitedeki monomerler (TEGDMA VE EGDMA) eklenir (Anusavice 2003). Böylece viskozite azaltılırken, çapraz bağ miktarı ve sertlik artırılmıştır (Graber ve ark. 2005). Organik matrikse, termokimyasal veya fotokimyasal başlatıcılar katılmaktadır. BisGMA'nın yapısı transparandır ve 250 nm dalga boyundaki ultraviyole (UV) bölgede ışığı geçirmektedir. Ultraviyole emiciler ile renk stabilizasyonu sağlanmaktadır. Belirli inhibitörlerin katılması ile raf ömrü kontrol altına alınmaktadır (Anusavice 2003).

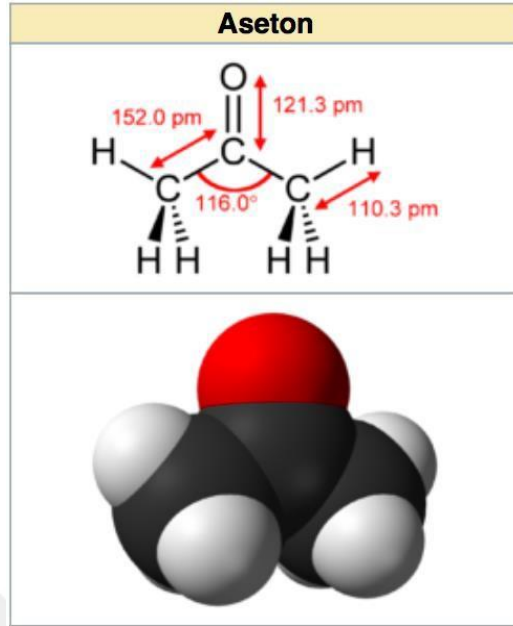
Burrell'in 'Polymer Handbook' isimli kitabında, farklı çözücülerin çözünürlük parametrelerinin değerleri bulunmaktadır (Burrell 1975). Bir kimyasal çözücünün çözünürlük parametresinin değeri, kompozitin matriks kısmını oluşturan organik polimerin çözünürlük değerine eşit olması durumunda maksimum yumuşama etkisi beklenmektedir (McKinney ve Wu 1985).

BisGMA'nın çözünürlük parametresi $21,5 \text{ MJ}^{1/2}/\text{m}^{3/2}$ dir (Cruickshank ve Chadwick 1998).

Ortodonti literatüründe, braketlerin debonding işleminde kimyasal organik çözücülerin etkisiyle ilgili çok az sayıda çalışma bulunmaktadır.

2.5.1. Aseton

Aseton ($\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$) yüksek dipol moment ve göreceli olarak düşük dielektrik sabiti polar ve apolar bileşikler çözebilmesine olanak sağlar (Şekil 2.2). Bu nedenle hidrofobik ve hidrofilik uçları bir arada barındıran adezivler için iyi bir çözücüdür (Abate ve ark. 2000).



Şekil 2-2: Asetonun (C_3H_6O) açık moleküler yapısı

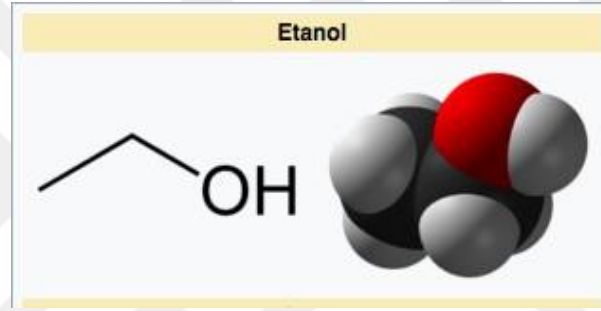
Cruickshank ve Chadwick'in kimyasal çözücü ajanların anterior kompozit restorasyonların kaldırılması üzerindeki etkisini inceledikleri çalışmada, 10 mm çapında ve 1,25 mm kalınlığında 3 farklı kompozitten hazırlanan diskler farklı kimyasal ajanlara maruz bırakılmıştır. Hazırlanan örnekler; %75'lik etanol, poliakrilik asit, aseton ve asetik asit bir fırça yardımıyla sürülmüş ve 180 sn bekletildikten sonra 60 sn boyunca suyla yıkanarak uzaklaştırılmıştır. Kimyasal ajanların uygulanmasından önce ve sonra Vicker's Sertlik Testi yapılarak kompozit örneklerin yumuşamasında çözücü ajanların etkisi incelenmiştir. Yapılan ön çalışmanın sonuçlarına göre; %75'lik etanolun 'Prisma APH' marka kompoziti ve asetik asitin 'Blend-a-lux' marka kompoziti istatistiksel olarak anlamlı şekilde yumuşattığı belirlenmiştir (Cruickshank ve Chadwick 1998).

Çalışmanın ikinci aşamasında; molar dişlere kaviteler açılarak, kavitelerin sınırları fotoğraf makinası ve bilgisayar programı yardımıyla belirlenmiştir. Ön çalışmada bu iki kimyasal ajan ile yumuşamanın görüldüğü iki çeşit kompozit (Prisma APH ve Blend-a-lux) kullanılarak restorasyonlar yapılmıştır. Sonrasında örnekler üç farklı sıcaklıktaki A, B ve C kaplarında bekletilerek termosiklus işlemine tabii tutulmuştur. A, B ve C kaplarının sıcaklıkları sırasıyla 37 °C, 5 °C ve 50 °C'dir. Termosiklus işlemi 'ACAB döngüsü'ne göre gerçekleştirilmiştir ve toplamda 1500 siklus tamamlanmıştır. %75'lik etanol ve asetik asit, ön çalışmada etki ettikleri belirlenen kompozitlerin üzerine uygulanmıştır. Uygulama şekli yine

180 sn uygulama sonrasında 60 sn boyunca su ile yıkama şeklindedir. Kavite preparasyonlarını yapan kişi tarafından ve aynı döner alet ile restorasyonlar kaldırılmış ve çekilen yeni görüntüler ile bilgisayar programında karşılaştırmalar yapılmıştır. Çalışmanın sonucunda, tüm gruplarda kompozitin kaldırılma işlemi sırasında kavite duvarlarından dış materyalinin de kaldırıldığı ve kimyasal ajanların kullanılmasının bu olumsuz etkiyi azaltmadığı bildirilmiştir (Cruickshank ve Chadwick 1998).

2.5.2. Etanol

Etanol, su gibi iyon kafeslerini çözebilen bir alkol çeşididir. Çözücü gücü hidrojen bağları yapabilmesinden kaynaklanmaktadır ve C_2H_5OH kapalı formülüne sahip polar bir kimyasal çözücüdür (Moszner ve ark. 2005) (Şekil 2.3).



Şekil 2-3: Etanolun (C_2H_5OH) açık moleküler yapısı

Bir çözücü, katı veya sıvı bir maddeyi çözdüğünde, çözünen maddenin iyonlarını birbirinden ayırır ve aralarındaki boşluklar çözücü molekülleri tarafından işgal edilir. Sonuç olarak, çözünen parçacıklar arasında yeni ve daha zayıf bağlar oluşur (Van Landuyt ve ark. 2007). Bu bağlamda, organik kimyasal çözücülerin mine-yapıştırıcı-braket arayüzüne uygulanması ile yapıştırıcıların organik matriksini çözeceği ve debonding işlemi sırasında ve dış yüzeyindeki artık kompozitin temizlenmesi aşamasında, dış minesine ve brakete zarar verme riskinin azaltılabileceği varsayılmıştır. Aseton ve etanol gibi çözücüler, reçine monomerlerini seyreltme özelliğine sahiptirler (Van Landuyt ve ark. 2008; Garcia ve ark. 2010).

Santana ve ark. tarafından yapılan çalışmada, metal braketlerin söküm işleminde organik kimyasal çözücülerin ve ultrasonik debonding yönteminin etkisini değerlendirmek amacıyla 120 adet çekilmiş insan premolar dişi toplam 12 gruba ayrılmıştır. Gruplar; kontrol grubu, %70'lik aseton grubu, %90'lık etanol grubu, ultrasonik debonding grubu, %70'lik aseton+ultrasonik debonding grubu, %90'lık etanol+ultrasonik debonding grubu olarak

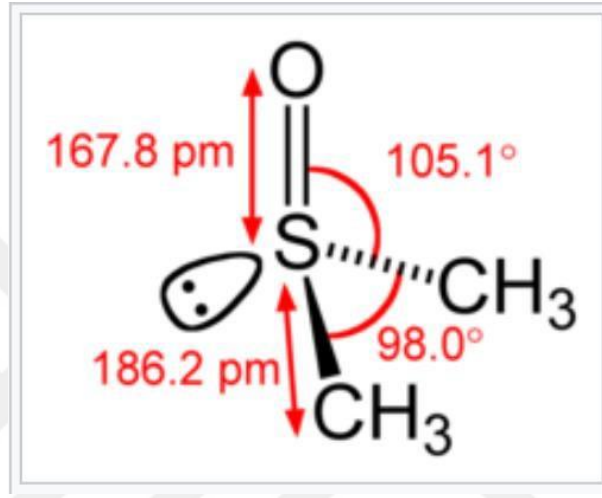
belirlenmiştir. Minenin asitlenmesi ve su ile yıkanmasından sonra adeziv uygulanan ve kendiliğinden asitli adeziv sistemin uygulandığı iki farklı sistem ile yapıştırılan metal braketlerin debonding kuvvetleri ve mine yüzeyinde oluşan değişiklikler değerlendirilmiştir. Çalışmada; kaide alanı 4.4 mm^2 olan edgewise metal braketler ve Transbond XT (3M Unitek, Monrovia, California, USA) marka yapıştırıcı kullanılmıştır. Braketler yapıştırılırken, diş ile kaide arasındaki yapıştırıcı kalınlığını standardize etmek amacıyla 300 gr kuvvet dinamometre ile ölçülmüştür. Yapıştırıcı, halojen ışık kaynağıyla 40 sn ışınlanarak sertleştirildikten sonra braket yapıştırılan dişler polivinil klorid içindeki akriliğe gömülmüş ve örnekler distile suda 24 saat bekletilmiştir. Mevcut literatürdeki verilere bakılarak, organik kimyasal çözücüler örneklerin üzerine 5 dk boyunca uygulandıktan sonra 10 sn boyunca suyla yıkanmıştır. Ultrasonik debonding uygulanan gruplarda; cihazın ucu, braketin dört kenarına da 2'şer sn olacak şekilde toplam 8 sn boyunca uygulanmış ve evrensel test cihazında sıyırma testleri yapıldıktan sonra, aynı araştırmacı tarafından ARI skorlamaları yapılmıştır. Çalışmanın sonucunda, sadece ultrasonik debonding ve ultrasonik debonding ile kimyasal solüsyon uygulanan grupların sıyırma kuvvetleri diğer gruplara göre istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük bulunmuştur. Buna göre; kimyasal çözücülerin sıyırma kuvvetlerinin azalmasına bir etkisinin olmadığı sonucuna varılmıştır. Minenin asitlenmesi ve su ile yıkanmasından sonra adeziv uygulanan gruplarda, kendiliğinden asitli adeziv sistemin uygulandığı gruplara göre daha yüksek ARI skorları elde edilmiştir (Santana ve ark. 2016).

2.5.3. Dimetil Sülfoksit (DMSO)

Dimetil sülfoksit ilk kez 1867'de Rus kimyager Alexander Saytzeff tarafından bulunmuştur. DMSO'ya ilgi 1940'lar ve 1950'lerde, endüstriyel araştırmacıların onun pek çok herbisid, fungisid, antibiyotik ve bitki hormonu için etki artırıcı gücünü fark etmesi ile patlama göstermiştir. Sonraki yıllarda DMSO ile çalışan bilim insanları onun yanıkları iyileştirmek, ağrı gidermek, yaralanmalardan sonra ödem gidermek gibi olağanüstü özelliklerini keşfetmişlerdir. DMSO, 1964'te ilk kez farmakolojik bir ajan olarak hayvanlarda kullanılmıştır. İnsanlarda; 1978'de, %50'lik solüsyonu intersitisyel sistit tedavisinde kullanılmak üzere ruhsat alınmıştır (Flagg Brayton 1986).

Dimetil sülfoksit (DMSO); $(\text{CH}_3)_2\text{SO}$ formülizasyonu ile gösterilen basit moleküler yapıya sahip, saf hali berrak veya bazen sarıya dönen renkte, 18.5°C 'de donan bir maddedir (Şekil 2.4). Dipolar; aprotik yapıda bir solventtir, yani içinde çözündüğü maddelerin atomları ile proton değişimi yapmaz, daha çok hidrojen bağlarındaki protonları kabul eder. DMSO'nun

suya afinitesi oldukça yüksektir. DMSO hidrojen bağları kurma yönündeki eğilimi nedeniyle suya afinitesi oldukça yüksektir. DMSO organik bir çözücüdür ve pek çok maddeyi sudan daha iyi çözebilir. Saf DMSO oda şartlarında %66-67 oranında hızlıca dilüsyona uğrar. DMSO'nun hidrasyonu ekzotermiktir ve cilde uygulandığında bu kimyasal madde hava ve dokudaki su ile reaksiyona gireceğinden ısı çıkışı hissedilir. Proteinlerin ve steroidlerin çoğu DMSO içinde çözülebilir. Bu nedenle, lipoprotein membran gibi biyolojik bariyerlerin çoğu DMSO'ya karşı geçirgindir ve DMSO'nun geçişi ile zarar görmezler (Flagg Brayton 1986).



Şekil 2-4: Dimetil sülfoksitin (CH_3)₂SO açık moleküler yapısı

DMSO kendi başına toksisitesi düşük bir maddedir (Vignes 2000). DMSO'nun mesane iltihabında dokuların tedavi edilmesi amacıyla kullanımı 1978 yılında FDA tarafından onaylanmıştır. 2007 yılında ise travmatik beyin hasarı durumunda beyin dokusunun şişmesinin azaltılması için DMSO'nun klinik çalışmalarda kullanımı yine FDA tarafından onaylanmıştır. Gelişmekte olan fareler üzerinde yapılan in vivo çalışmalarda, DMSO'nun beyinde dejenerasyon yaratabileceği bildirilmiştir (Hanslick ve ark. 2009).

Laboratuvarda sıklıkla kullanılan nitril eldivenlerin DMSO ile temas ettiğinde hızla çözüldüğü görülmüştür. Bu nedenle, DMSO ile çalışırken kalın kauçuk eldiven kullanımı önerilmektedir (Vignes 2000).

Dimetil sülfoksit; eser miktarlarda su kaynaklarında, okyanus suyu ve yağmur suyunda bulunur. DMSO ve onun metabolitleri olan dimetil sülfid (DMS) ve dimetil sülfon (DMSO₂); eser miktarlarda omurgalıların yiyeceklerinde, sığırların kan ve adrenallerinde bulunmakla birlikte süt ve biranın da yapısına girer. Amerika Birleşik Devletleri'nde DMSO ticari olarak üretilmektedir. Avrupa'da ise kömür ve petrolden elde edilmektedir (Flagg

Brayton 1986).

DMSO'nun; serbest radikalleri yakalayarak iskemiden koruyucu etkisi, antimikrobiyal ve antiinflamatuvar etkisi, analjezik etkisi, kollajen üzerine olumlu etkisi, kriyoprotektif ve kriyoprezervan etkileri bulunmaktadır (Flagg Brayton 1986). Ortodonti literatüründe, organik bir çözücü olan DMSO'nun debonding işlemi üzerine etkisiyle ilgili literatür bulunmamaktadır.

2.5.4. Nane Yağı

Uçucu yağlar; bitkilerin kök, gövde, yaprak, çiçek, kabuk, meyve gibi kısımlarından (Şekil 2.5) farklı yöntemlerle elde edilen, oda sıcaklığında sıvı formda bulunan, genellikle renksiz veya açık sarı renkte bulunan, kolaylıkla kristalleşebilen karışımlardır (Ceylan 1986; Çalıkoğlu ve ark. 2006). Yapılarında organik bileşiklerin bir çoğuna, hidrokarbür, aldehit, keton, alkol, asit, epoksit, amin, ester, oksit, eter ve bunlara benzer yapılara bir arada rastlamak mümkündür (Başer 2009). Bitkilerden elde edilen uçucu yağların kimyasal yapıları ve farklı amaçlara yönelik biyolojik aktiviteleri araştırma konusu olmuştur (Çalıkoğlu ve ark. 2006). Nane yağı uçucu bir yağdır ve diş hekimliğinde antibakteriyel etkisi nedeniyle kullanılmasının yanında ortodontide de yapıştırıcı üzerine etkileriyle ilgili çalışmalar bulunmaktadır.



Şekil 2-5: Nane yaprağı yüzeyindeki uçucu yağ keseleri ve salgı tüyleri

Winchester'ın seramik braketlerin debonding işlemini kolaylaştırmak amacıyla uygulanan farklı yöntemleri karşılaştırdıkları literatür derlemesinde, debonding işlemini kolaylaştırmak amacıyla braket tabanının etrafına bir nane yağı türevi olan debonding ajanının (GAC of P.De. A.) uygulanıp 2 dk bekletildikten sonra söküm işleminin yapılması sonucunda; nane yağı türevi debonding ajanının, seramik braketlerin çıkarılmasını kolaylaştırdığı ve diş yüzeyine zarar vermeden mine-yapıştırıcı arayüzünde ayrılma sağlanabildiği belirtilmiştir (Winchester 1992).

Waldren'ın yaptığı laboratuvar çalışmasında ise; 60 sn'lik nane yağı uygulamasının seramik braketlerin çıkarılmasını kolaylaştırdığı ve mine-yapıştırıcı arayüzünde mineye hasar vermeden ayrılma sağlandığı gösterilmiştir. Ayrıca nane yağı uygulamasının, debonding işlemi sonrasında mine üzerinde kalan artık kompozitin temizlenmesini de kolaylaştıracağı belirtilmiştir (Waldren 1991).

Larmour ve Chadwick, 10 mm çapında ve 1,25 mm derinliğinde disk şeklindeki ortodontik yapıştırıcı örneklerinin üzerine 30, 60, 90, 120 ve 180 sn boyunca bir fırça yardımı ile nane yağı uygulamış ve kompozit örneklerin sertliklerindeki değişimi ölçmüşlerdir. Çalışmanın sonuçlarına göre, 180 sn boyunca nane yağı uygulaması ile ortodontik yapıştırıcının yumuşatıldığını belirtmişlerdir (Larmour ve Chadwick 1995).

Larmour ve ark.'nın daha sonra yaptığı in vitro çalışmada, seramik braket yapıştırılmış premolar dişler distile su (kontrol grubu), aseton, etanol ve nane yağında bekletildikten sonra debonding işlemi yapılmıştır. Gruplar; distile su, aseton ve etanolde 60'ar dk, nane yağında ise 60 dk ve 5 dk bekletilmek üzere oluşturulmuştur. Solüsyonlarda bekletilen dişlere evrensel test cihazında sıyırma kuvvetleri uygulanmış ve sonrasında ARI skorlaması yapılmıştır. Çalışmanın sonuçları; kimyasal ajan uygulamasının seramik braketlerin çıkarılmasını kolaylaştıracağı hipotezini desteklememektedir. Hem kısa (5 dk) hem de uzun süre (60 dk) nane yağı uygulaması yapılan grupta braket kırığı sorununa hala rastlanmaktadır ve de kırılmalar mine-yapıştırıcı arayüzünde (adeziv kırılma) görülmektedir (Larmour ve ark. 1998).

Gustiana ve ark.'nın seramik braket yapıştırılmış 45 adet premolar diş ile yaptıkları çalışmada; kontrol grubu, nane yağı 10 dk grubu ve nane yağı 60 dk grubu oluşturulmuştur. Evrensel test cihazı ile debonding yapılan dişlerden örnekler alınarak taramalı elektron mikroskobu altında mine yüzeyleri incelenmiştir. Çalışmanın sonucunda, kontrol grubunun bağlanma kuvvetleri nane yağı gruplarına göre istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek

çıkıştır. Nane yağı 10 dk ve 60 dk gruplarının arasında ise istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur. Taramalı elektron mikroskobu incelemesinde nane yağı gruplarının ikisinde de mine hasarı gözlenmemiştir. Araştırmacılar, seramik braketlerin sökülmesinden önce nane yağı uygulaması ile mine hasarı riskinin azaltılabileceğini ve klinik kullanımlar için 10 dk'lık uygulamanın daha uygun olacağını belirtmişlerdir (Gustiana ve ark. 2011).

2.5.5. Sıcak Su

Ağız içi dokular ve dişler gün içinde, sıcak ve soğuk içecek ve yiyeceklere bağlı olarak -5 °C'den 76,3 °C'ye kadar farklı sıcaklıklara maruz kalmaktadırlar (Reynolds 1975). Dental işlemler sırasında da yüksek hızda el aletlerinin kullanımına ya da ışık cihazlarından gelen ısıya bağlı olarak dişlerde sıcaklık artışları görülmektedir. Örneğin halojen ışık cihazlarının uygulanması sonucunda dişte görülen 10-18 °C'lik sıcaklık artışı, pulpal duvarda 2-9 °C'lik bir sıcaklık artışına neden olmaktadır (Lin ve ark. 2010; Kishen ve ark. 2000; Tunc 2007).

Kley ve ark.'nın çalışmasına göre ise, ortodontik braketlerin debonding işlemi sırasında; herhangi bir soğutma olmadan / hava soğutması altında / su soğutması altında artık yapıştırıcı temizlenirken mine yüzeyinde görülen sıcaklık artışları sırasıyla 90,7 °C / 46,6 °C / 9,2 °C, pulpada görülen sıcaklık artışları ise 9 °C / 8 °C / 4,6 °C olarak ölçülmüştür (Kley ve ark. 2016).

Dişin canlılığından sorumlu olan pulpa dokusu ısıya karşı dayanıksızdır. Pulpadaki sıcaklık artışı yaklaşık 5,5 °C olduğunda geri dönüşümsüz pulpal hasar meydana gelmekte ve pulpada ölü hücreler görülmektedir (Lin ve ark. 2010). Ancak ısı şok proteinlerinin (Heat Shock Proteins-HSPs) etkisi ile hasar gören hücreler kurtulabilir (Szymanska ve Zylitz 2009). Amano ve ark. 42 °C'lik sıcaklığın, pulpadaki hücre canlılığını azalttığını, ısı şok proteinlerinin pulpa vitalitesinin iyileşmesine yardımcı olduğunu bildirmişlerdir (Amano ve ark. 2006).

Termal geçirgenlik, dişin fizyolojik özelliklerine göre değişkenlik gösterir (Kishen ve ark. 2000). Dişin ısınması ya da soğuması sırasındaki dentin tübülleriindeki sıvı akışı pulpadaki ısı transferini etkiler; ısı geçirgenliği dentin tübülleriinin çaplarıyla ters orantılıdır. Dentin tübülleriinin çapı büyüdükçe ısı geçirgenliği azalır. Dişin soğuması ya da intrapulpal ısının 42 °C'nin üzerine çıktığı durumlarda pulpal kan akış hızı artar (Goodis ve ark. 1989; Magalhães ve ark. 2008). Mine ve dentinin termal ve mekanik özellikleri de birbirinden farklıdır. Minedeki ısısal streslerin dağılımı ve minenin elastikiyet katsayısı (Young's

modülü) dentindeki ısısal streslerin dağılımı ve dentinin elastikiyet katsayısına göre 3,5-4 kat daha fazladır (Xu ve ark. 1998). Dişteki ısı artışı termal strese neden olabilir ve dişte kırılmalar ile sonuçlanabilir (Lin ve ark. 2010).

Zach ve Cohen'in Rhesus maymunları üzerinde yaptıkları çalışmaya göre; pulpal sıcaklığın 42,2 °C'ye çıkması (5,6 °C'lik sıcaklık artışı) ile dişlerin %15'inde, 47,7 °C'ye çıkması (11,1 °C'lik sıcaklık artışı) ile dişlerin %60'ında, 53,2 °C'ye çıkması (16,6 °C'lik sıcaklık artışı) ile dişlerin tamamında geri dönüşümsüz hasarlar gözlenmiştir (Zach ve Cohen 1965).

Ortodonti literatüründe; lazerin ve de elektrotermal tekniğin, yapıştırıcıyı yumuşatarak debonding işlemini kolaylaştırmasıyla ilgili çok sayıda çalışma olmasına rağmen sadece bir çalışmada sıcak suyun etkisinden bahsedilmiştir (Carter 2003). Carter kendi özel kliniğinde; seramik braketlerin söküm işleminden önce hastalardan, ağız içi dokulara ve dişlere zarar vermeyecek 'güvenli sıcaklıktaki' su ile ağzını çalkalamasını ve tükürmeden önce bir dakika boyunca ön dişlere de gelecek şekilde beklemesini istemiştir. Clinical Journal of Orthodontics'te yayınlanan bu literatürde yapıştırıcının yumuşayarak debonding işleminin kolaylaştığı belirtilmiştir ancak suyun sıcaklığı ile ilgili ayrıntılı bilgi verilmemiş ve sıcak suyun klinikteki kahve makinasından tedarik edildiği bildirilmiştir (Carter 2003).

2.6. Termosiklus Prosedürü

Termosiklus işlemi; ağız ortamındaki yeme-içme veya nefes alma sırasındaki sıcaklık değişimleri gibi birçok faktörü taklit etmek için laboratuvar testlerinde dişleri termal değişikliklere maruz bırakarak uygulanan ve en sık kullanılan yaşlandırma metotlarından birisidir. İn vitro olarak dizayn edilen çalışmalarda termosiklus prosedürünün standardizasyonu gerekmektedir (Gale ve Darvell 1999). ISO TR 11450 (1994) standartlarına göre; termosiklus cihazında 5 °C ve 55 °C suda 500 döngü uygulanması, laboratuvar çalışmaları için yeterli bir yaşlandırma yöntemidir. Gale ve Darvell'in yaptıkları sistematik literatür derlemesinde; 1000 siklusun in vivo olarak yaklaşık 1 senelik fonksiyona eşdeğer olduğu, ISO standartlarının önerdiği 500 siklusun ise uzun dönem bağlanmanın taklit edilmesi için çok kısa olduğu bildirilmiştir (Gale ve Darvell 1999). Leloup ve ark., termosiklusun bağlanma gücü üzerinde anlamlı bir etkisi olmadığını öne sürmüşlerdir (Leloup ve ark. 2001). Bu meta-analiz içinde yer alan çalışmaların birçoğunda ISO standartlarının 500 döngü önerisi uygulanırken, çalışmaların bir kısmında ise elde edilmek istenen yaşlandırma etkisi için bu

döngü sayısının çok az olduğu ve en az 630 siklusun gerekli olduğu belirtilmiştir (Gale ve Darvell 1999; Nikaido ve ark. 2002).

2.7. ARI (Adhesive Remnant Index) Skorlaması

İlk defa 1984 yılında Artun ve Bergland, debonding sonrası diş yüzeyinde kalan artık kompozit miktarını değerlendirmek için ARI (Adhesive Remnant Index) skorlamasını geliştirmişlerdir. Braketlerin mineden ayrılması için optimum bağlanma direncini araştırdıkları, çekilmiş 20 diş üzerinde yaptıkları pilot çalışmada skorlamayı aşağıdaki gibi yapmışlardır:

Skor 0: Diş yüzeyinde hiç yapıştırıcı bulunmamaktadır.

Skor 1: Diş yüzeyinde %50'den az yapıştırıcı bulunmaktadır.

Skor 2: Diş yüzeyinde %50'den fazla yapıştırıcı bulunmaktadır.

Skor 3: Tüm yapıştırıcı diş yüzeyindedir ve braket taban alanı izlenmektedir.

Artık yapıştırıcının değerlendirilmesi kalitatif ve öznel olduğundan, artık kompoziti değerlendirmek için yeni kantitatif yöntemler geliştirilmiş ve yıllar içinde ortodontik yapıştırıcılar üzerine yapılan çalışmalarda en sık kullanılan ölçek ARI skorlaması olmuştur (Artun ve Bergland 1984). O'Brien ve ark.'nın yaptıkları çalışmada, mine yüzeyi büyütülerek incelenmiş ve artık kompozit miktarının braket kaide alanına göre yüzdesel olarak ifade edildiği kantitatif bir yöntem olan ARI skorlaması kullanılmıştır (O'Brien ve ark. 1988). Özellikle seramik braketlerin kullanıldığı çalışmalarda, artık yapıştırıcıyı doğru ve kesin bir şekilde değerlendirebilmek için ARI skorlaması modifiye edilmiş ve yeni skorlar eklenmiştir. Ortodontik yapıştırıcı seçimi ve de debonding tekniğinin mine yüzeyine etkilerinin değerlendirildiği çalışmalarda, ARI skorlamalarının doğru bir şekilde yapılması önem kazanmıştır (Guan ve ark. 2000; Mui ve ark. 1999).

Ortodontik braketlerin bağlanma kuvveti üzerine yapılan in vitro çalışmaların çoğunda, braketlerin debonding işleminden sonra mine yüzeyinde kalan artık yapıştırıcı ve braket tabanları x10 büyütme altında incelenmiştir (Bishara ve ark. 2000; Sfondrini ve ark. 2001; Şişman ve Uysal 2008; Büyükyılmaz ve ark. 2003). Artık kompozitin temizlenmesinden sonra ise mine yüzeyi taramalı elektron mikroskobu, sonlu elemanlar analizi ve üç boyutlu optik profilometre gibi yöntemler ile değerlendirilmiştir (Lew ve Hong 1995; Kim ve ark. 2007). Klinikte ise, debonding işlemi sonunda mine yüzeyinde kalan artık yapıştırıcı ve temizleme işlemi sonrası mine yüzeyinin değerlendirilmesi, dental ünitenin çalışma ışığı altında görsel inceleme ile yapılmaktadır. Montasser ve Drummond'un ARI

skorlaması sırasında, büyütme miktarının skorlamanın güvenilirliği üzerine etkisi ile ilgili yaptıkları çalışmada; debonding yapılan dişlere, çıplak gözle, x10 büyütme altında ve x20 büyütme altında ARI skorlaması yapılmıştır ve çalışmanın sonucunda ARI skorlarının farklı büyütme miktarlarında anlamlı derecede farklı olduğu bildirilmiştir. Çıplak gözle ARI skoru 0 olarak ölçülen dişler; x20 büyütme altında, skor 2 olarak ölçülürken, yine x10 büyütme altında skor 1 olarak ölçülen dişler; x20 büyütme altında, skor 3 olarak ölçülmüştür (Montasser ve Drummond 2009).

Bu tez çalışması ile debonding işlemi sonrasında mine hasarının minimuma indirilmesi için alternatif yöntemlerin bulunması amaçlanmaktadır.

AMAÇLAR:

1. Ortodontik seramik braket yapıştırılmış dişlere sıyırma işlemi öncesinde farklı sürelerde uygulanan aseton, etanol, dimetil sülfoksit, nane yağı ve sıcak suyun kopma değerleri üzerindeki etkisini belirlemek.
2. Farklı solüsyonlarda, kısa ve uzun süre bekletilen dişlerin yüzeyinden braketlerin ayrılmasından sonra taramalı elektron mikroskobu kullanılarak mine yüzey yapısını ve varsa mine çatlaklarını incelemek.
3. Debonding işleminden sonra braket yüzeyinde ve diş minesinde kalan artık kompozit miktarını değerlendirmek.

3. GEREÇ VE YÖNTEM

Bu çalışma, Helsinki Deklarasyonu kurallarına uyularak İstanbul Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'nun 14 Şubat 2019 tarihli (Karar No: 80) onayı alınarak gerçekleştirilmiştir.

İstatistiksel olarak G*Power programı kullanılarak yapılan güç analizi sonucunda sıyırma testi sonucu için etki boyutu d : 0,448 ve SD: 2 alındığında Power: 0,80 ve α : 0,05 için tespit edilen örneklem sayısı her bir grup için minimum $n=12$ olarak saptanmıştır. Çalışmamızda İstanbul Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ağız, Diş ve Çene Hastalıkları Cerrahisi Anabilim Dalı'nda ortodontik amaçla çekim endikasyonu olan atık dişlerden elde edilen, her biri 12 dişten oluşan 11 grup oluşturulmuş ve toplam 132 adet alt ve üst çene insan premolar dişi kullanılmıştır. Çekilen dişlerde; kök gelişimlerinin tamamlanmış olması, herhangi bir davye tahribatı, çürük, restorasyon, hipomineralizasyon, çatlak, abrazyon, erozyon vs. bulunmamasına ve herhangi bir kimyasal ajan uygulanmamış olmasına dikkat edilmiştir. 12-17 yaş aralığındaki bireylerin ortodontik tedavi amacıyla çekilen premolar dişleri çalışmaya dahil edilerek mine prizmalarının yapısının da genç olması göz önünde bulundurulmuştur.

İn vitro laboratuvar çalışması olan tezimizin deneysel bölümleri Yeditepe Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Sert Doku Laboratuvarı'nda, stereomikroskop cihazı ile ARI skorlamaları Bezmialem Vakıf Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Farmasötik Laboratuvarı'nda, numune analizleri ise Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu/Marmara Araştırma Merkezi (TÜBİTAK/MAM)'nde gerçekleştirilmiştir.

3.1. Gereçler

3.1.1. Dişlerin Ön Hazırlığında Kullanılan Gereçler

- Küret
- Aeratör ve Anguldruva
- Polisaj fırçası
- Flor içermeyen cila patı

3.1.2. Braketlerin Yapıştırılması Gereken Diş Yüzey Alanını Belirlemek İçin Kullanılan Gereçler

- Cetvel
- Yapışkan kağıt
- Maket bıçağı
- Kurşun uçlu kalem

3.1.3. Braketlerin Yapıştırılmasında Kullanılan Gereçler

- %37'lik ortofosforik asit (3M Dental Products, 3M Unitek, St Paul, Minnesota, USA)
- Primer (Transbond XT; 3M Unitek, Monrovia, California, USA)
- Light-Cure Adeziv (Transbond XT, 3M/Unitek, Monrovia, California, USA)
- Seramik premolar braketleri (Ortho Technology, 0.018"x0.022" slot, PURE Sapphire Bracket System, Opal Orthodontics, South Jordan, Utah, USA)
- Işık yoğunluğunu ölçmek amacıyla güç ölçer
- Led ışık cihazı (3M Elipar-S10, 3M ESPE, St Paul, Minnesota, USA)
- 6 ½ oz, size 1/8'' heavy elastik
- Dinamometre 500 gr-5 N / Hassasiyet: 0,05 gr (Edolab, İstanbul, TÜRKİYE)
- Pamuk uçlu aplikatör
- Ayna, sond, presel, pamuk pelet

3.1.4. Örneklerin Hazırlanmasında Kullanılan Gereçler

- Derinliği 13 mm ve iç çapı 18 mm olan ve sıyırma cihazının alt parçasına oturabilen çelik kalıplar (12 adet)
- Vazelin (Krauterhof, ASAM GmbH, GERMANY)

- Soğuk akrilik (İmicryl, Konya, TÜRKİYE)
- Siman spatülü
- Akrilik karıştırma godesi
- Büyük ahşap mum spatülü
- Çeker ocak
- 0,018x0,025'' SS tel (Kullanılan ark teli düz formdadır. Ormco Corporation, Glendora, Calif., USA)
- Distal end cutter, ligatür kesici (ligature cutter), Mathieu pensi (Mathieu needle holder), Angle pensi (442, Angle ribbon arch plier), Karga burun pensi (139, bird beak plier)
- İşaret kalemi (Faber-Castell, Cleveland, Ohio, USA)
- Sirkolant mum (Polywax, İstanbul, TÜRKİYE)
- 0,012'' Ligatür teli (Ormco Corporation, Glendora, Calif., USA)

3.1.5. Termal Siklus Cihazı

Çalışmamızda, ağız ortamı taklit edilerek dişler üzerine braketlerin yapıştırılmasını sağlayan kompozitin yaşlanması sağlamak amacıyla Yeditepe Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Sert Doku Laboratuvarı'nda bulunan termosiklus cihazı (Salubris Technica, İstanbul, TÜRKİYE) kullanılmıştır.

3.1.6. Sıyırma Testleri Öncesinde Dişlerin Bekletildiği Solüsyonlar ve Gereçler

- $\geq 99,8$ Aseton (MERCK, EMSURE® ACS, ISO, Reag. Ph Eur, Lineer formül: CH_3COCH_3)
- $\geq 99,5$ Etanol (MERCK, EMSURE® ACS, ISO, Reag. Ph Eur, Lineer formül: $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$)
- $\geq 99,9$ Dimetil Sülfoksit (DMSO) (MERCK, EMSURE® ACS, ISO, Reag. Ph Eur, Lineer formül: $(\text{CH}_3)_2\text{SO}$)
- Nane Yapağı Yağı (Menthae Piperitae Oleum, Bitkisel Uçucu Yağ, Arifoğlu)
- Sıcak Su (60 °C, Distile Su)
- Beherglas 250 ml (Isolab)
- Pastör Pipeti (Dragonlab, Tek kanallı ayarlanabilir otomatik pipet)
- Derinliği 40 mm ve iç çapı 15 mm olan her bir numune için ayrı cam deney kapları (Özel olarak üretilmiştir)

- Dijital Kronometre (Catiga CG-501)

3.1.7. Sıyırma (Shear bond Strenght) Testi için Kullanılan Evrensel Test Cihazı

Çalışmamızda, premolar dişlere yapıştırılan braketlerin basma dayanıklılığı Yeditepe Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Sert Doku Laboratuvarı'nda bulunan evrensel test cihazı (Buehler Instron, Buehler UK Ltd., England) ile ölçülmüştür. Braketlerin koptuğu andaki kuvvet, bilgisayar tarafından Newton cinsinden kaydedilmiştir. Ölçülen Newton cinsindeki kuvvetler, braketlerin kaide yüzey alanlarına (13,12 mm²) bölünerek birim alana gelen yük miktarı megapascal (MPa=N/mm²) cinsine çevrilmiştir.

3.1.8. Mine-Adeziv-Braket Arayüzünde Meydana Gelen Kopma Bölgelerinin Değerlendirilmesinde Kullanılan Cihazlar

3.1.8.1. Stereomikroskop Cihazı

ARI skorlamaları Bezmialem Vakıf Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Farmasötik Laboratuvarı'nda bulunan stereomikroskop cihazı (Nikon SMZ 1000, Nikon Corp., Japan) ile yapılmıştır ve 'Kameram' bilgisayar programı ile tek tek örneklerin yüzeylerinin ve kullanılan seramik braketlerin ekran görüntüleri alınmıştır.

3.1.8.2. Taramalı Elektron Mikroskobu (Scanning Electron Microscope FE-SEM)

Kimyasal ajanların mine yüzeyinde oluşturduğu değişiklikler, artık kompozit ve kopma bölgeleri üzerine etkileri Gebze'deki Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu/Marmara Araştırma Merkezi'nde (TÜBİTAK/MAM) bulunan JEOL JSM 6510-LV SEM marka/model taramalı elektron mikroskobu (SEM) ile incelenmiştir.

3.2. Yöntem

3.2.1. Diş Örneklerinin Hazırlanması

Çalışmamızda İstanbul Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ağız, Diş ve Çene Hastalıkları Cerrahisi Anabilim Dalı'nda ortodontik amaçla çekimi yapılmış olan premolar dişleri kullanılmıştır. Işık altında yapılan inceleme sonucunda çürük, çatlak, dolgu bulunan veya davye tahribatı olan dişler çalışmaya dahil edilmemiştir. Diş yüzeylerinin önceden herhangi bir kimyasal ajanla işlem görmemiş olmasına ve bukkal yüzeylerinin düzgün olmasına dikkat edilmiştir (Şekil 3.2).

Çalışmayı; her biri 12'şer diştan oluşan 11 grup oluşturmuş olup, toplam 132 adet çekilmiş insan premolar dişi üzerinde inceleme yapılmıştır. Çalışma grupları, çalışmaya dahil edilme kriterlerine dikkat edilerek insan premolar dişleri arasından rastgele seçilerek oluşturulmuştur.

Çekimleri yapılan dişlerin kök yüzeylerindeki periodontal ligaman kalıntıları kürete edildikten sonra çekilen dişler, deneyler başlatılıncaya kadar, haftada iki kez yenilenen distile suda oda sıcaklığında bekletilmiştir (Şekil 3.3). Tüm dişlerin mine yüzeyleri, herhangi bir abraziv ajan kullanmadan, düşük devirde çalışan hava soğutmalı mikromotor ve angldruva kullanılarak flor içermeyen pat ve polisaj fırçası ile 10 sn süresince temizlenmiş, sonrasında hava-su spreyi ile 10 sn yıkanmış ve 10 sn boyunca kurutulmuştur (Şekil 3.1).



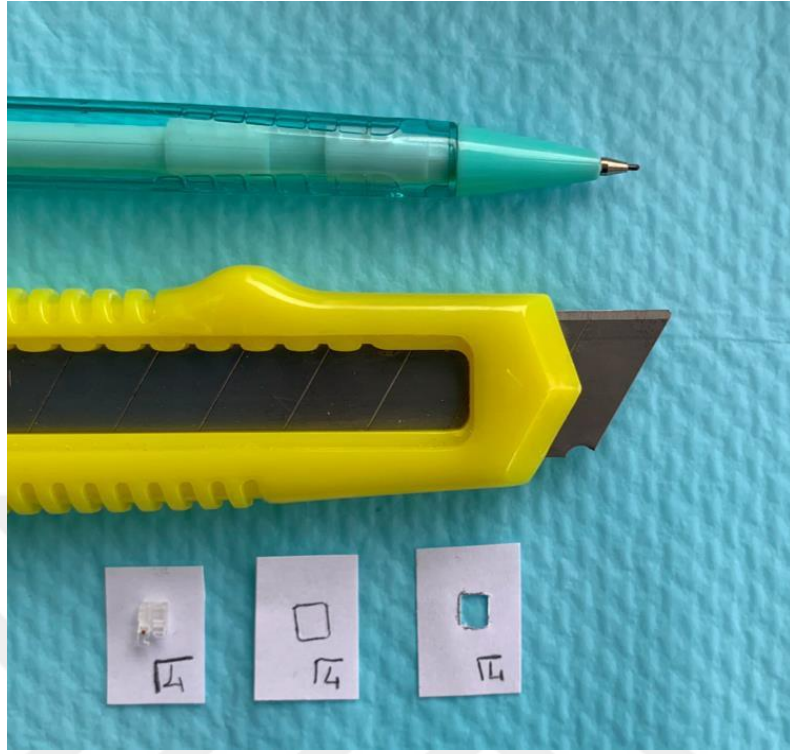
Şekil 3-1: Mine yüzeylerinin polisaj fırçası ve flor içermeyen pat ile temizlenmesi



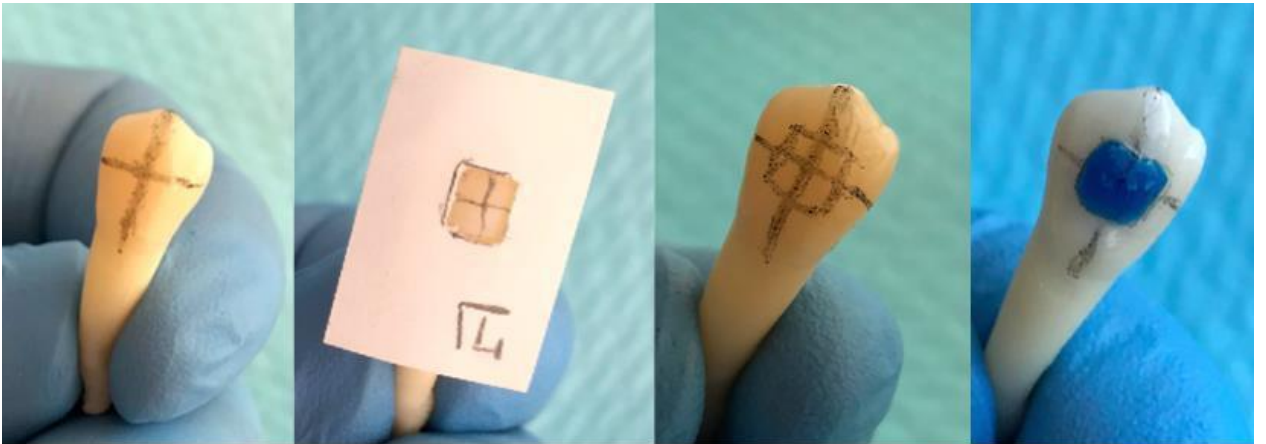
Şekil 3-2: Distile suda bekletilen dişler



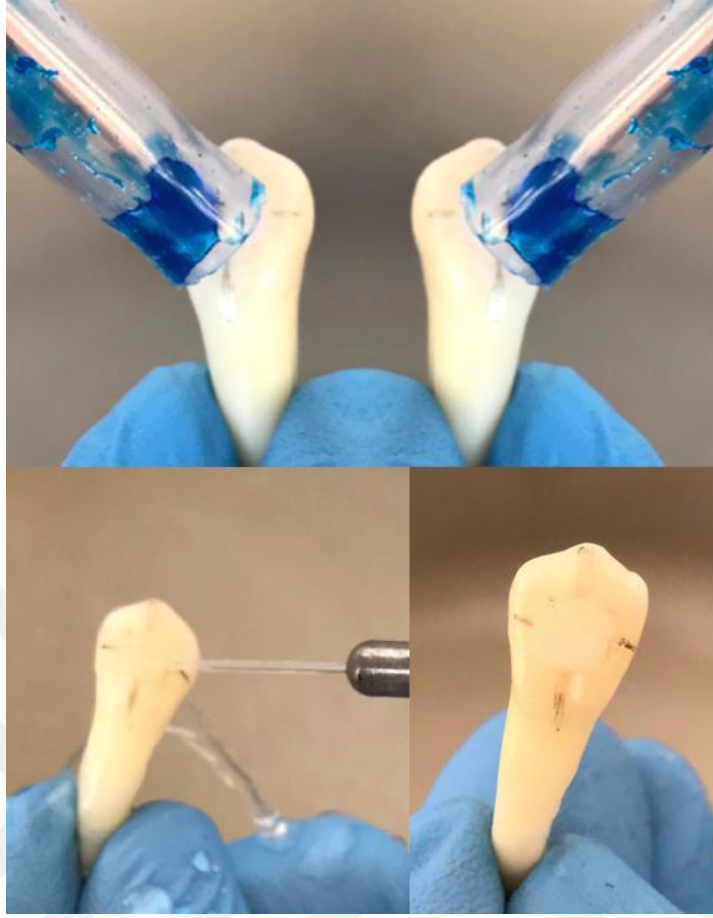
Şekil 3-3: Distile suda bekletilen dişler



Şekil 3-5: Braket taban alanı ölçüsünde hazırlanan rehber kalıp

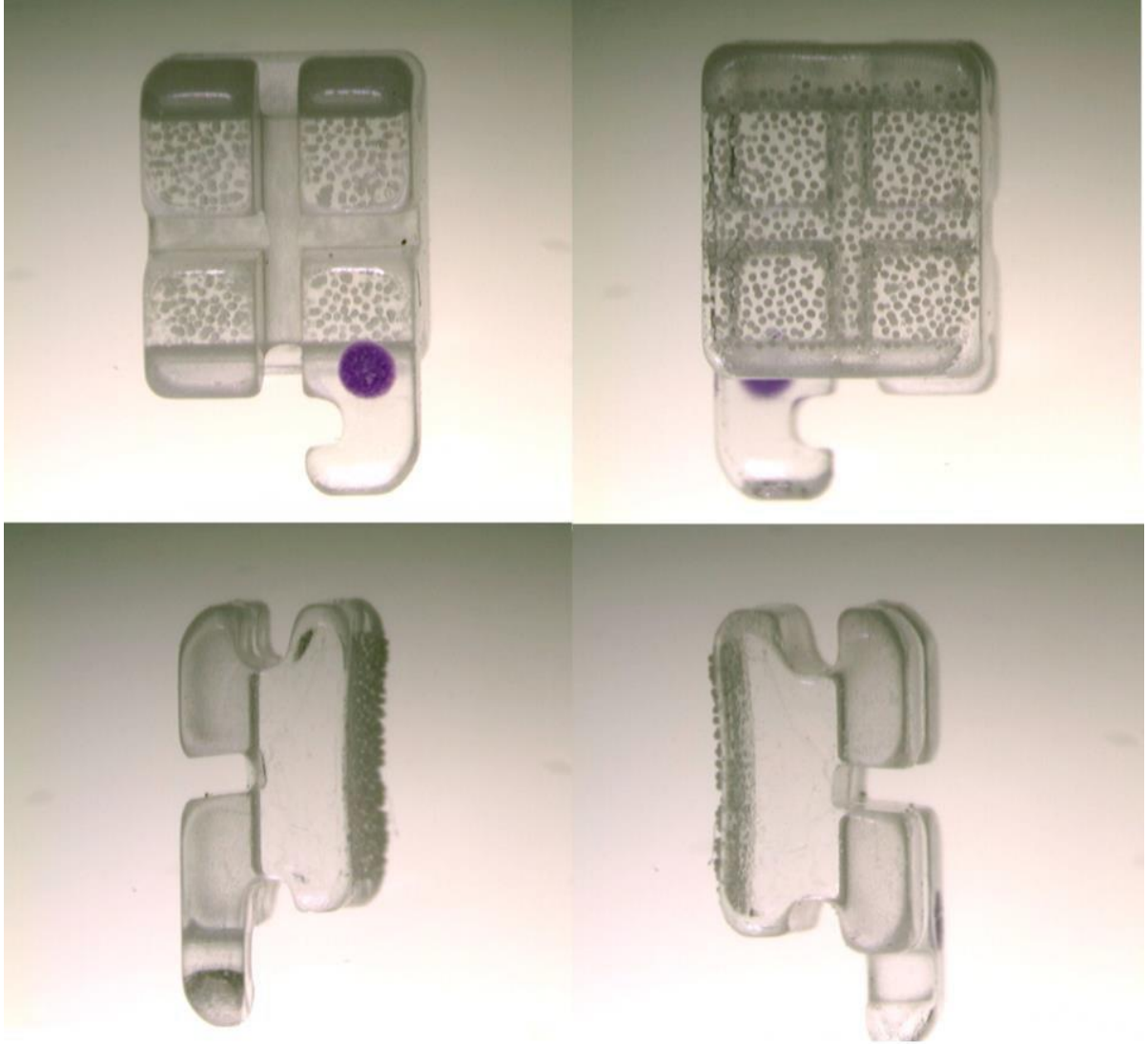


Şekil 3-6: Rehber kalıp referans alınarak diş yüzeyinin asitlenmesi



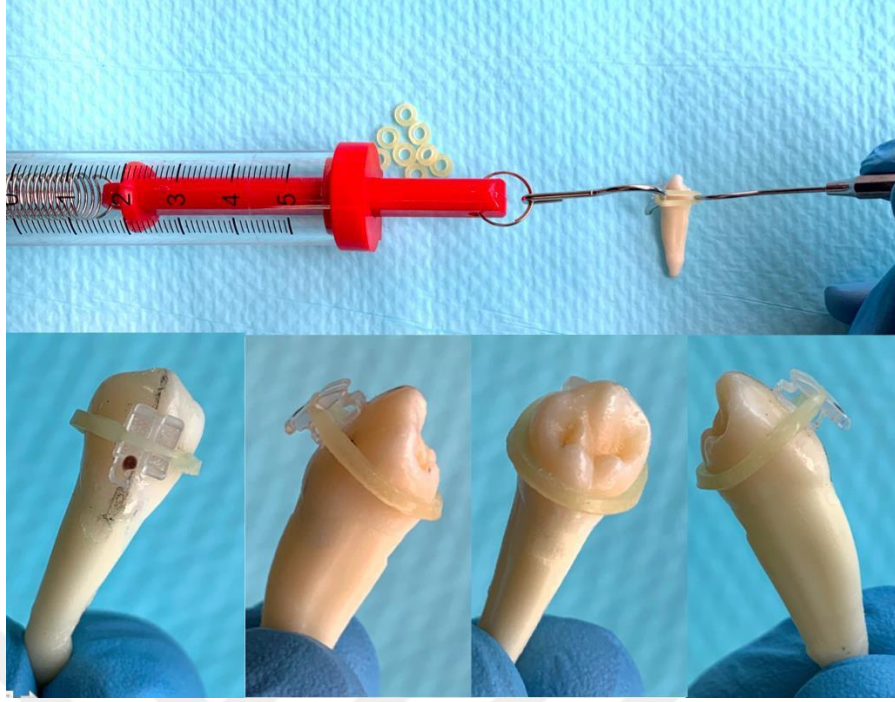
Şekil 3-7: Mine yüzeyinin asitlenmesi sonrasındaki buzlu cam görüntüsü

Kaidesine adeziv (Transbond XT Light-Cure Adeziv, 3M/Unitek, USA) konulan seramik braket (Ortho Technology, 0.018"x0.022" slot, PURE Sapphire Bracket System, Opal Orthodontics, South Jordan, Utah, USA) (Şekil 3.8) dişin uzun eksenine paralel ve meziodistal ve okluzogingival yönde orta 1/3'lük alanda olacak şekilde yerleştirilmiş, kuvveti standardize etmek amacıyla 6 ½ oz, size 1/8" heavy elastik dişin ekvator hattını saracak ve braketin de içine alacak şekilde geçirilmiştir (Şekil 3.9). Her örnekte yeni bir lastik kullanılmıştır ve premolar dişlerin boyutsal farklılıklarından dolayı oluşabilecek farklı kuvvetlerin gelmesini önlemek amacıyla her seferinde dinamometre ile 200 gr kuvvet ölçülerek, braketin çevresindeki rezin artıkları sond yardımıyla temizlenmiş (Şekil 3.10), sonrasında 20 sn boyunca ışık uygulanarak (Light Emitting Diode-LED) yapıştırıcı polimerize edilmiştir (Şekil 3.11).

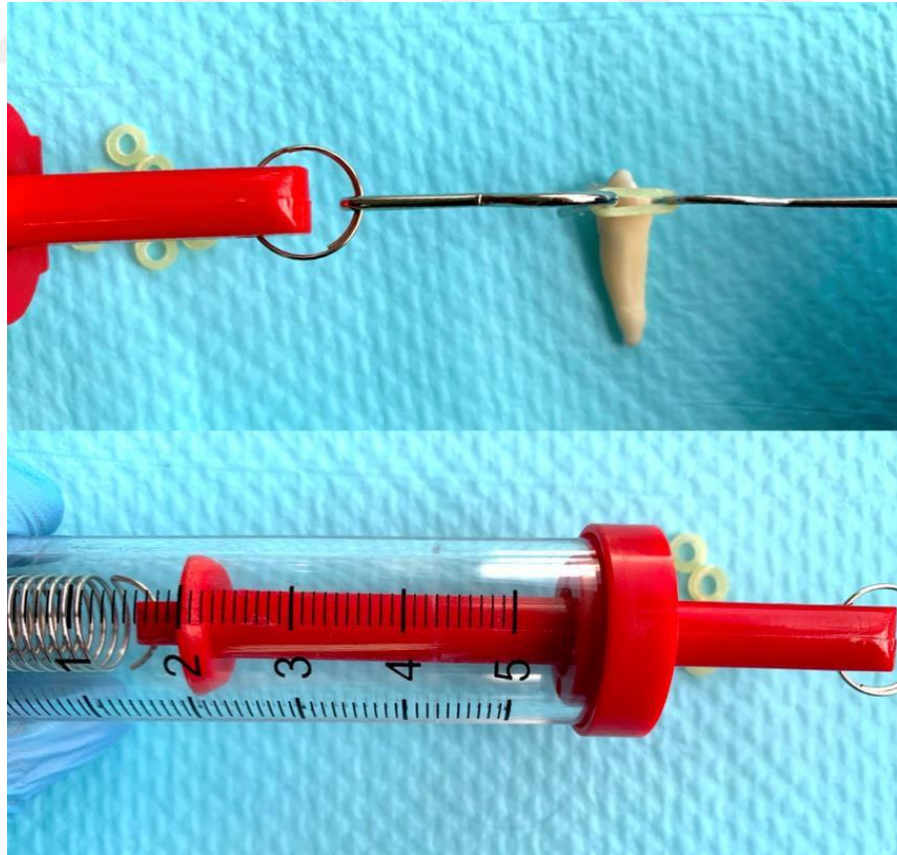


Şekil 3-8: Çalışmamızda kullanılan seramik braket

(Ortho Technology, 0.018"x0.022" slot, PURE Sapphire Bracket System)



Şekil 3-9: Braketin standart kuvvet (200 gr) ile yapıştırılması



Şekil 3-10: Uygulanan kuvvetin dinamometre ile standardizasyonu

Polimerizasyon işlemi için 430-480 nm dalga boyunda ışık veren bir LED ışık cihazı (3M Elipar-S10, 3M ESPE, St. Paul, Minnesota, USA) kullanılmıştır. Kablosuz LED ışık cihazının uzun süre kullanımı sonucu ortaya çıkan güç kaybı düşünülerek, kullanmadan önce şarjının tam olması sağlanmıştır ve en yüksek seviyedeki ışık yoğunluğunda çalıştığımızı kontrol etmek amacıyla ışık cihazının ucu ışık ölçer üzerindeki bölgeye dokundurularak braketler yapıştırılmadan önce ışık yoğunluğu ölçülmüştür (Şekil 3.12). Bu işlem, gruplardaki her bir örneğin hazırlanmasından önce tekrar edilmiştir. Diş yüzeyinin hazırlanması ve braketin konumlandırılması sırasında ışık cihazı şarj ünitesinde bekletilmiştir.



Şekil 3-11: Yapıştırıcının LED ışık cihazı ile polimerize edilmesi



Şekil 3-12: Işık cihazının gücünün kontrol edilmesi

3.2.3. Termal Siklus İşlemi

Termal siklus işlemi sonrasında daha uzun süre distile suda bekleyen örneklerde adezivün su emiliminin artacağı ve bağlanma testi sonuçlarını etkileyeceği düşünülerek, her bir gruba ayrı ayrı termal siklus işlemi uygulanmış ve sonrasında da her bir grubun sıyırma testleri ayrı ayrı yapılmıştır. Bu amaçla; termostatlar ile ısı dereceleri sabitlenmiş iki ayrı su haznesi olan ve örnekleri bu sulara belli bir süre batırıp çıkaracak bir düzeneğe sahip olan termal siklus cihazı kullanılmıştır (Şekil 3.13). Hazırlanan örnekler 5 °C ile 55 °C sıcaklıktaki su banyolarına sırasıyla 1000'er kez batırılarak termal stres oluşması sağlanmıştır (Şekil 3.14). Her bir banyoda bekleme süresi 20 sn, banyolar arası transfer süresi 10 sn olacak şekilde ayarlanmıştır.



Şekil 3-13: Çalışmada kullanılan termal siklus cihazı



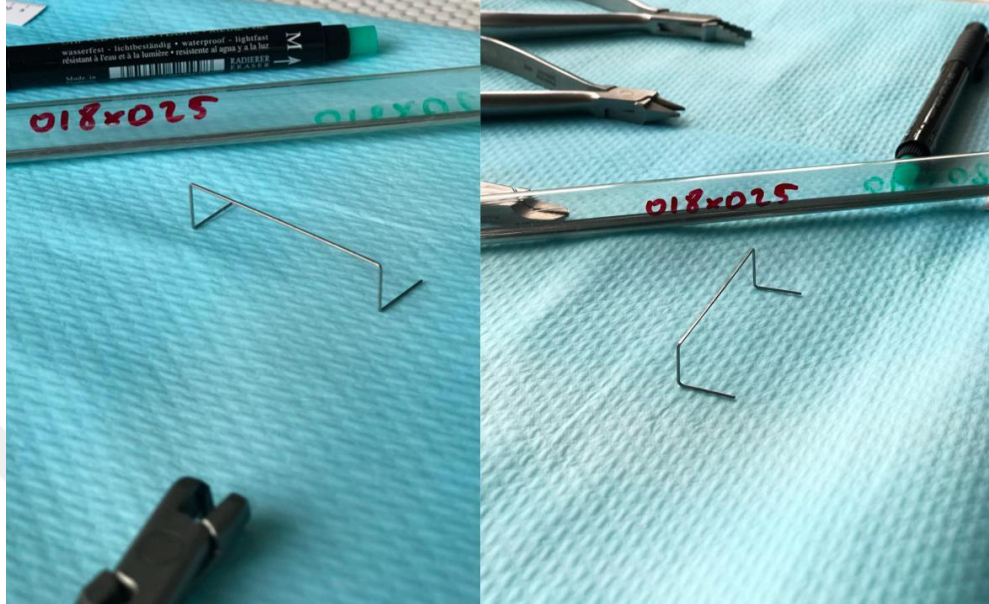
Şekil 3-14: Çalışmada kullanılan termal siklus cihazının soğuk ve sıcak su haznesi

3.2.4. Örneklerin Akriliğe Gömülmesi

Braketlerin yapıştırılmasından sonra dişleri evrensel test cihazına yerleştirebilmek için her bir örnek için ayrı çelik kalıplar kullanılmıştır. Örneklerin, sıyırma testlerinden sonra, çelik kalıplardan çıkarılmasını kolaylaştırmak amacıyla kalıpların iç yüzeyi vazelin ile izole edilmiştir. Braket slotlarına 0,012'' ligatür teli ile sıkıca bağlanan 0,018x0,025'' paslanmaz çelik telden bükülen referans teller (Şekil 3.15), braket slotunun yer düzlemine paralel olmasını ve dişin akriliğe dik olarak gömülmesini sağlamıştır. Referans telin, braket slotuna tam bir şekilde oturan yatay bir düzlemi ve telin yerde paralel olarak durmasını sağlayacak doksan derece açı ile bükülen ve yere temas eden alt kısımları bulunmaktadır (Şekil 3.16). Örnekler, akrilik içine gömülürken paslanmaz çelik telden bükülen referans telin yerde paralel bir şekilde durmasını sağlamak amacıyla tel, alt parçalardan sirkolan mum ile yere sabitlenmiştir. Böylece sıyırma kuvvetinin, braketin yatay slotuna dik olarak gelmesi sağlanmıştır. Sıvı kıvamda hazırlanan otopolimerizan soğuk akrilik, çeker ocakta çelik kabın içerisine, braket seviyesinden 1-2 mm aşağıda olacak şekilde dişin kole hizasına kadar doldurulmuştur. Örnek dişler kuronlarının tamamı açıkta kalacak ve kökleri akriliğin içinde kalacak şekilde akrilik bloklara referans tel yardımıyla dik bir şekilde yerleştirilmiştir.



Şekil 3-15: 0,018x0,025'' paslanmaz çelik telden bükülen referans telin hazırlanması için gerekli el aletleri



Şekil 3-16: Braket slotunun yer düzlemine paralel olmasını ve dişin akriliğe dik olarak gömülmesini sağlayan referans tel

Soğuk akrilik polimerizasyonu oda sıcaklığında gerçekleştirilmiştir. Karışım şekli 10 ml sıvı 24 gr toz şeklinde yapılmıştır. Karıştırma süresi 1 dk civarında, çalışma süresi yaklaşık 30 dk'dır.

3.2.5. Deney Grupların Oluşturulması

Çalışma için toplanan 132 adet insan premolar dişi her grupta 12 adet diş olacak şekilde toplam 11 gruba ayrılmıştır:

1. Grup: Kontrol Grubu
2. Grup: Aseton 5 Dakika Grubu
3. Grup: Aseton 15 Dakika grubu
4. Grup: Etanol 5 Dakika Grubu
5. Grup: Etanol 15 Dakika Grubu
6. Grup: Dimetil Sülfoksit (DMSO) 5 Dakika Grubu
7. Grup: Dimetil Sülfoksit (DMSO) 15 Dakika Grubu
8. Grup: Nane Yağı 5 Dakika Grubu
9. Grup: Nane Yağı 15 Dakika Grubu
10. Grup: Sıcak Su (60 °C) 5 Dakika Grubu
11. Grup: Sıcak Su (60 °C) 15 Dakika Grubu

1. Grup Kontrol Grubu (n=12):

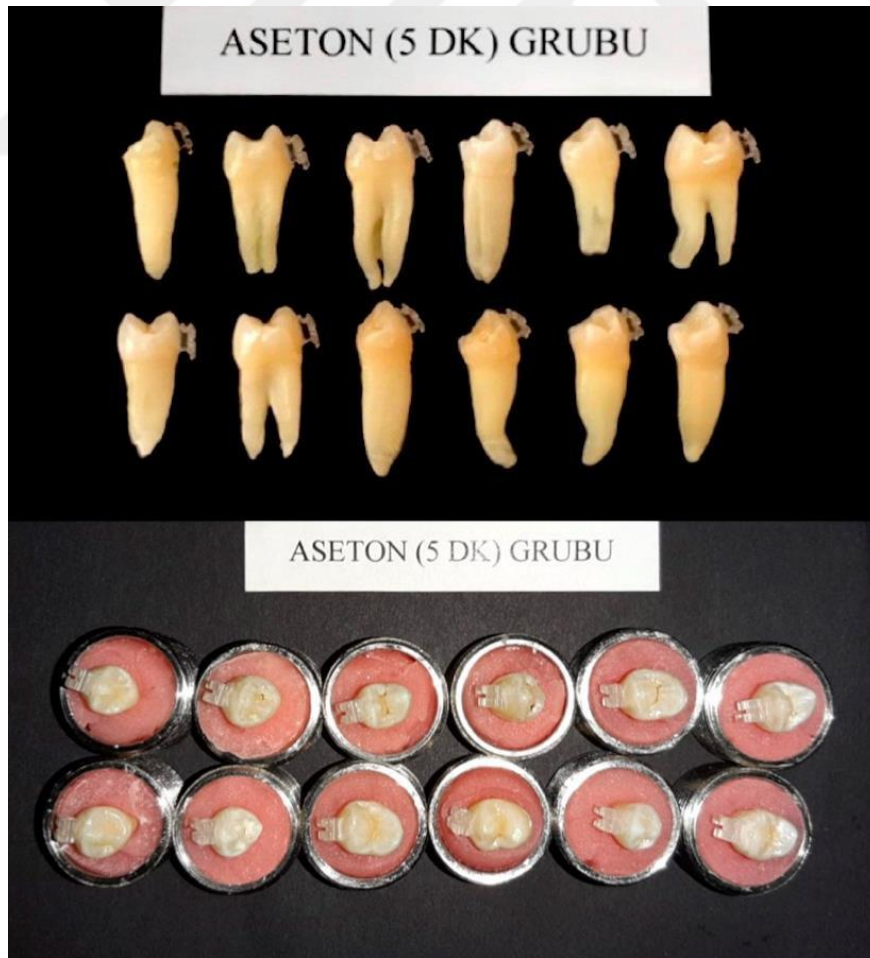
Braketler diş yüzeyine yapıştırıldıktan sonra termal siklus işlemini takiben dişler akrilik kaide içine gömülerek (Şekil 3.17), herhangi bir solüsyonda bekletilmeden evrensel test cihazıyla kopma değerleri ölçülmüş ve ARI skorlaması yapmak için kopan braket ile birlikte biyopsi kabında muhafaza edilmiştir (Şekil 3.28).



Şekil 3-17: Kontrol Grubu

2. Grup Aseton 5 Dakika Grubu (n=12):

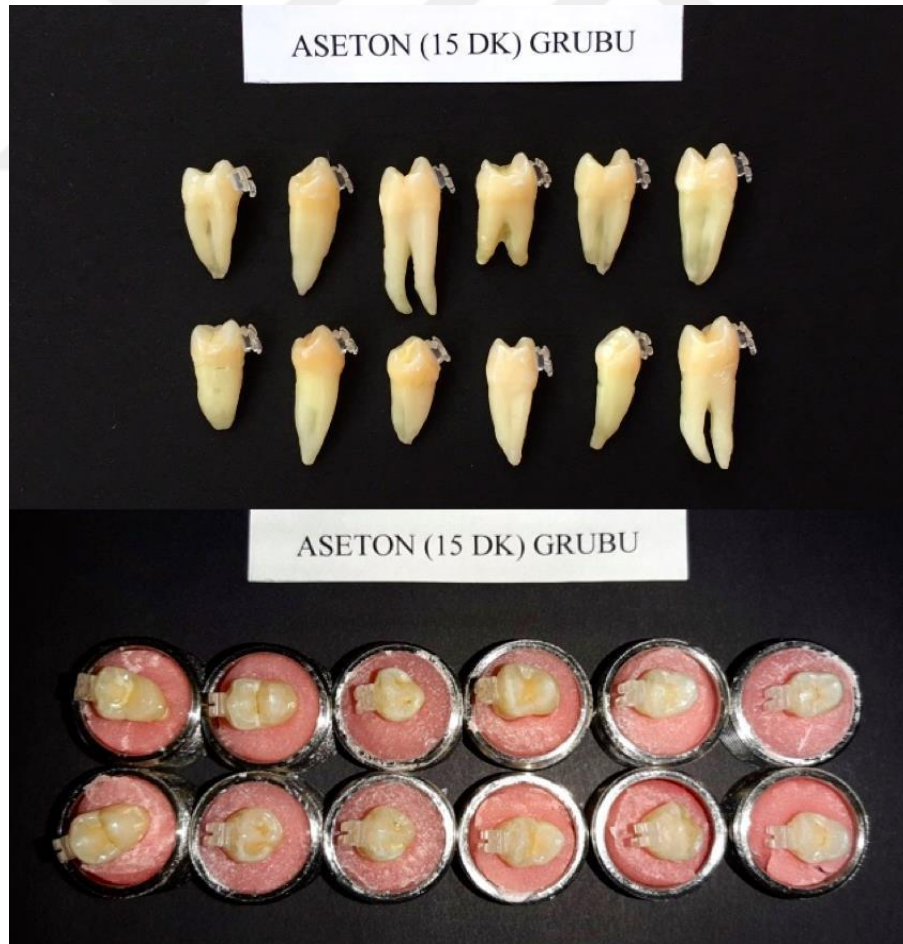
Braketler diş yüzeyine yapıştırıldıktan sonra termal siklus işlemini takiben dişler akrilik kaide içine gömülmüştür (Şekil 3.18). 2.5 lt'lik şişede bulunan $\geq \%99.8$ saflıktaki aseton 250 ml'lik beherglasla dökülerek pastör çubuğu yardımıyla derinliği 40 mm ve iç çapı 15 mm olan ve her bir numune için ayrı olan toplam 12 tane cam deney kabına bölüştürülmüştür. Örnekler, braketli diş yüzeyi solüsyon içerisinde kalacak şekilde cam kaplara yerleştirilmiş ve kronometre tutularak 5 dakika boyunca bekletilmişlerdir. İç çapı 18 mm olan çelik kalıplarda hazırlanan örnekler, iç çapı 15 mm olan cam deney kaplarına yerleştirildiği için dişin sadece kuronunun solüsyon içerisinde kalması sağlanmıştır ve akriliğin solüsyon ile teması önlenerek, akrilikten solüsyona kimyasal madde salınımı engellenmiştir. Asetonda bekletilen her bir örneğe, 5 dakika dolduktan hemen sonra sıyırma kuvveti uygulanmış ve kopma değeri ölçülerek, ARI skorlaması yapmak için kopan braket ile birlikte biyopsi kabında muhafaza edilmiştir (Şekil 3.28).



Şekil 3-18: Aseton 5 Dakika Grubu

3. Grup Aseton 15 Dakika Grubu (n=12):

Braketler diş yüzeyine yapıştırıldıktan sonra termal siklus işlemini takiben dişler akrilik kaide içine gömülmüştür (Şekil 3.19). 2.5 lt'lik şişede bulunan $\geq 99.8\%$ saflıktaki aseton 250 ml'lik beherglasla dökülerek pastör çubuğu yardımıyla derinliği 40 mm ve iç çapı 15 mm olan ve her bir numune için ayrı olan toplam 12 tane cam deney kabına bölüştürülmüştür. Örnekler, braketli diş yüzeyi solüsyon içerisinde kalacak şekilde cam kaplara yerleştirilmiş ve kronometre tutularak 15 dakika boyunca bekletilmişlerdir. İç çapı 18 mm olan çelik kalıplarda hazırlanan örnekler, iç çapı 15 mm olan cam deney kaplarına yerleştirildiği için dişin sadece kuronunun solüsyon içerisinde kalması sağlanmıştır ve akriliğin solüsyon ile teması önlenerek, akrilikten solüsyona kimyasal madde salınımı engellenmiştir. Asetonda bekletilen her bir örneğe, 15 dakika dolduktan hemen sonra sıyırma kuvveti uygulanmış ve kopma değeri ölçülerek, ARI skorlaması yapmak için kopan braket ile birlikte biyopsi kabında muhafaza edilmiştir (Şekil 3.28).



Şekil 3-19: Aseton 15 Dakika Grubu

4. Grup Etanol 5 Dakika Grubu (n=12):

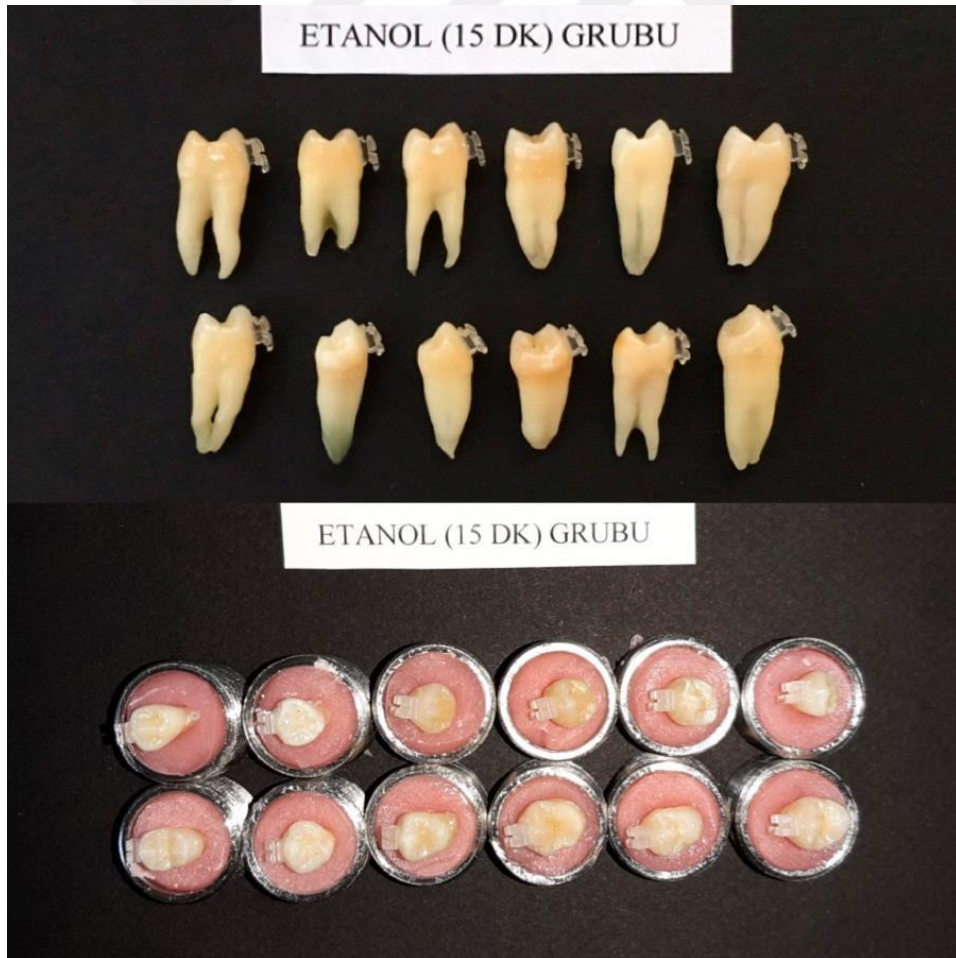
Braketler diş yüzeyine yapıştırıldıktan sonra termal siklus işlemini takiben dişler akrilik kaide içine gömülmüştür (Şekil 3.20). 2.5 lt'lik şişede bulunan $\geq \%99.5$ saflıktaki etanol 250 ml'lik beherglasla dökülerek pastör çubuğu yardımıyla derinliği 40 mm ve iç çapı 15 mm olan ve her bir numune için ayrı olan toplam 12 tane cam deney kabına bölüştürülmüştür. Örnekler, braketli diş yüzeyi solüsyon içerisinde kalacak şekilde cam kaplara yerleştirilmiş ve kronometre tutularak 5 dakika boyunca bekletilmişlerdir. İç çapı 18 mm olan çelik kalıplarda hazırlanan örnekler, iç çapı 15 mm olan cam deney kaplarına yerleştirildiği için dişin sadece kuronunun solüsyon içerisinde kalması sağlanmıştır ve akriliğin solüsyon ile teması önlenerek, akrilikten solüsyona kimyasal madde salınımı engellenmiştir. Etanolde bekletilen her bir örneğe, 5 dakika dolduktan hemen sonra sıyırma kuvveti uygulanmış ve kopma değeri ölçülerek, ARI skorlaması yapmak için kopan braket ile birlikte biyopsi kabında muhafaza edilmiştir (Şekil 3.28).



Şekil 3-20: Etanol 5 Dakika Grubu

5. Grup Etanol 15 Dakika Grubu (n=12):

Braketler diş yüzeyine yapıştırıldıktan sonra termal siklus işlemini takiben dişler akrilik kaide içine gömülmüştür (Şekil 3.21). 2.5 lt'lik şişede bulunan $\geq \%99.5$ saflıktaki etanol 250 ml'lik beherglasla dökülerek pastör çubuğu yardımıyla derinliği 40 mm ve iç çapı 15 mm olan ve her bir numune için ayrı olan toplam 12 tane cam deney kabına bölüştürülmüştür. Örnekler, braketli diş yüzeyi solüsyon içerisinde kalacak şekilde cam kaplara yerleştirilmiş ve kronometre tutularak 15 dakika boyunca bekletilmişlerdir. İç çapı 18 mm olan çelik kalıplarda hazırlanan örnekler, iç çapı 15 mm olan cam deney kaplarına yerleştirildiği için dişin sadece kuronunun solüsyon içerisinde kalması sağlanmıştır ve akriliğin solüsyon ile teması önlenerek, akrilikten solüsyona kimyasal madde salınımı engellenmiştir. Etanolde bekletilen her bir örneğe, 15 dakika dolduktan hemen sonra sıyırma kuvveti uygulanmış ve kopma değeri ölçülerek, ARI skorlaması yapmak için kopan braket ile birlikte biyopsi kabında muhafaza edilmiştir (Şekil 3.28).



Şekil 3-21: Etanol 15 Dakika Grubu

6. Grup Dimetil Sülfoksit (DMSO) 5 Dakika Grubu (n=12):

Braketler diş yüzeyine yapıştırıldıktan sonra termal siklus işlemini takiben dişler akrilik kaide içine gömülmüştür (Şekil 3.22). 1 lt'lik şişede bulunan $\geq \%99.9$ saflıktaki dimetil sülfoksit (DMSO) 250 ml'lik beherglasla dökülerek pastör çubuğu yardımıyla derinliği 40 mm ve iç çapı 15 mm olan ve her bir numune için ayrı olan toplam 12 tane cam deney kabına bölüştürülmüştür. Örnekler, braketli diş yüzeyi solüsyon içerisinde kalacak şekilde cam kaplara yerleştirilmiş ve kronometre tutularak 5 dakika boyunca bekletilmişlerdir. İç çapı 18 mm olan çelik kalıplarda hazırlanan örnekler, iç çapı 15 mm olan cam deney kaplarına yerleştirildiği için dişin sadece kuronunun solüsyon içerisinde kalması sağlanmıştır ve akriliğin solüsyon ile teması önlenerek, akrilikten solüsyona kimyasal madde salınımı engellenmiştir. DMSO'da bekletilen her bir örneğe, 5 dakika dolduktan hemen sonra sıyırma kuvveti uygulanmış ve kopma değeri ölçülerek, ARI skorlaması yapmak için kopan braket ile birlikte biyopsi kabında muhafaza edilmiştir (Şekil 3.28).



Şekil 3-22: Dimetil Sülfoksit (DMSO) 5 Dakika Grubu

7. Grup Dimetil Sülfoksit (DMSO) 15 Dakika Grubu (n=12):

Braketler diş yüzeyine yapıştırıldıktan sonra termal siklus işlemini takiben dişler akrilik kaide içine gömülmüştür (Şekil 3.23). 1 lt'lik şişede bulunan $\geq \%99.9$ saflıktaki dimetil sülfoksit (DMSO) 250 ml'lik beherglasla dökülerek pastör çubuğu yardımıyla derinliği 40 mm ve iç çapı 15 mm olan ve her bir numune için ayrı olan toplam 12 tane cam deney kabına bölüştürülmüştür. Örnekler, braketli diş yüzeyi solüsyon içerisinde kalacak şekilde cam kaplara yerleştirilmiş ve kronometre tutularak 15 dakika boyunca bekletilmişlerdir. İç çapı 18 mm olan çelik kalıplarda hazırlanan örnekler, iç çapı 15 mm olan cam deney kaplarına yerleştirildiği için dişin sadece krununun solüsyon içerisinde kalması sağlanmıştır ve akriliğin solüsyon ile teması önlenerek, akrilikten solüsyona kimyasal madde salınımı engellenmiştir. DMSO'da bekletilen her bir örneğe, 15 dakika dolduktan hemen sonra sıyırma kuvveti uygulanmış ve kopma değeri ölçülerek, ARI skorlaması yapmak için kopan braket ile birlikte biyopsi kabında muhafaza edilmiştir (Şekil 3.28).



Şekil 3-23: Dimetil Sülfoksit (DMSO) 15 Dakika Grubu

8. Grup Nane Yağı 5 Dakika Grubu (n=12):

Braketler diş yüzeyine yapıştırıldıktan sonra termal siklus işlemini takiben dişler akrilik kaide içine gömülmüştür (Şekil 3.24). 20 ml'lik şişelerde bulunan nane yaprağı yağı (*Menthae Piperitae Oleum*, Bitkisel Uçucu Yağ) pastör çubuğu yardımıyla derinliği 40 mm ve iç çapı 15 mm olan ve her bir numune için ayrı olan toplam 12 tane cam deney kabına koyulmuştur. Örnekler, braketli diş yüzeyi solüsyon içerisinde kalacak şekilde cam kaplara yerleştirilmiş ve kronometre tutularak 5 dakika boyunca bekletilmişlerdir. İç çapı 18 mm olan çelik kalıplarda hazırlanan örnekler, iç çapı 15 mm olan cam deney kaplarına yerleştirildiği için dişin sadece kuronunun solüsyon içerisinde kalması sağlanmıştır ve akriliğin solüsyon ile teması önlenerek, akrilikten solüsyona kimyasal madde salınımı engellenmiştir. Nane yaprağı yağında bekletilen her bir örneğe, 5 dakika dolduktan hemen sonra sıyrma kuvveti uygulanmış ve kopma değeri ölçülerek, ARI skorlaması yapmak için kopan braket ile birlikte biyopsi kabında muhafaza edilmiştir (Şekil 3.28).



Şekil 3-24: Nane Yağı 5 Dakika Grubu

9. Grup Nane Yağı 15 Dakika Grubu (n=12):

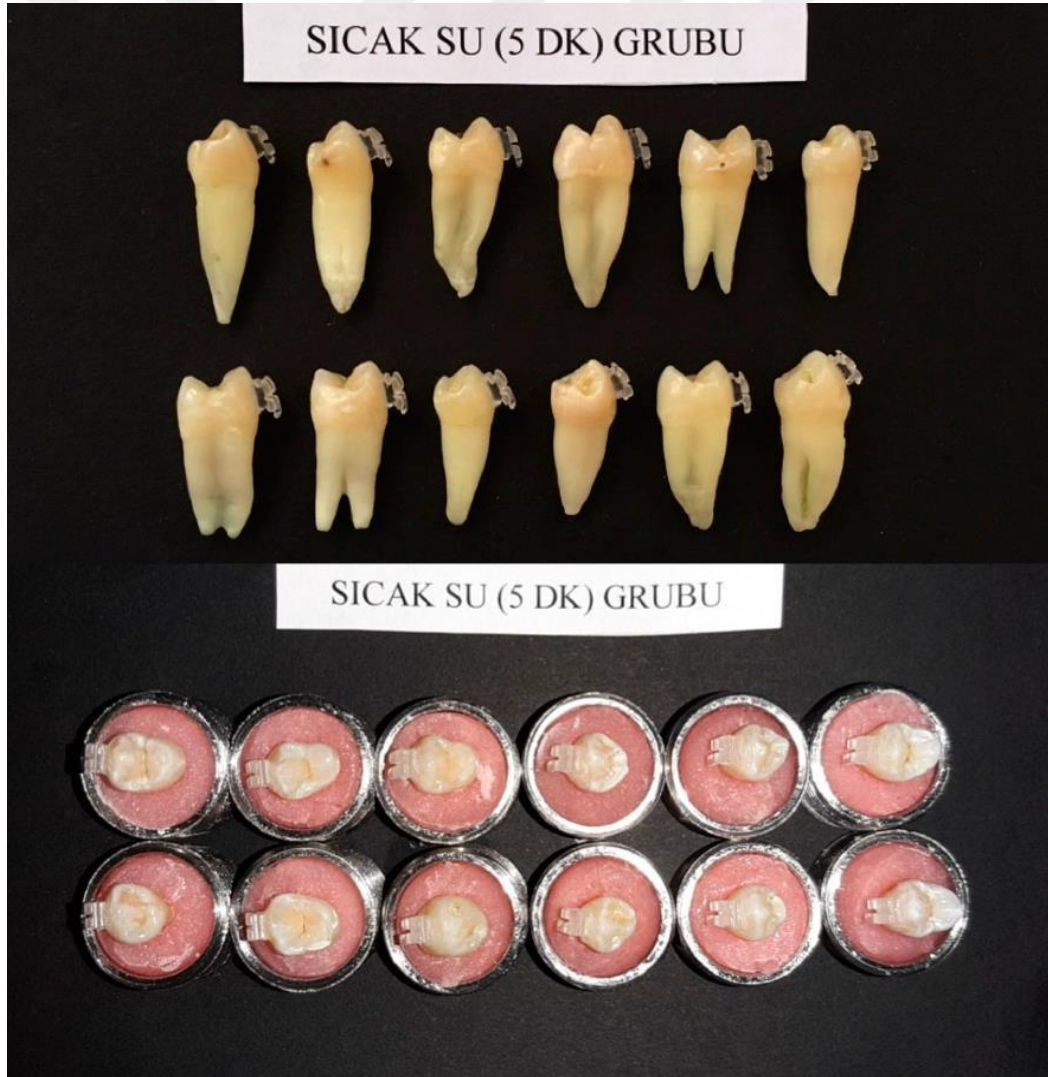
Braketler diş yüzeyine yapıştırıldıktan sonra termal siklus işlemini takiben dişler akrilik kaide içine gömülmüştür (Şekil 3.25). 20 ml'lik şişelerde bulunan nane yaprağı yağı (*Menthae Piperitae Oleum*, Bitkisel Uçucu Yağ) pastör çubuğu yardımıyla derinliği 40 mm ve iç çapı 15 mm olan ve her bir numune için ayrı olan toplam 12 tane cam deney kabına koyulmuştur. Örnekler, braketli diş yüzeyi solüsyon içerisinde kalacak şekilde cam kaplara yerleştirilmiş ve kronometre tutularak 15 dakika boyunca bekletilmişlerdir. İç çapı 18 mm olan çelik kalıplarda hazırlanan örnekler, iç çapı 15 mm olan cam deney kaplarına yerleştirildiği için dişin sadece kuronunun solüsyon içerisinde kalması sağlanmıştır ve akriliğin solüsyon ile teması önlenerek, akrilikten solüsyona kimyasal madde salınımı engellenmiştir. Nane yaprağı yağında bekletilen her bir örneğe, 15 dakika dolduktan hemen sonra sıyırma kuvveti uygulanmış ve kopma değeri ölçülerek, ARI skorlaması yapmak için kopan braket ile birlikte biyopsi kabında muhafaza edilmiştir (Şekil 3.28).



Şekil 3-25: Nane Yağı 15 Dakika Grubu

10. Grup Sıcak Su (60 °C) 5 Dakika Grubu (n=12):

Braketler diş yüzeyine yapıştırıldıktan sonra termal siklus işlemini takiben dişler akrilik kaide içine gömülmüştür (Şekil 3.26). Suyun sıcaklığının hep aynı derecede kalmasını sağlamak amacıyla, termal siklus cihazının sıcak su haznesindeki termostat 60 °C'ye ayarlanmıştır. Örnek, braketli diş yüzeyi sıcak suyun içerisinde kalacak şekilde bir ip yardımı ile su haznesine sarkıtılmış ve kronometre tutularak 5 dakika boyunca bekletilmiştir. 5 dakika dolduktan hemen sonra her bir örneğe sıyırma kuvveti uygulanmış ve kopma değeri ölçülerek, ARI skorlaması yapmak için kopan braket ile birlikte biyopsi kabında muhafaza edilmiştir (Şekil 3.28).



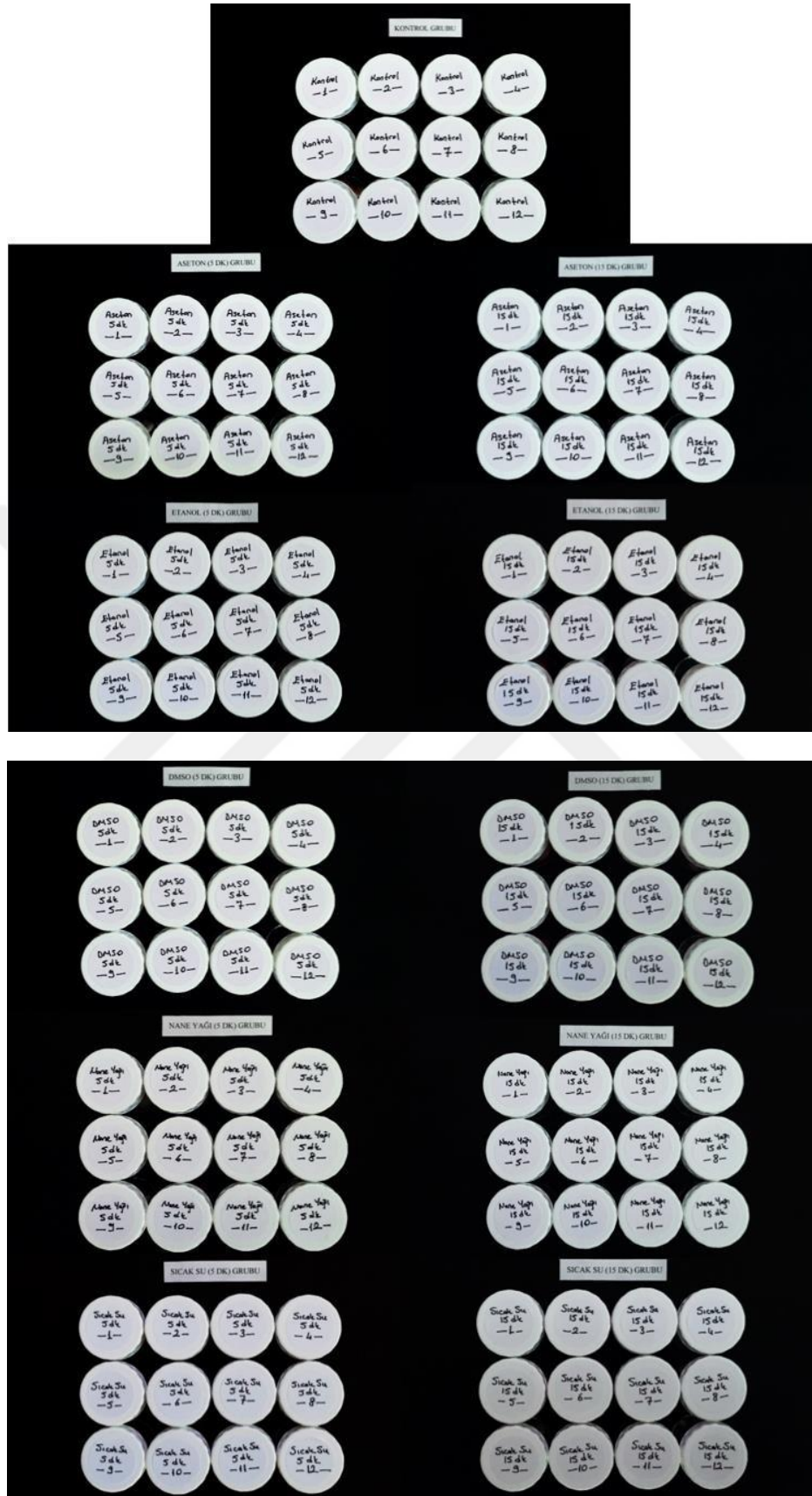
Şekil 3-26: Sıcak Su (60 °C) 5 Dakika Grubu

11. Grup Sıcak Su (60 °C) 15 Dakika Grubu (n=12):

Braketler diş yüzeyine yapıştırıldıktan sonra termal siklus işlemini takiben dişler akrilik kaide içine gömülmüştür (Şekil 3.27). Suyun sıcaklığının hep aynı derecede kalmasını sağlamak amacıyla, termal siklus cihazının sıcak su haznesindeki termostat 60 °C'ye ayarlanmıştır. Örnek, braketli diş yüzeyi sıcak suyun içerisinde kalacak şekilde bir ip yardımı ile su haznesine sarkıtılmış ve kronometre tutularak 15 dakika boyunca bekletilmiştir. 15 dakika dolduktan hemen sonra her bir örneğe sıyrma kuvveti uygulanmış ve kopma değeri ölçülerek, ARI skorlaması yapmak için kopan braket ile birlikte biyopsi kabında muhafaza edilmiştir (Şekil 3.28).



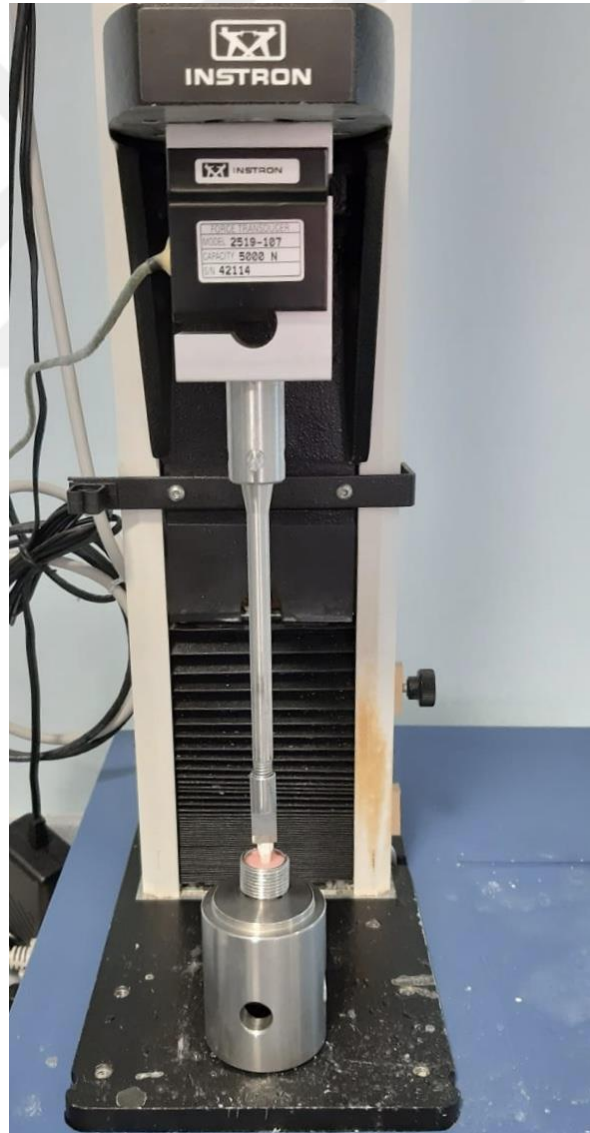
Şekil 3-27: Sıcak Su (60 °C) 15 Dakika Grubu



Şekil 3-28: Tüm örneklerin petri kaplarında saklanması

3.2.6. Koparma (Shear Bond Strength) Testi

Yapıştırılan braketlerin basma dayanıklılığı evrensel test cihazı (Buehler Instron, Buehler UK Ltd., England) ile değerlendirilmiştir (Şekil 3.29). Cihazın, biri sabit diğeri hareketli iki tablası bulunmaktadır (Şekil 3.30). Örneklerin yerleştirildiği çelik kalıplar, sabit olan alt tablaya uyumlu parçalardır ve deneyi yapılacak örnek kolayca yerleştirilebilmektedir. Hareketli olan üst parçaya ise kuvvet aktarmak için bir yükleme ucu bağlanmaktadır. Yükleme ucu; koparma kuvveti braketin tabanına paralel olacak şekilde gelmesini sağlayacak şekilde, diş ile braket arasına yerleştirilmiştir (Şekil 3.31). Test cihazının hareketli üst tablasının hızı 1 mm/dakika, aygıtın uygulayacağı maksimum kuvvet ise 500 N olarak ayarlanmış ve ölçümler 0,2 N hassasiyetle yapılmıştır.



Şekil 3-29: Sıyırma testinde kullanılan evrensel test cihazı



Şekil 3-30: Evrensel test cihazının yükleme ucu ve örneğin yerleştirildiği alt tablası

Braketin koptuğu andaki kuvvet, test cihazının üst tablasına bağlı olan kuvvet ölçer yardımı ile okunmuş ve cihaza bağlı bilgisayar tarafından Newton cinsinden kaydedilmiştir. Ölçülen Newton cinsindeki kuvvetler, braketlerin kaide yüzey alanlarına bölünerek birim alana gelen yük miktarı megapascal ($\text{MPa}=\text{N}/\text{mm}^2$) cinsine çevrilmiş ve istatistiksel değerlendirmeler bu değerler üzerinden yapılmıştır. Kullanılan braketin kaide yüzey alanı, üretici firma ile yazılı iletişime geçilerek belirlenmiş ve $13,12 \text{ mm}^2$ olarak alınmıştır.



Şekil 3-31: Evrensel test cihazının yükleme ucunun braket-diş arasına yerleştirilmesi

3.2.7. Mine-Adeziv-Braket Arayüzünde Meydana Gelen Kopma Bölgelerinin İncelenmesi

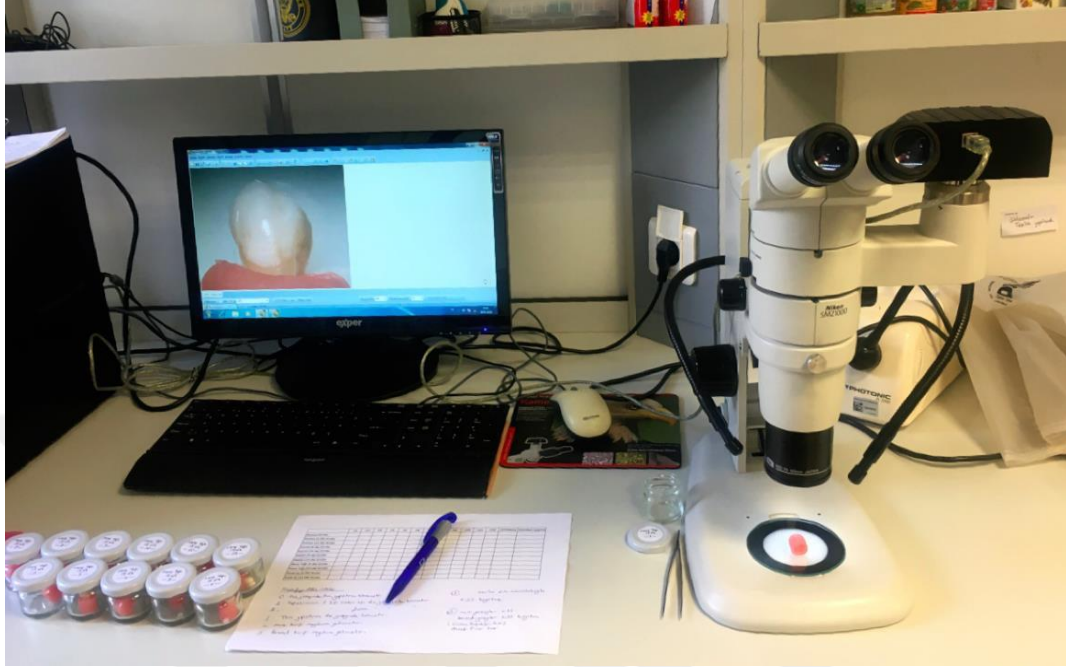
Her bir örnek grubuna sıyırma kuvveti uygulandıktan sonra örnekler ve o örneğe ait kopan braketler tek tek biyopsi kaplarının içine konulan pamuk peletin arasında muhafaza edilerek kopma bölgelerinin ve tipinin incelenmesi amacıyla bir arada saklanmışlardır. Tüm deneyler tamamlandıktan sonra; her örneğe ait diş ve braket, Bezmialem Vakıf Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Farmasötik Laboratuvarı'nda bulunan Nikon SMZ 1000 marka çift okülerli stereomikroskop cihazı (Şekil 3.32) ile diş yüzeyleri x15 (Şekil 3.33) ve braket kaideleri x25 büyütme altında incelenmiş, 'Kameram' bilgisayar programı ile görüntüler tek tek kaydedilmiştir (Şekil 3.34) (Şekil 3.35).



Şekil 3-32: Çalışmada kullanılan stereomikroskop cihazı



Şekil 3-33: Çalışmada kullanılan stereomikroskop cihazı ile örneklerin incelenmesi



Şekil 3-34: Çalışmada kullanılan stereomikroskop cihazı ile diş yüzeylerinin görüntülerinin kaydedilmesi



Şekil 3-35: Çalışmada kullanılan stereomikroskop cihazı ile braket kaidelerinin incelenmesi

Çalışmamızda seramik braketler kullandığımız için diş yüzeyinde kalan adeziv miktarı, Artun ve Bergland tarafından tanımlanan Artık Adeziv İndeksi'nin (Adhesive Remnant Index=ARI), 1990 yılında Bishara ve Truelove tarafından yapılan modifikasyonu ile belirlenmiştir (Bishara ve Truelove 1990). Bu skorlama sistemine göre;

Skor 0: Diş yüzeyinde hiç yapıştırıcı bulunmamaktadır (Şekil 3.36) (Şekil 3.37).

Skor 1: Diş yüzeyinde %50'den az yapıştırıcı bulunmaktadır (Şekil 3.38) (Şekil 3.39).

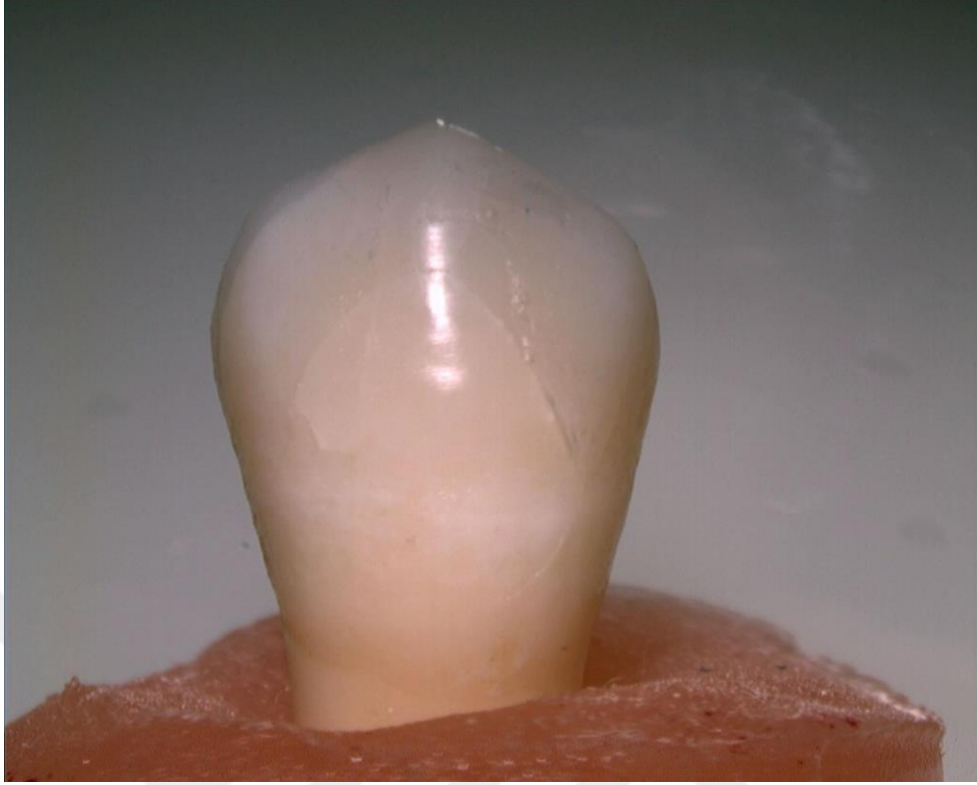
Skor 2: Diş yüzeyinde %50'den fazla yapıştırıcı bulunmaktadır (Şekil 3.40) (Şekil 3.41).

Skor 3: Tüm yapıştırıcı diş yüzeyindedir ve braket taban alanı izlenmektedir (Şekil 3.42) (Şekil 3.43).

Skor 4: Mine kırığı vardır (Şekil 3.44) (Şekil 3.45) (Şekil 3.46) (Şekil 3.47).

Skor 5: Braket kırığı görülmektedir (Şekil 3.48) (Şekil 3.49) (Şekil 3.50) (Şekil 3.51).

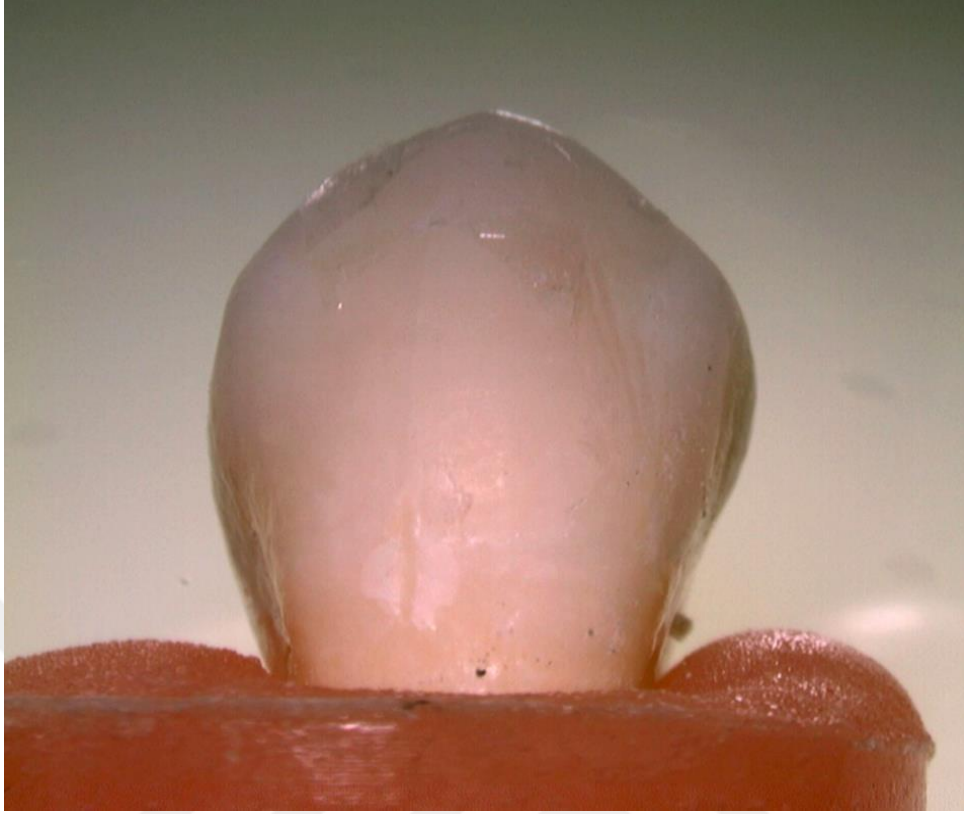
Sonuçlara göre, dişlere 0 ile 5 arasında skorlar verilmiştir.



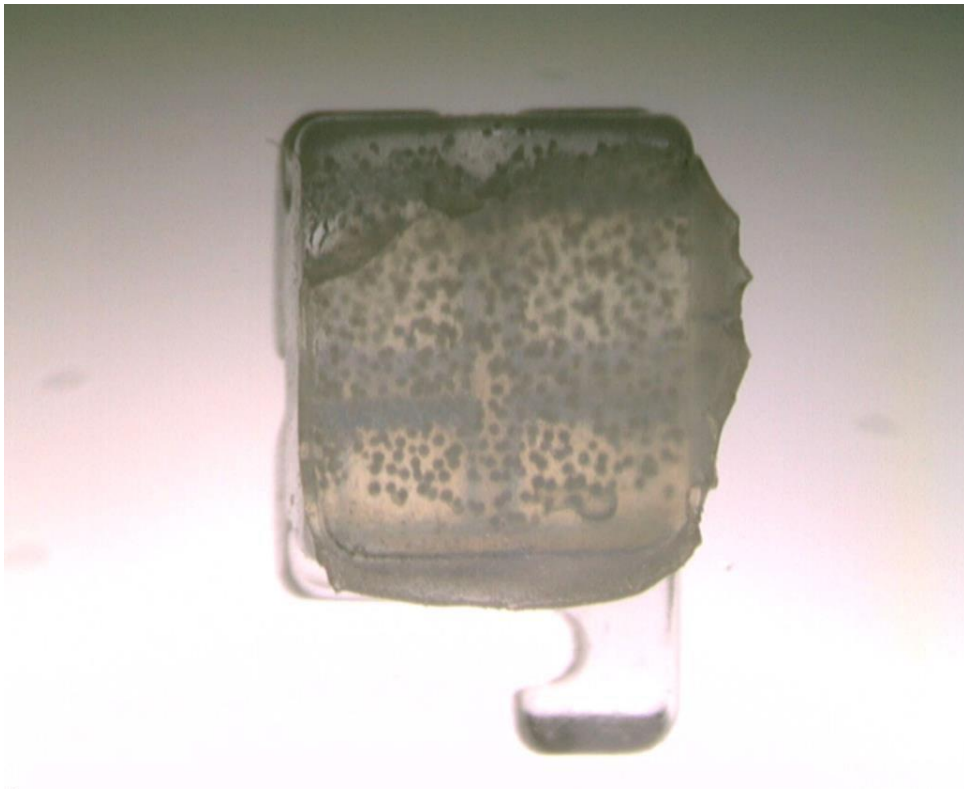
Şekil 3-36: ARI skoru 0 olan diş yüzeyi görüntüsü



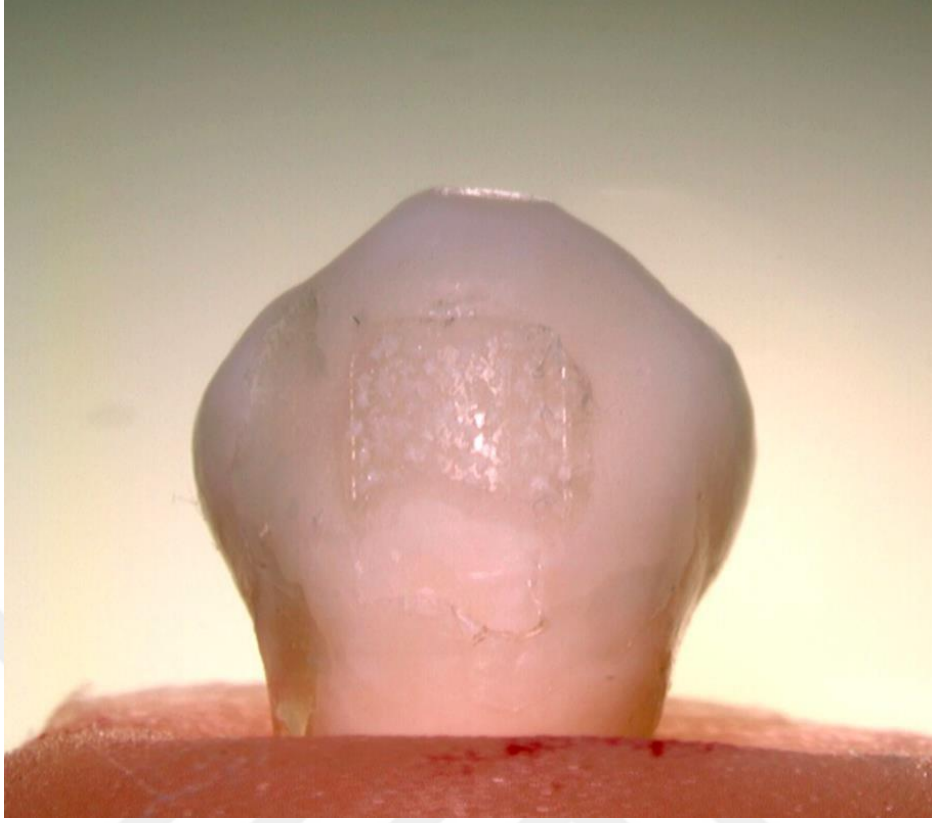
Şekil 3-37: ARI skoru 0 olan dişte braket kaidesi görüntüsü



Şekil 3-38: ARI skoru 1 olan diş yüzeyi görüntüsü



Şekil 3-39: ARI skoru 1 olan dişte braket kaidesi görüntüsü



Şekil 3-40: ARI skoru 2 olan diş yüzeyi görüntüsü



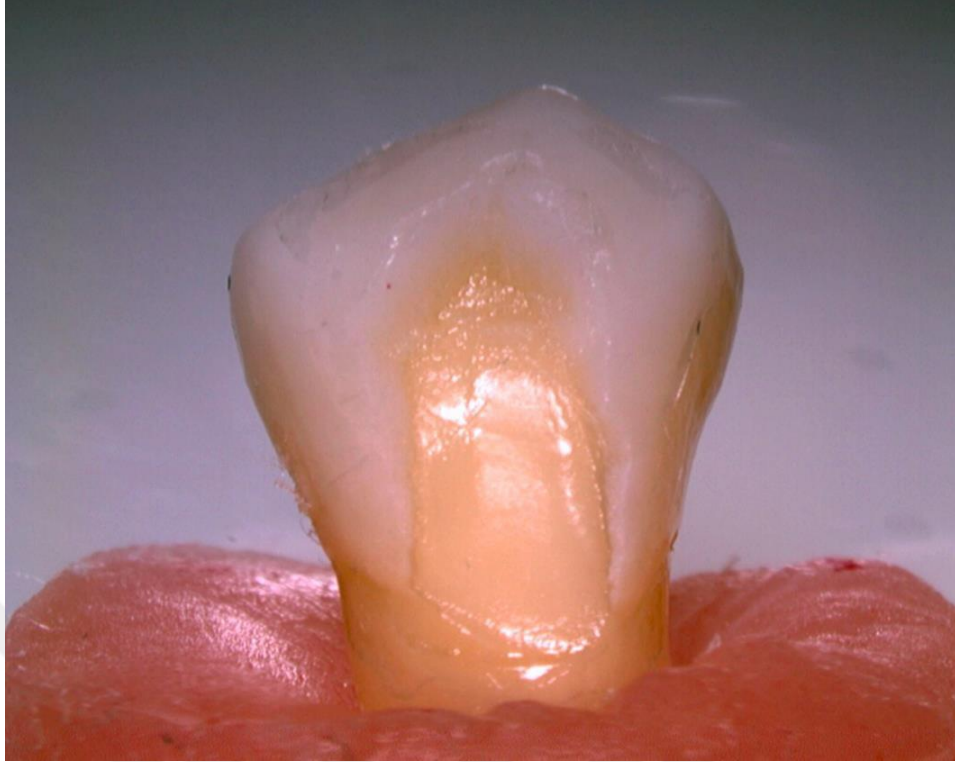
Şekil 3-41: ARI skoru 2 olan dişte braket kaidesi görüntüsü



Şekil 3-42: ARI skoru 3 olan diş yüzeyi görüntüsü



Şekil 3-43: ARI skoru 3 olan dişte braket kaidesi görüntüsü



Şekil 3-44: ARI skoru 4 olan diş yüzeyi görüntüsü



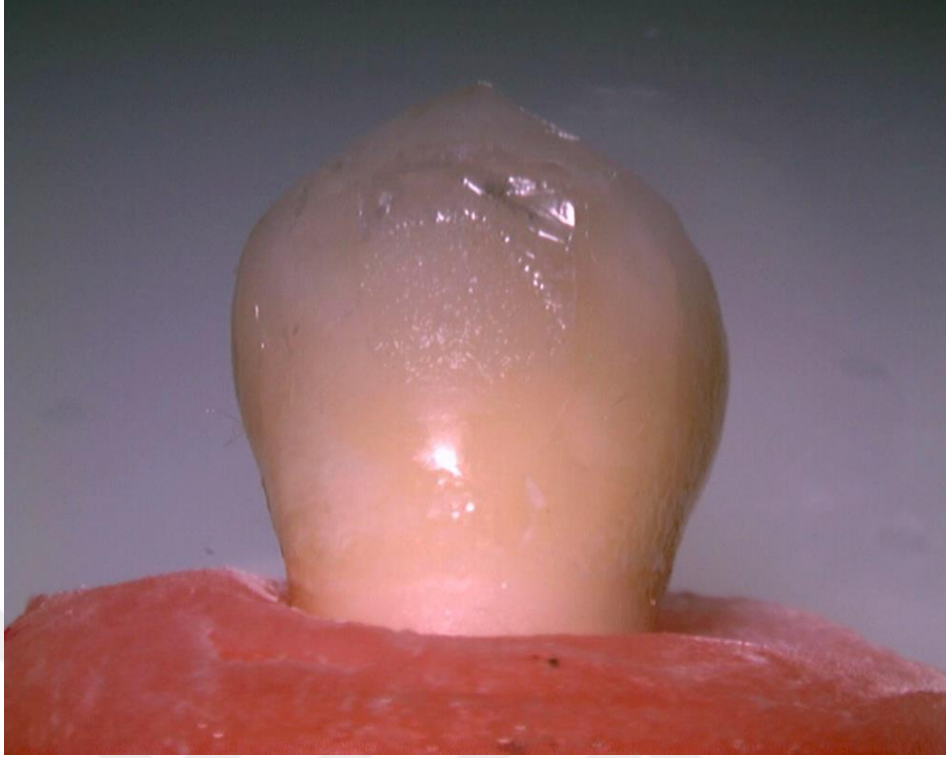
Şekil 3-45: ARI skoru 4 olan dişte braket kaidesi görüntüsü



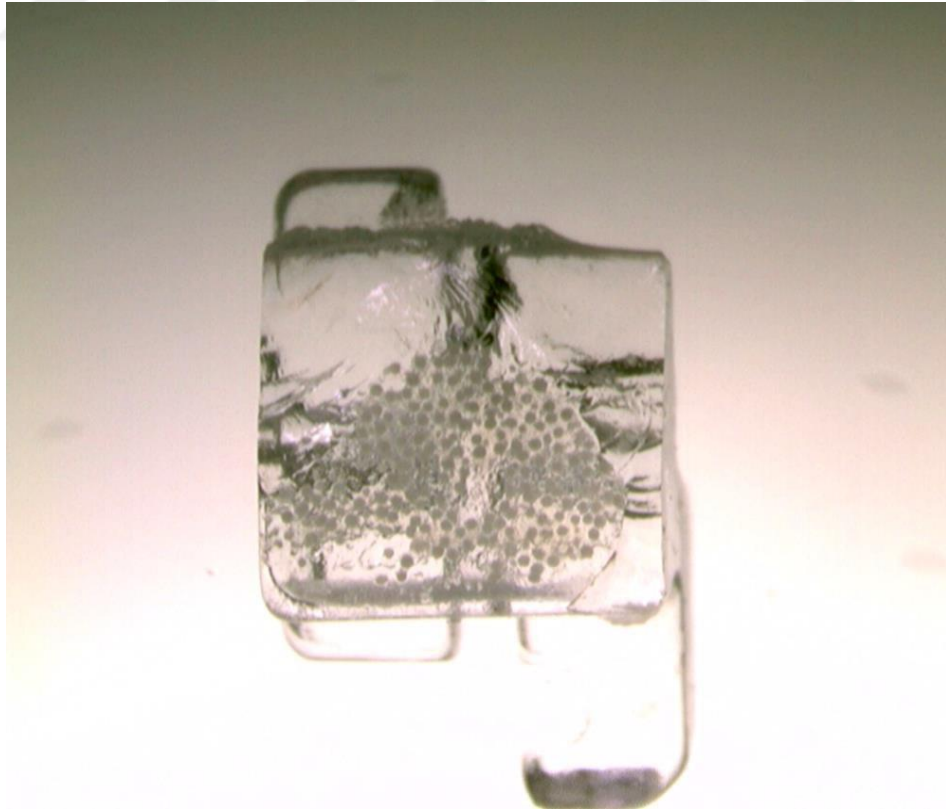
Şekil 3-46: ARI skoru 4 olan dişte mine kırığı braket kaidesindeki görüntüsü



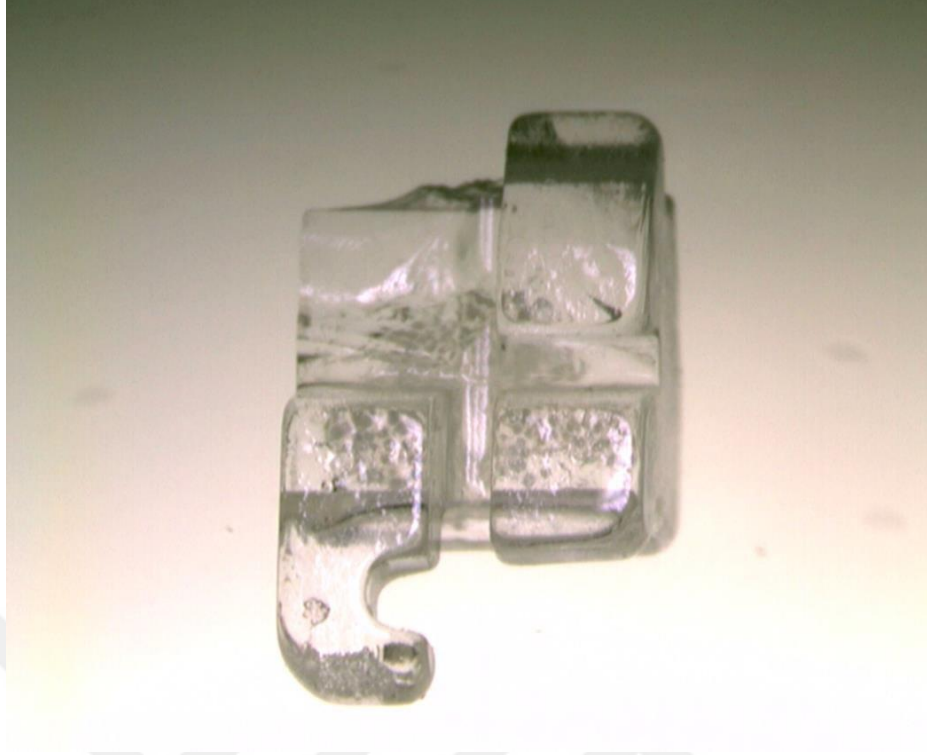
Şekil 3-47: ARI skoru 4 olan dişte mine kırığı braket kaidesindeki görüntüsü



Şekil 3-48: ARI skoru 5 olan diş yüzeyi görüntüsü



Şekil 3-49: ARI skoru 5 olan dişte kırılan braket kaidesi görüntüsü



Şekil 3-50: ARI skoru 5 olan dişte kırılan braket kaidesi görüntüsü



Şekil 3-51: ARI skoru 5 olan dişte kırılan braket kaidesi görüntüsü

3.2.8. Deneyler Sonrasında Farklı Solüsyonlara Maruz Kalan Mine Yüzeylerinin ve Braket Kaidesinin Taramalı Elektron Mikroskobu (Scanning Electron Microscope=SEM) Altında İncelenmesi

Çalışmamızda kullanılan seramik premolar braketi ve deneyler süresince farklı solüsyonlara maruz kalan her bir gruptan ve kontrol grubundan ARI skoru 2 veya 3 olan örneklerden birer örnek alınarak Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu/Marmara Araştırma Merkezi'nde (TÜBİTAK/MAM) bulunan taramalı elektron mikroskobu (SEM) altında yüzey incelemesi yapılmıştır (Şekil 3.55). Akriliğe gömülü halde bekletilen her bir gruptan alınan örnekler taramalı elektron mikroskobu altında incelenmeden önce, Yeditepe Üniversitesi Sert Doku Laboratuvarı'nda bulunan hassas kesme cihazı (Şekil 3.52) ile mine-sement sınırından kesilerek sadece kuronları inceleme altına alınmıştır (Şekil 3.53) (Şekil 3.54). Örnekler; Quorum Technologies SC7640 Sputter Coater Au/Pd: Altın/Paladyum kaplama cihazı ile kaplanarak, sonrasında JEOL JSM 6510-LV marka/model SEM cihazı ile $\times 40$, $\times 100$, $\times 500$ ve $\times 1000$ büyütmedeki görüntüler fotoğraflanmıştır.

Silverstone ve ark.'nın yaptıkları çalışmada, pürüzlendirme işlemi sonrasında SEM altında incelenen mine yüzeyinin görüntüsü şu şekilde sınıflandırılmıştır (Silverstone ve ark. 1975):

Tip 1: Mine prizmalarının ortasının erimesi sonucu izlenen bal peteği görüntüsü

Tip 2: Mine prizmalarının çeperlerinin erimesi sonucu izlenen çakıltaşı görüntüsü

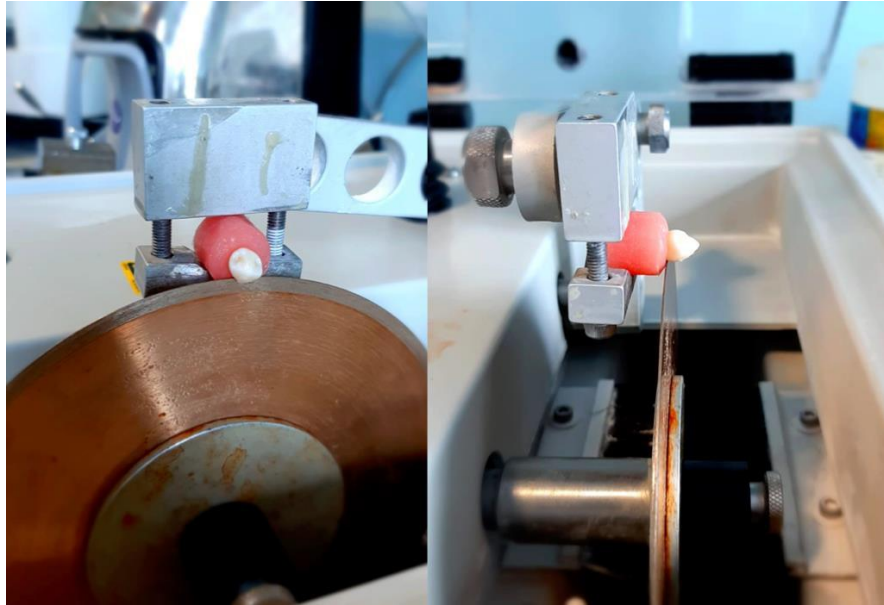
Tip 3: Tip 1 ve Tip 2'nin birlikte görülmesi

Tip 4: Mine yüzeyinin haritaya benzer ve ağısı görüntüsü

Tip 5: Düz ve pürüzsüz yüzey görüntüsü



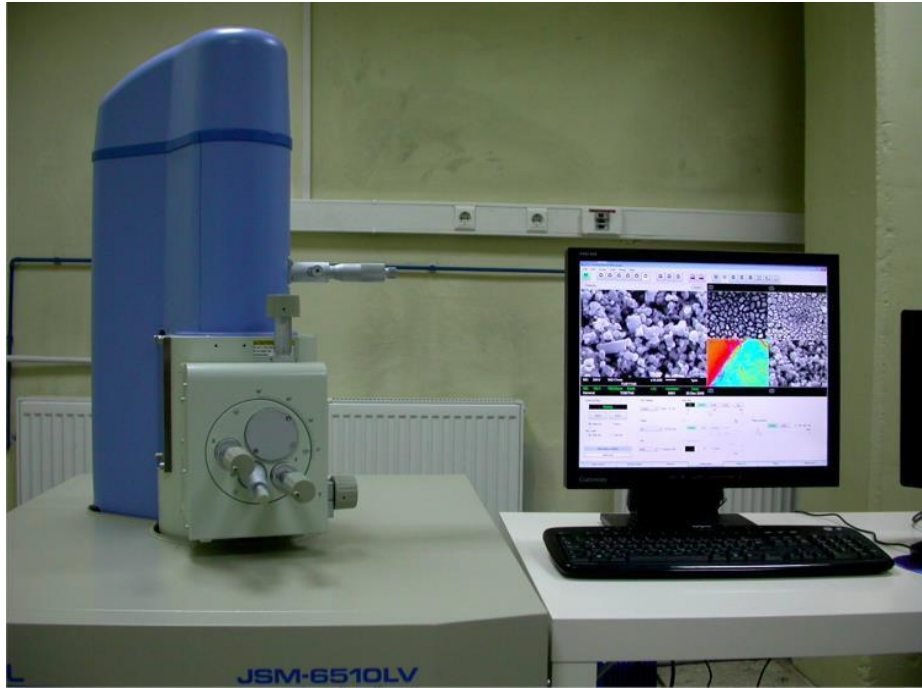
Şekil 3-52: Dişlerin kuronlarını ayırmak için kullanılan hassas kesme cihazı



Şekil 3-53: Hassas kesme cihazında örneklerin SEM incelemesi için hazırlanması



Şekil 3-54: SEM incelemesi için hazırlanan örnekler



Şekil 3-55: Çalışmada kullanılan SEM cihazı



Şekil 3-56: Örneklerin SEM incelemesi için hazırlanmasını sağlayan altın/paladyum kaplama cihazı

3.3. İstatistiksel Değerlendirme

Bu çalışmada, veriler SPSS 25.0 (Statistical Packages of Social Sciences) bilgisayar programı kullanılarak analiz edilmiştir. Açıklayıcı istatistikler sürekli değişkenler için ortalama $\pm$ standart sapma, medyan, minimum ve maksimum değer şeklinde gösterilmiştir. Verilerin normal dağılıma uygunluğu Kolmogorov-Smirnov testi ile ve varyansların homojenliği varsayımı Levene testi ile değerlendirilmiştir.

Bağımsız iki grubun normal dağılıma uyan verilerinin karşılaştırılmasında, iki bağımsız örneklem t testi; normal dağılıma uymayan verilerinin karşılaştırılmasında ise Mann-Whitney U testi kullanılmıştır.

İkiden fazla bağımsız grubun normal dağılıma uyan ve varyansların homojenliği varsayımı sağladığı değişkenlerin karşılaştırılmasında ANOVA testi, istatistiksel olarak anlamlı bulunan değişkenlerin kontrol grubu ile karşılaştırılmasında post-hoc testi olarak çift taraflı Dunnett t testi kullanılmıştır.

Normal dağılıma uyan ancak varyansların homojenliği varsayımına uymayan değişkenlerin karşılaştırılmasında Welch ANOVA testi, istatistiksel anlamlı bulunan sonuçların gruplar arası ikili karşılaştırılması Dunnett T3 testi ile yapılmıştır. İkiden fazla bağımsız gruplar arasında normal dağılıma uymayan ölçümlerin karşılaştırılmasında Kruskal-Wallis testi kullanılmış olup, istatistiksel olarak anlamlı bulunan değişkenlerin ikili grup karşılaştırılması Mann-Whitney U testi ile yapılmış ve p değerlerine Bonferroni düzeltmesi yapılmıştır. $p < 0,05$ olması durumunda aradaki fark istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir.

4. BULGULAR

Çalışmamızda; sıyırma testleri, örneklere klinikte debonding işlemini taklit edecek şekilde hiç bir işlem yapılmadan, 5 farklı kimyasal solüsyonda ve farklı 2 sürede olmak üzere bekletilerek uygulanmıştır.

4.1. Sıyırma Testi ile İlgili Bulgular

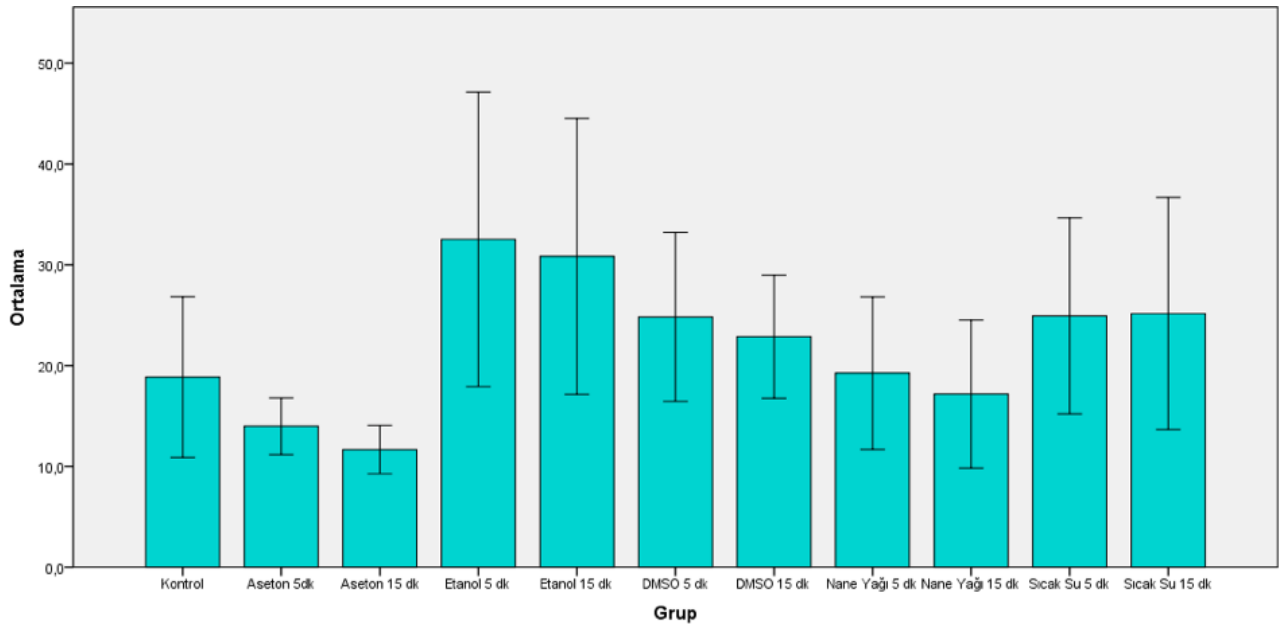
4.1.1. Kontrol Grubunun Kopma Değerlerinin Tüm Gruplarla Tek Tek Karşılaştırılması

Gruplar arası ölçümlerin ortalaması arasında istatistiksel olarak anlamlı fark vardır ($p<0,05$) (Tablo 4.1).

Kontrol grubu ile diğer gruplar arası ikili karşılaştırmalar ‘Dunnett t testi (çift taraflı)’ ile değerlendirilmiştir.

Aseton 5 dakika ve aseton 15 dakika grubunun kopma değerlerinin ortalaması, diğer tüm gruplara göre daha düşüktür (Şekil 4.1).

Kontrol grubu ile aseton 15 dakika, etanol 5 dakika, etanol 15 dakika, DMSO 5 dakika, sıcak su 5 dakika ve sıcak su 15 dakika grupları arasında ölçüm ortalamaları arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlıdır ($p<0,05$) (Tablo 4.2).



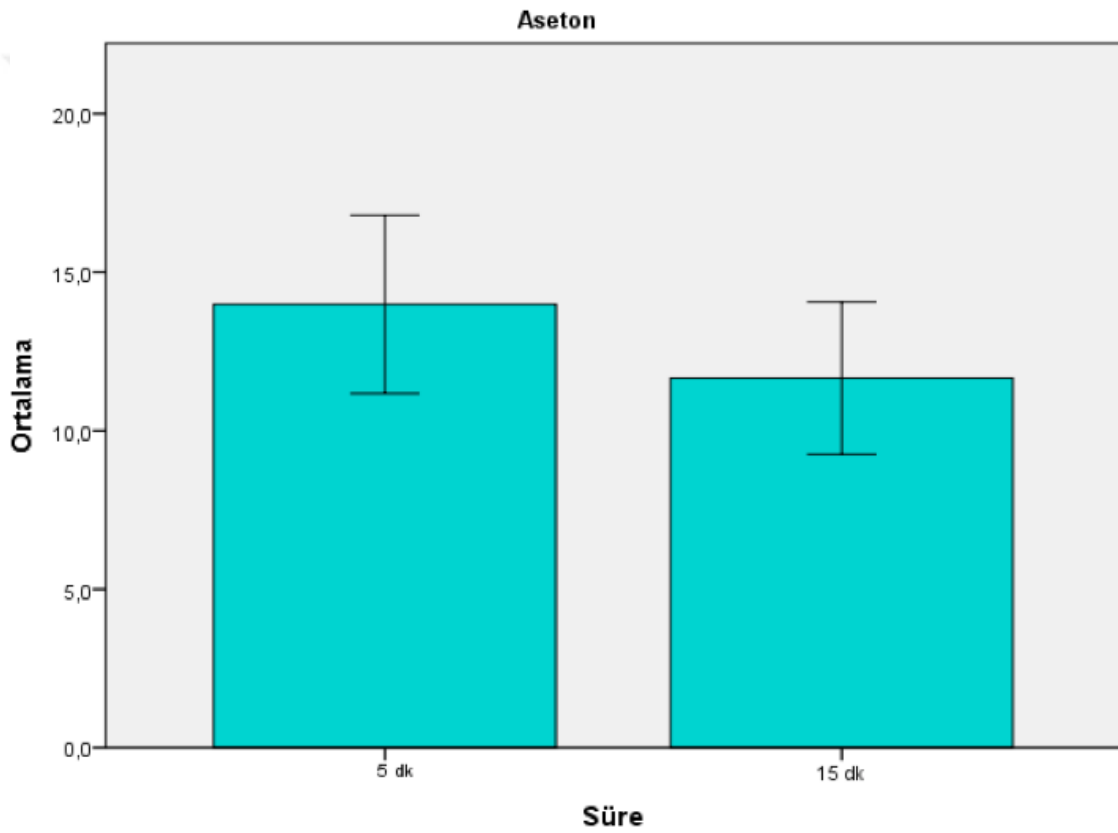
Şekil 4-1: Tüm grupların kopma değerlerinin ortalamaları

4.1.2. Aynı Solüsyonda Kısa (5 Dakika) ve Uzun Süreli (15 Dakika) Bekletilen Örneklerin Kopma Değerlerinin Karşılaştırılması

4.1.2.1. Aseton 5 Dakika ve 15 Dakika Gruplarının Karşılaştırılması

Aseton 5 dk grubunun kopma değerlerinin ortalaması, aseton 15 dk grubununkisine göre daha yüksektir (Şekil 4.2).

Aseton 5 dakika ve aseton 15 dakika gruplarının kopma değerlerinin ortalaması arasında istatistiksel olarak anlamlı fark vardır ($p<0,05$) (Tablo 4.3).

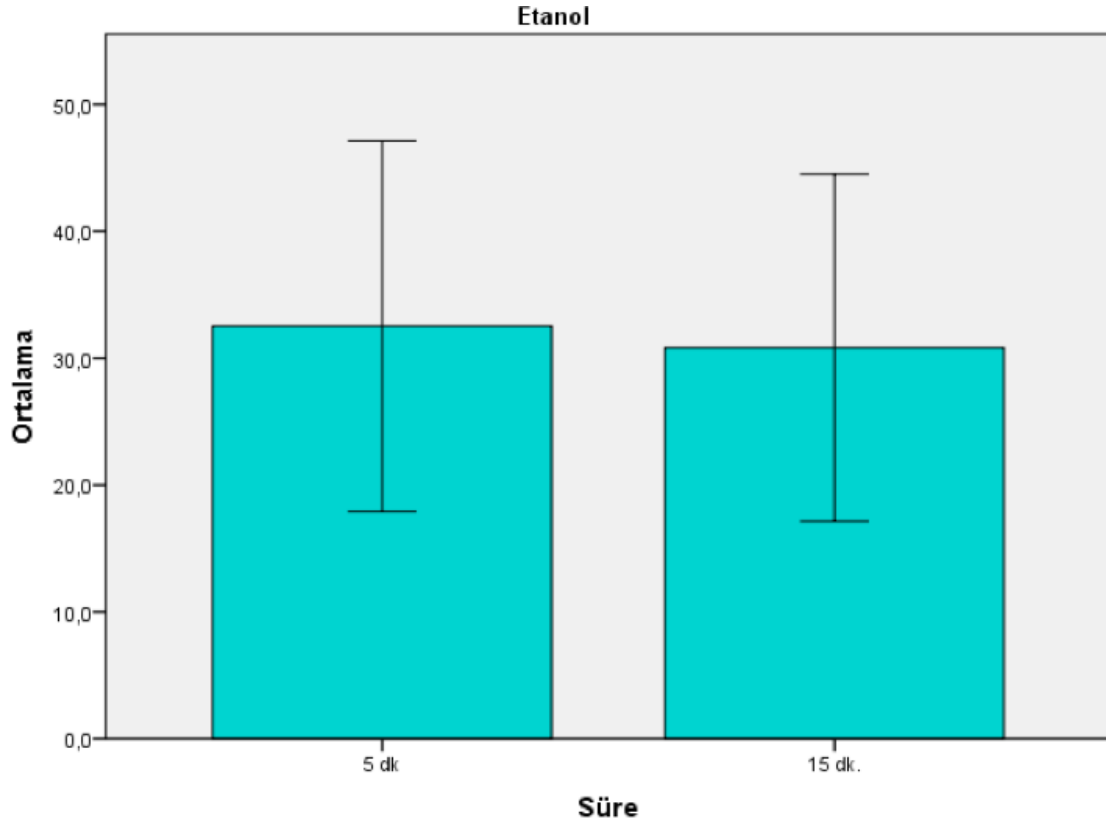


Şekil 4-2: Aseton 5 dakika ve 15 dakika gruplarının kopma değerlerinin ortalamaları

4.1.2.2. Etanol 5 Dakika ve 15 Dakika Gruplarının Karşılaştırılması

Etanol 5 dakika grubunun kopma değerlerinin ortalaması, etanol 15 dakika grubununkisine göre daha yüksektir (Şekil 4.3).

Etanol 5 dakika ve etanol 15 dakika grubunun kopma değerlerinin ortalaması arasında istatistiksel olarak anlamlı fark yoktur ($p>0,05$) (Tablo 4.4).

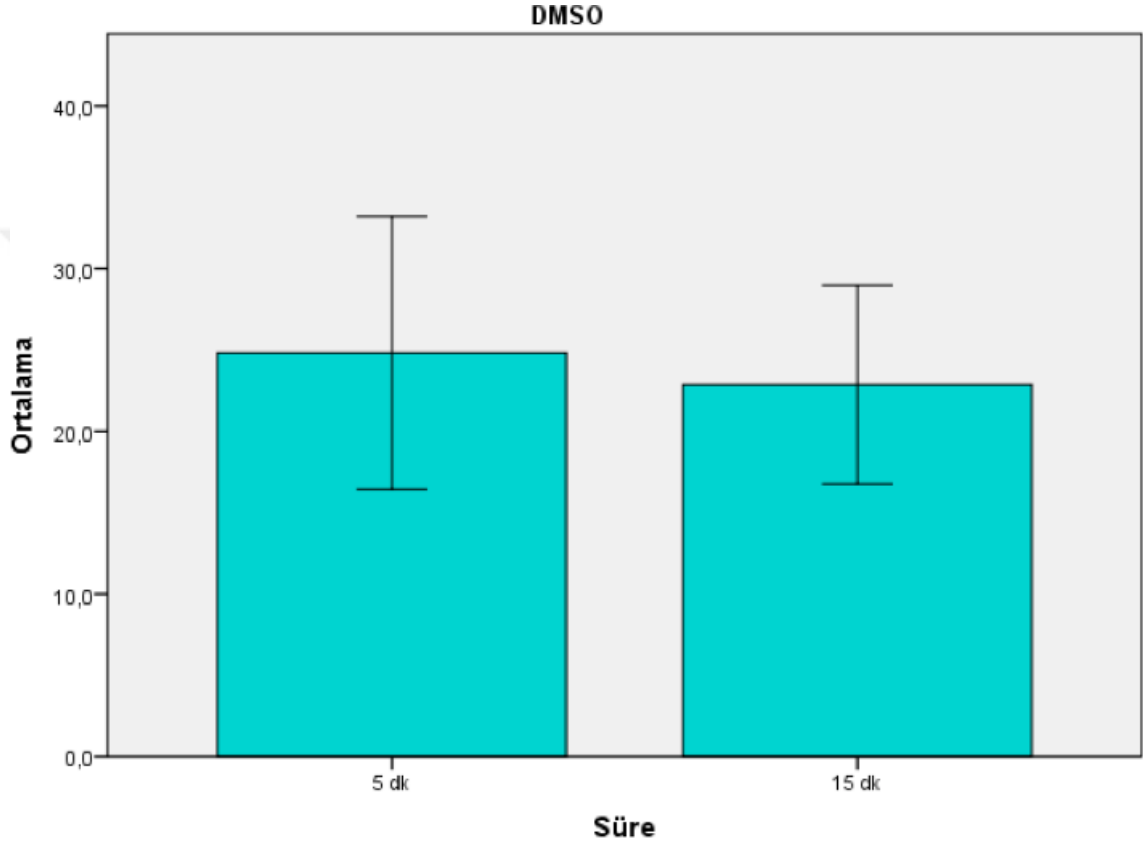


Şekil 4-3: Etanol 5 dakika ve 15 dakika gruplarının kopma değerlerinin ortalamaları

4.1.2.3. DMSO 5 Dakika ve 15 Dakika Gruplarının Karşılaştırılması

DMSO 5 dakika grubunun kopma değerlerinin ortalaması, DMSO 15 dakika grubununkisine göre daha yüksektir (Şekil 4.4).

DMSO 5 dakika ve 15 dakika grubunun kopma değerlerinin ortalaması arasında istatistiksel olarak anlamlı fark yoktur ($p>0,05$) (Tablo 4.5).

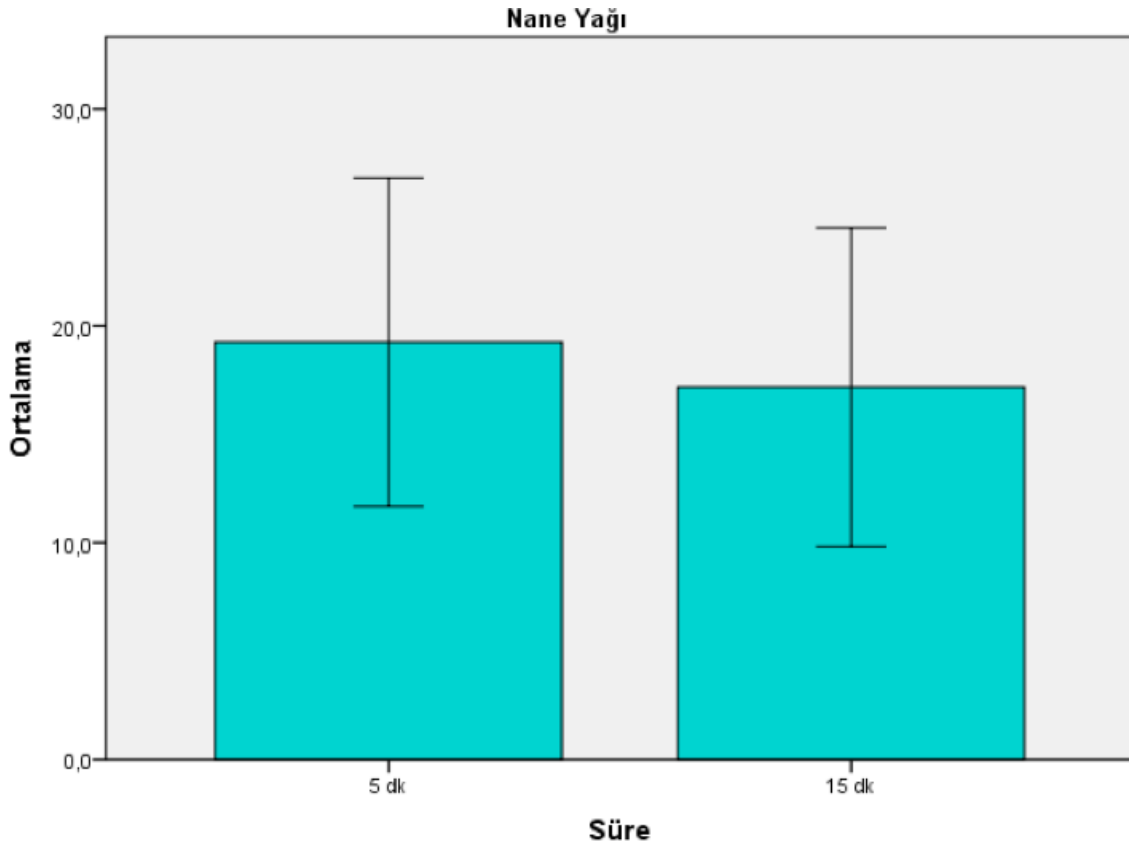


Şekil 4-4: DMSO 5 dakika ve 15 dakika gruplarının kopma değerlerinin ortalamaları

4.1.2.4. Nane Yağı 5 Dakika ve 15 Dakika Gruplarının Karşılaştırılması

Nane yağı 5 dakika grubunun kopma değerlerinin ortalaması, nane yağı 15 dakika grubununkisine göre daha yüksektir (Şekil 4.5).

Nane yağı 5 dakika ve 15 dakika grubunun kopma değerlerinin ortalaması arasında istatistiksel olarak anlamlı fark yoktur ($p>0,05$) (Tablo 4.6).

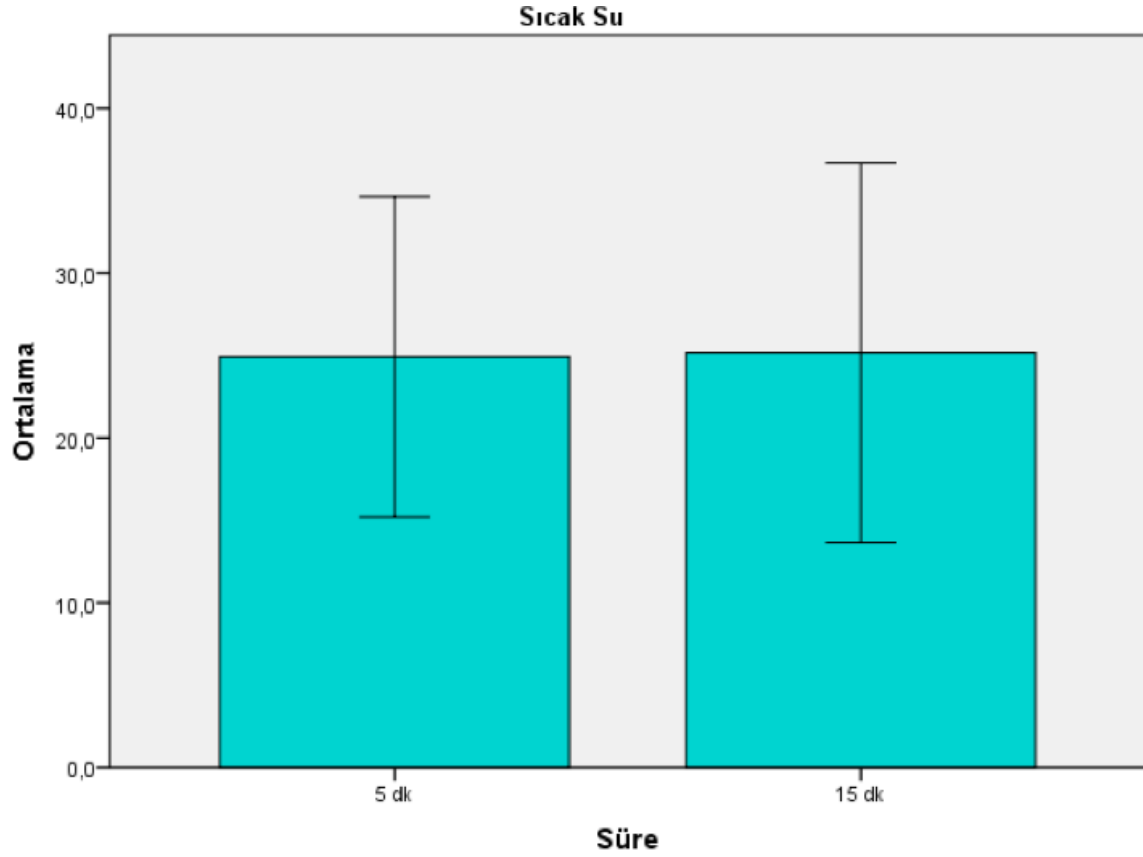


Şekil 4-5: Nane yağı 5 dakika ve 15 dakika gruplarının kopma değerlerinin ortalamaları

4.1.2.5. Sıcak Su 5 Dakika ve 15 Dakika Gruplarının Karşılaştırılması

Sıcak su 5 dakika grubunun kopma değerlerinin ortalaması, sıcak su 15 dakika grubununkisine göre daha yüksektir (Şekil 4.6).

Sıcak su 5 dakika ve 15 dakika grubunun kopma değerlerinin ortalaması arasında istatistiksel olarak anlamlı fark yoktur ($p>0,05$) (Tablo 4.7).



Şekil 4-6: Sıcak su 5 dakika ve 15 dakika gruplarının kopma değerlerinin ortalamaları

4.1.3. Farklı Solüsyonlarda Aynı Süre Boyunca Bekletilen Grupların Kopma Değerlerinin Kendi İçinde Karşılaştırılması

4.1.3.1. 5 Dakika Gruplarının Kopma Değerlerinin Kendi İçinde Karşılaştırılması

5 dakika grupları arası ölçümlerin ortalaması arasında istatistiksel olarak anlamlı fark vardır ($p<0,05$) (Tablo 4.8).

5 dakika grupları arası ikili karşılaştırmalar Dunnett T3 testi ile değerlendirilmiştir.

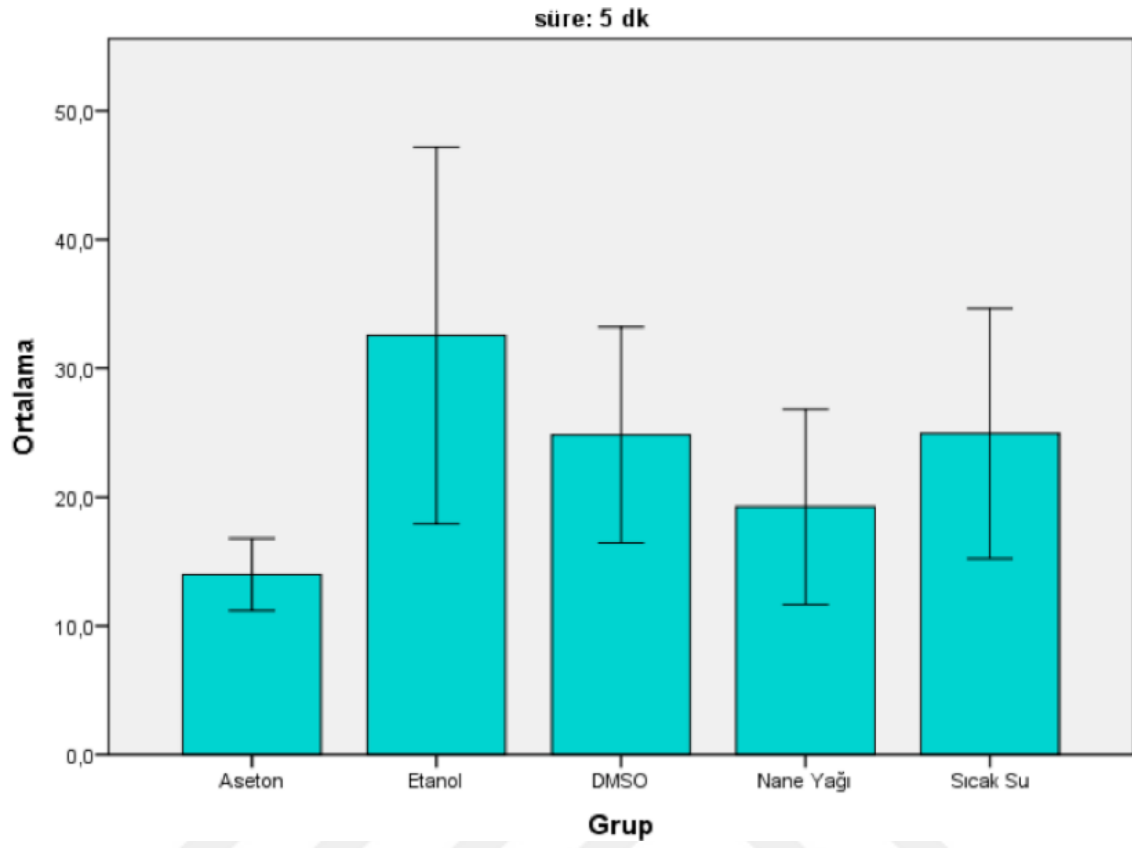
Aseton 5 dakika grubu ile diğer tüm 5 dakika gruplarının ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark vardır ($p<0,05$) (Tablo 4.9). Aseton 5 dakika grubunun ortalaması diğer 5 dakika gruplarına göre daha düşüktür (Şekil 4.7).

Etanol 5 dakika grubu ile sıcak su 5 dakika grubu dışında diğer tüm 5 dakika gruplarının ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark vardır ($p<0,05$) (Tablo 4.9). Etanol 5 dakika grubunun ortalaması diğer 5 dakika gruplarına göre daha fazladır (Şekil 4.7)

DMSO 5 dakika grubu ile, sıcak su 5 dakika grubu dışında, diğer tüm 5 dakika gruplarının ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark vardır ($p<0,05$) (Tablo 4.9). DMSO 5 dakika grubunun ortalaması aynı süreli aseton ve nane yağı gruplarına göre daha fazladır (Şekil 4.7). DMSO 5 dakika grubunun ortalaması aynı süreli etanol grubuna göre daha düşüktür (Şekil 4.7).

Nane yağı 5 dakika grubu ile diğer tüm 5 dakika gruplarının ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark vardır ($p<0,05$) (Tablo 4.9). Nane yağı 5 dakika grubunun ortalaması aynı süreli aseton grubuna göre daha fazladır (Şekil 4.7). Nane yağı 5 dakika grubunun ortalaması aynı süreli etanol, DMSO ve sıcak su gruplarına göre daha düşüktür (Şekil 4.7).

Sıcak su 5 dakika grubu ile aynı süreli etanol ve DMSO grubu dışında diğer grupların ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark vardır ($p<0,05$) (Tablo 4.9). Sıcak su 5 dakika grubunun ortalaması aynı süreli aseton ve nane yağı gruplarına göre daha fazladır (Şekil 4.7).



Şekil 4-7: Tüm 5 dakika gruplarının kopma değerlerinin ortalamaları

4.1.3.2. 15 Dakika Gruplarının Kopma Değerlerinin Kendi İçinde Karşılaştırılması

15 dakika grupları arası ölçümlerin ortalaması arasında istatistiksel olarak anlamlı fark vardır ($p<0,05$) (Tablo 4.10).

Gruplar arası ikili karşılaştırmalar Dunnett T3 testi ile değerlendirilmiştir.

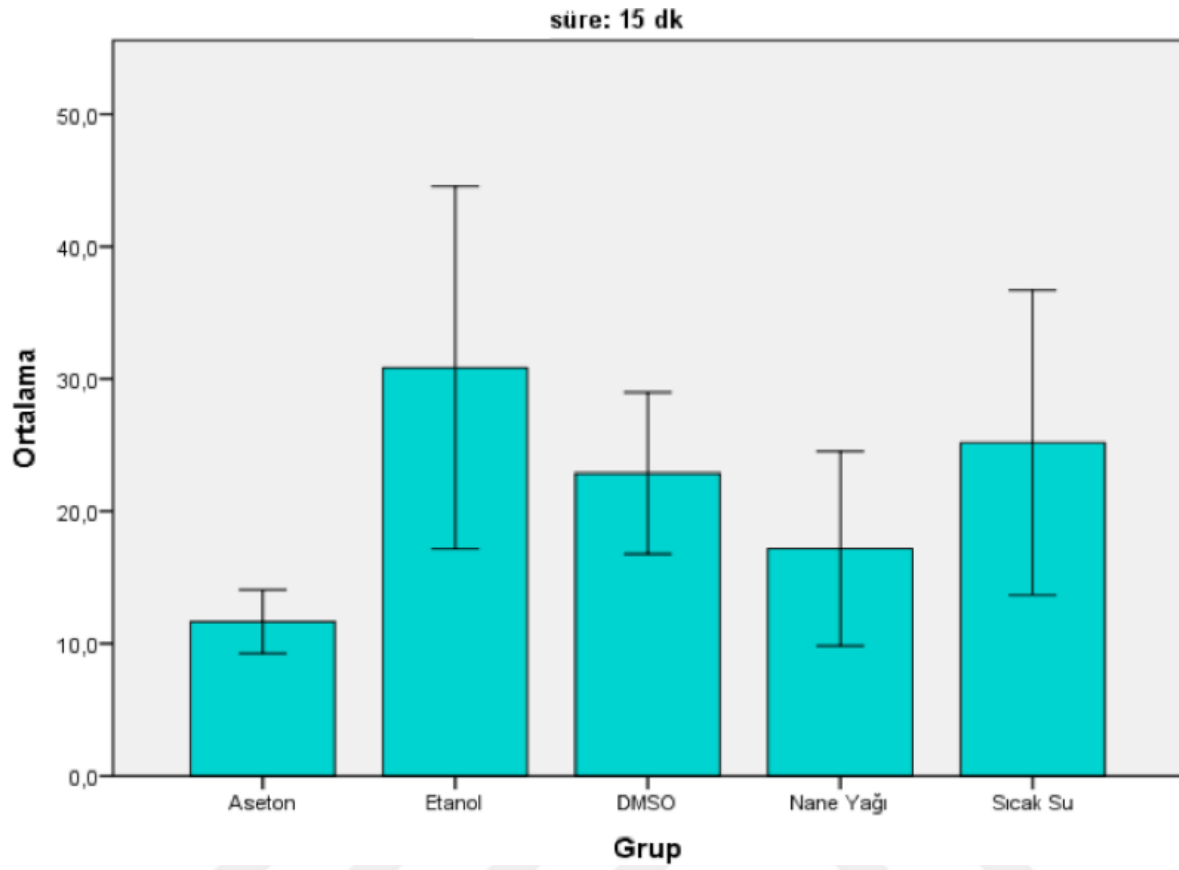
Aseton 15 dakika grubu ile diğer tüm 15 dakika gruplarının ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark vardır ($p<0,05$) (Tablo 4.11). Aseton 15 dakika grubunun ortalaması, diğer 15 dakika gruplarına göre daha düşüktür (Şekil 4.8).

Etanol 15 dakika grubu ile, sıcak su 15 dakika grubu dışında, diğer tüm 15 dakika gruplarının ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark vardır ($p<0,05$) (Tablo 4.11). Etanol 15 dakika grubunun ortalaması, diğer 15 dakika gruplarına göre daha fazladır (Şekil 4.8).

DMSO 15 dakika grubu ile sıcak su 15 dakika grubu dışında diğer tüm 15 dakika gruplarının ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark vardır ($p<0,05$) (Tablo 4.11). DMSO 15 dakika grubunun ortalaması aynı süreli aseton ve nane yağı gruplarına göre daha fazladır (Şekil 4.8). DMSO 15 dakika grubunun ortalaması, aynı süreli etanol grubuna göre daha düşüktür (Şekil 4.8).

Nane yağı 15 dakika grubu ile diğer tüm 15 dakika gruplarının ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark vardır ($p<0,05$) (Tablo 4.11). Nane yağı 15 dakika grubunun ortalaması aynı süreli aseton grubuna göre daha fazladır (Şekil 4.8). Nane yağı 15 dakika grubunun ortalaması; aynı süreli etanol, DMSO ve sıcak su gruplarına göre daha düşüktür (Şekil 4.8).

Sıcak su 15 dakika grubu ile aynı süreli etanol ve DMSO grupları dışında diğer tüm 15 dakika gruplarının ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark vardır ($p<0,05$) (Tablo 4.11). Sıcak su 15 dakika grubunun ortalaması, aynı süreli aseton ve nane yağı gruplarına göre daha fazladır (Şekil 4.8).

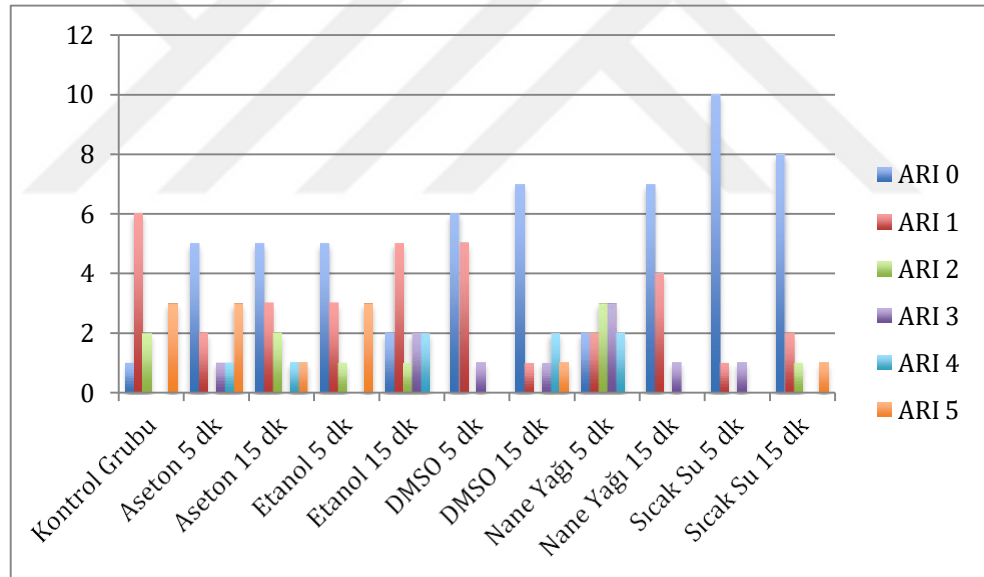


Şekil 4-8: Tüm 15 dakika gruplarının kopma değerlerinin ortalamaları

4.2. ARI Skorları İçin İstatistikler

4.2.1. Deney Gruplarındaki Örneklerin ARI Skorlarına Göre Sayısal ve Yüzdesel Olarak Dağılımı

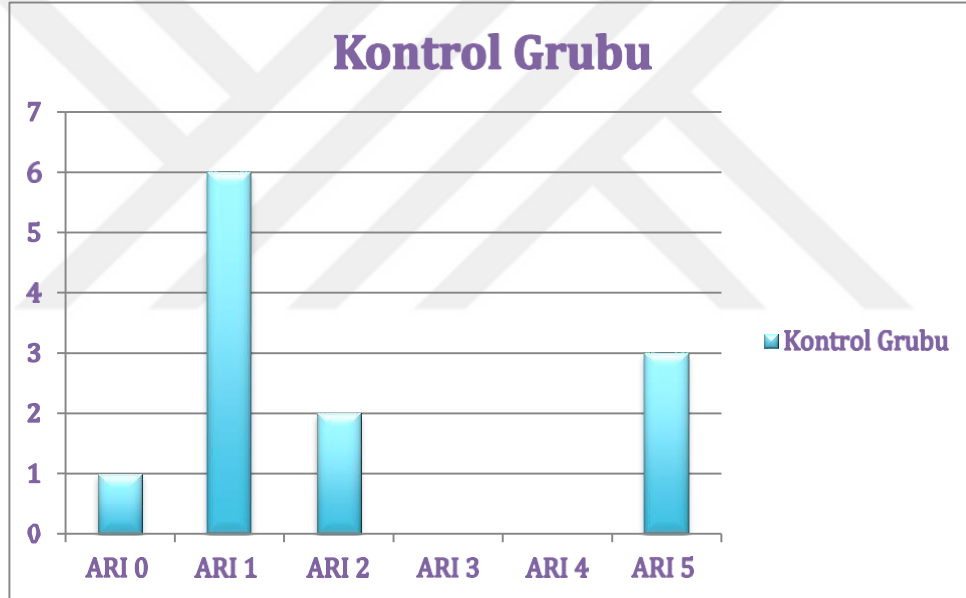
Kopma bölgeleri incelendiğinde örneklerin %44'ünde mine yüzeyinde hiç yapıştırıcı kalmadığı (ARI skoru 0), %25,8'inde mine yüzeyinde %50'den az yapıştırıcı kaldığı (ARI skoru 1), %7,6'sında mine yüzeyinde %50'den fazla yapıştırıcı kaldığı (ARI skoru 2) %7,6'sında tüm yapıştırıcının mine yüzeyinde kaldığı (ARI skoru 3), %6'sında mine kırığı (ARI skoru 4) ve %9'unda ise braket kırığı olduğu (ARI skoru 5) görülmüştür (Tablo 4.12). Tüm örnekler incelendiğinde kopmaların daha çok mine ile yapıştırıcı arayüzünde görüldüğü yani çoğunlukla adeziv kırılma olduğu izlenmiştir (Şekil 4.9).



Şekil 4-9: Tüm gruplardaki örneklerin ARI skor değerlerine göre dağılımı

4.2.1.1. Kontrol Grubundaki Örneklerin ARI Skorlarına Göre Sayısal ve Yüzdesel Olarak Dağılımı

Kontrol grubunun kopma bölgelerine bakıldığında örneklerin %8,3'ünde mine yüzeyinde hiç yapıştırıcı kalmadığı (ARI skoru 0), %50'sinde mine yüzeyinde %50'den az yapıştırıcı kaldığı (ARI skoru 1), %16,7'sinde mine yüzeyinde %50'den fazla yapıştırıcı kaldığı (ARI skoru 2) ve %25'inde ise braket kırığı olduğu (ARI skoru 5) görülmüştür (Tablo 4.13). Bu grupta kopmaların daha çok mine ile yapıştırıcı arayüzünde görüldüğü yani çoğunlukla adeziv kırılma olduğu izlenmiştir ancak mine kırığına (ARI skoru 4) rastlanmamıştır (Şekil 4.10).



Şekil 4-10: Kontrol grubundaki örneklerin ARI skorlarına göre dağılımı

4.2.1.2. Aseton 5 Dakika Grubundaki Örneklerin ARI Skorlarına Göre Sayısal ve Yüzdesel Olarak Dağılımı

Aseton 5 dakika grubunun kopma bölgelerine bakıldığında örneklerin %41,7'sinde mine yüzeyinde hiç yapıştırıcı kalmadığı (ARI skoru 0), %16,7'sinde mine yüzeyinde %50'den az yapıştırıcı kaldığı (ARI skoru 1), %8,3'ünde tüm yapıştırıcının mine yüzeyinde kaldığı (ARI skoru 3) ve %25'inde ise braket kırığı olduğu (ARI skoru 5) görülmüştür (Tablo 4.14). Örneklerin %8,3'ünde mine kırığı (ARI skoru 4) izlenmiştir. Bu grupta kopmaların daha çok mine ile yapıştırıcı arayüzünde görüldüğü yani çoğunlukla adeziv kırılma olduğu söylenebilir (Şekil 4.11).



Şekil 4-11: Aseton 5 dakika grubundaki örneklerin ARI skorlarına göre dağılımı

4.2.1.3. Aseton 15 Dakika Grubundaki Örneklerin ARI Skorlarına Göre Sayısal ve Yüzdesel Olarak Dağılımı

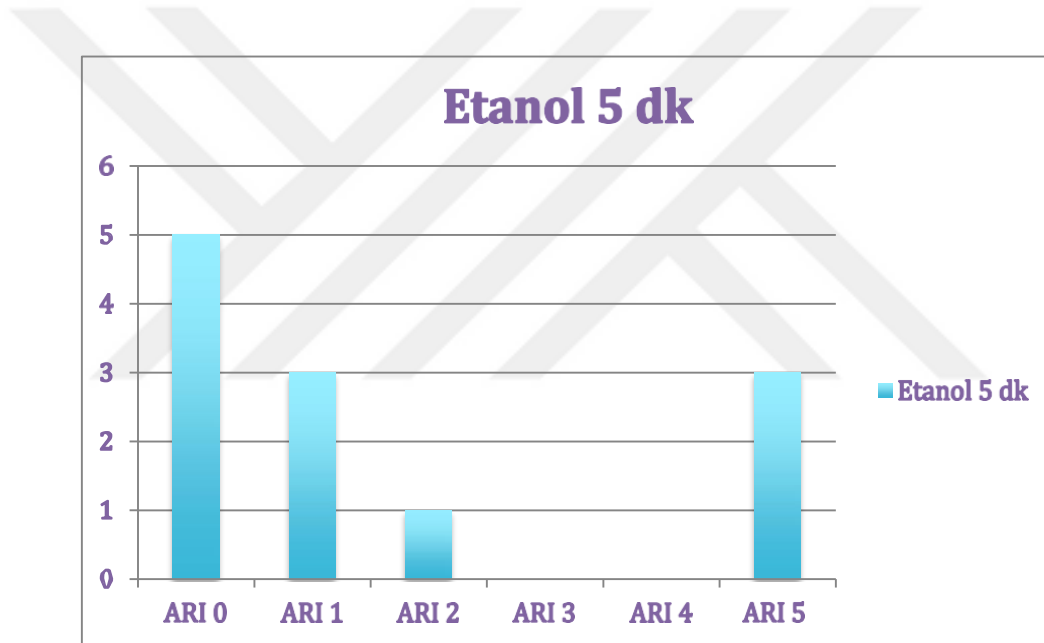
Aseton 15 dakika grubunun kopma bölgelerine bakıldığında örneklerin %41,7'sinde mine yüzeyinde hiç yapıştırıcı kalmadığı (ARI skoru 0), %25'inde mine yüzeyinde %50'den az yapıştırıcı kaldığı (ARI skoru 1), %16,7'sinde mine yüzeyinde %50'den fazla yapıştırıcı kaldığı (ARI skoru 2) ve %8,3'ünde ise braket kırığı olduğu (ARI skoru 5) görülmüştür. Örneklerin %8,3'ünde mine kırığı (ARI skoru 4) izlenmiştir (Tablo 4.15). Bu grupta kopmaların daha çok mine ile yapıştırıcı arayüzünde görüldüğü yani çoğunlukla adeziv kırılma olduğu söylenebilir (Şekil 4.12).



Şekil 4-12: Aseton 15 dakika grubundaki örneklerin ARI skorlarına göre dağılımı

4.2.1.4. Etanol 5 Dakika Grubundaki Örneklerin ARI Skorlarına Göre Sayısal ve Yüzdesel Olarak Dağılımı

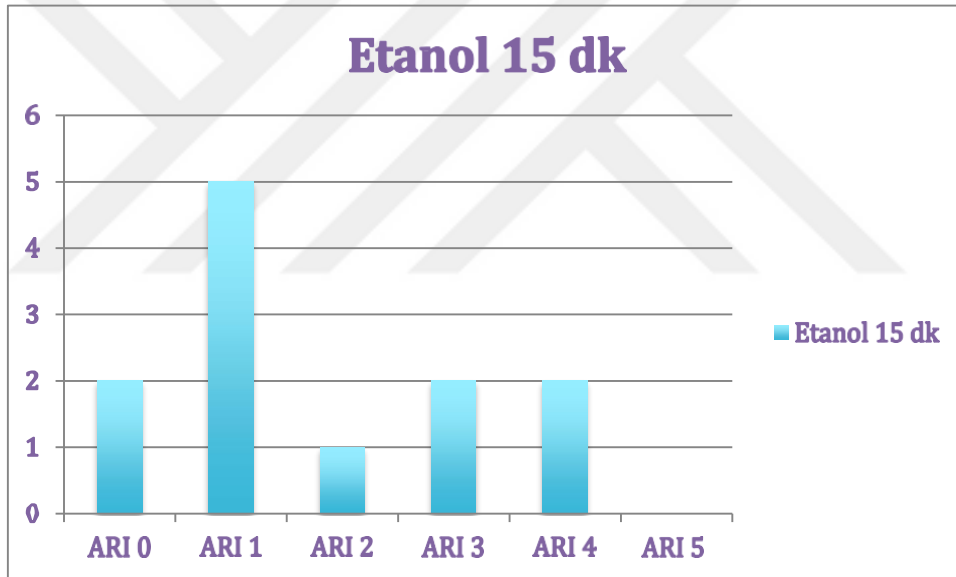
Etanol 5 dakika grubunun kopma bölgelerine bakıldığında örneklerin %41,7'sinde mine yüzeyinde hiç yapıştırıcı kalmadığı (ARI skoru 0), %25'inde mine yüzeyinde %50'den az yapıştırıcı kaldığı (ARI skoru 1), %8,3'ünde mine yüzeyinde %50'den fazla yapıştırıcı kaldığı (ARI skoru 2) ve %25'inde ise braket kırığı olduğu (ARI skoru 5) görülmüştür (Tablo 4.16). Bu grupta kopmaların daha çok mine ile yapıştırıcı arayüzünde görüldüğü yani çoğunlukla adeziv kırılma olduğu izlenmiştir (Şekil 4.13) ancak mine kırığına (ARI skoru 4) rastlanmamıştır (Tablo 4.16).



Şekil 4-13: Etanol 5 dakika grubundaki örneklerin ARI skorlarına göre dağılımı

4.2.1.5. Etanol 15 Dakika Grubundaki Örneklerin ARI Skorlarına Göre Sayısal ve Yüzdesel Olarak Dağılımı

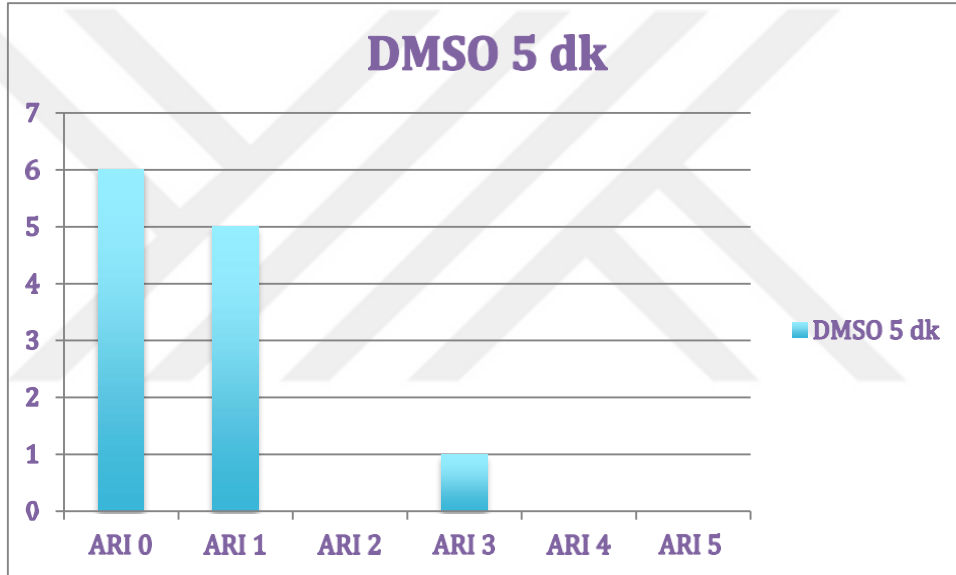
Etanol 15 dakika grubunun kopma bölgelerine bakıldığında örneklerin %16,7'sinde mine yüzeyinde hiç yapıştırıcı kalmadığı (ARI skoru 0), %41,7'sinde mine yüzeyinde %50'den az yapıştırıcı kaldığı (ARI skoru 1), %8,2'sinde mine yüzeyinde %50'den fazla yapıştırıcı kaldığı (ARI skoru 2) ve %16,7'sinde tüm yapıştırıcının mine yüzeyinde kaldığı (ARI skoru 3) görülmüştür. Örneklerin %16,7'ünde mine kırığı (ARI skoru 4) izlenmiştir (Tablo 4.17). Bu grupta kopmaların daha çok mine ile yapıştırıcı arayüzünde görüldüğü yani çoğunlukla adeziv kırılma olduğu söylenebilir (Şekil 4.14). Braket kırığına (ARI skoru 5) ise rastlanmamıştır (Tablo 4.17).



Şekil 4-14: Etanol 15 dakika grubundaki örneklerin ARI skorlarına göre dağılımı

4.2.1.6. DMSO 5 Dakika Grubundaki Örneklerin ARI Skorlarına Göre Sayısal ve Yüzdesel Olarak Dağılımı

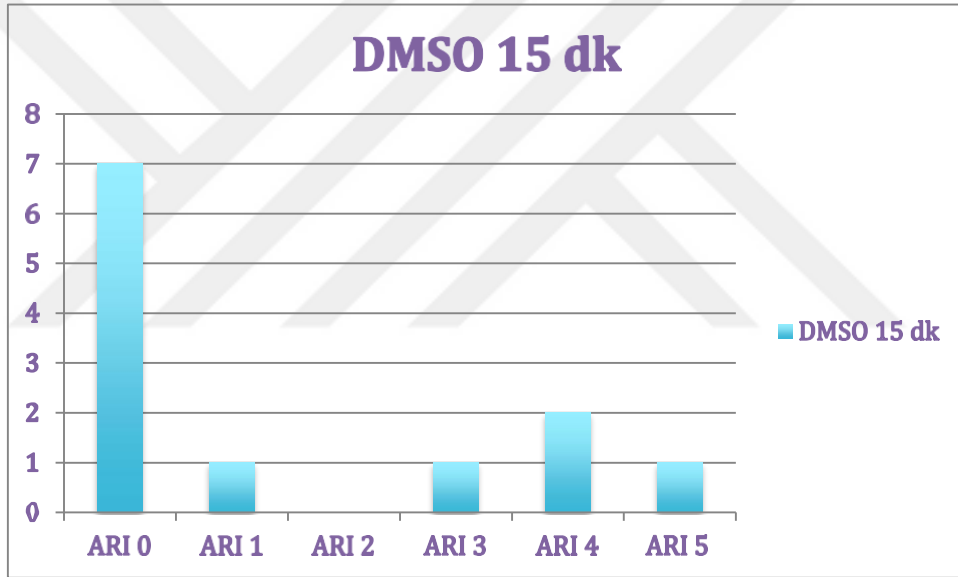
DMSO 5 dakika grubunun kopma bölgelerine bakıldığında örneklerin %50'sinde mine yüzeyinde hiç yapıştırıcı kalmadığı (ARI skoru 0), %41,7'sinde mine yüzeyinde %50'den az yapıştırıcı kaldığı (ARI skoru 1) ve %8,3'ünde tüm yapıştırıcının mine yüzeyinde kaldığı (ARI skoru 3) görülmüştür (Tablo 4.18). Bu grupta kopmaların daha çok mine ile yapıştırıcı arayüzünde görüldüğü yani çoğunlukla adeziv kırılma olduğu söylenebilir (Şekil 4.15) ancak mine kırığına (ARI skoru 4) ve braket kırığına (ARI skoru 5) rastlanmamıştır (Tablo 4.18).



Şekil 4-15: DMSO 5 dakika grubundaki örneklerin ARI skorlarına göre dağılımı

4.2.1.7. DMSO 15 Dakika Grubundaki Örneklerin ARI Skorlarına Göre Sayısal ve Yüzdesel Olarak Dağılımı

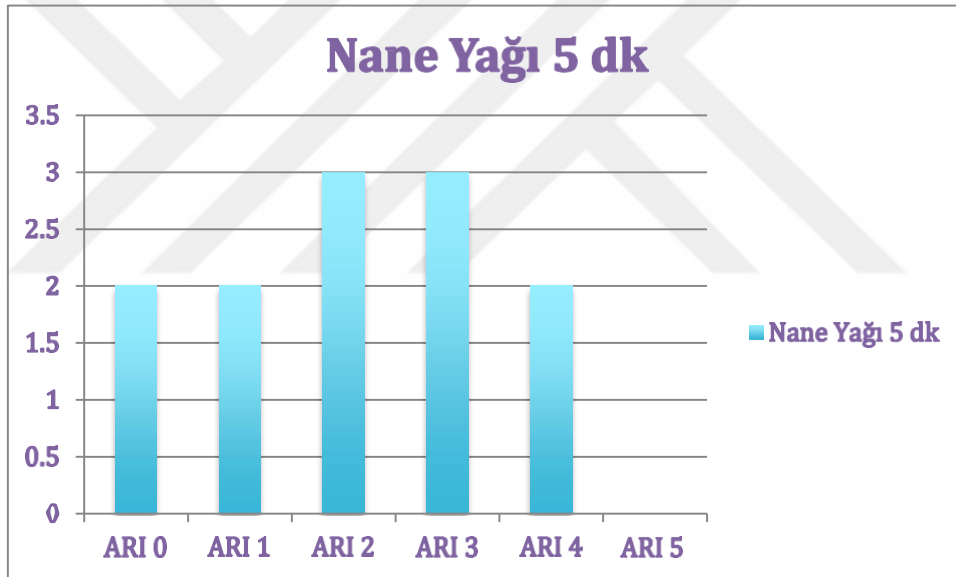
DMSO 15 dakika grubunun kopma bölgelerine bakıldığında örneklerin %58,4'ünde mine yüzeyinde hiç yapıştırıcı kalmadığı (ARI skoru 0), %8,3'ünde mine yüzeyinde %50'den az yapıştırıcı kaldığı (ARI skoru 1) ve %8,3'ünde tüm yapıştırıcının mine yüzeyinde kaldığı (ARI skoru 3) görülmüştür. Örneklerin %16,7'sinde mine kırığı (ARI skoru 4), %8,3'ünde ise braket kırığı olduğu (ARI skoru 5) izlenmiştir (Tablo 4.19). Bu grupta kopmaların daha çok mine ile yapıştırıcı arayüzünde görüldüğü yani çoğunlukla adeziv kırılma olduğu söylenebilir (Şekil 4.16).



Şekil 4-16: DMSO 15 dakika grubundaki örneklerin ARI skorlarına göre dağılımı

4.2.1.8. Nane Yağı 5 Dakika Grubundaki Örneklerin ARI Skorlarına Göre Sayısal ve Yüzdesel Olarak Dağılımı

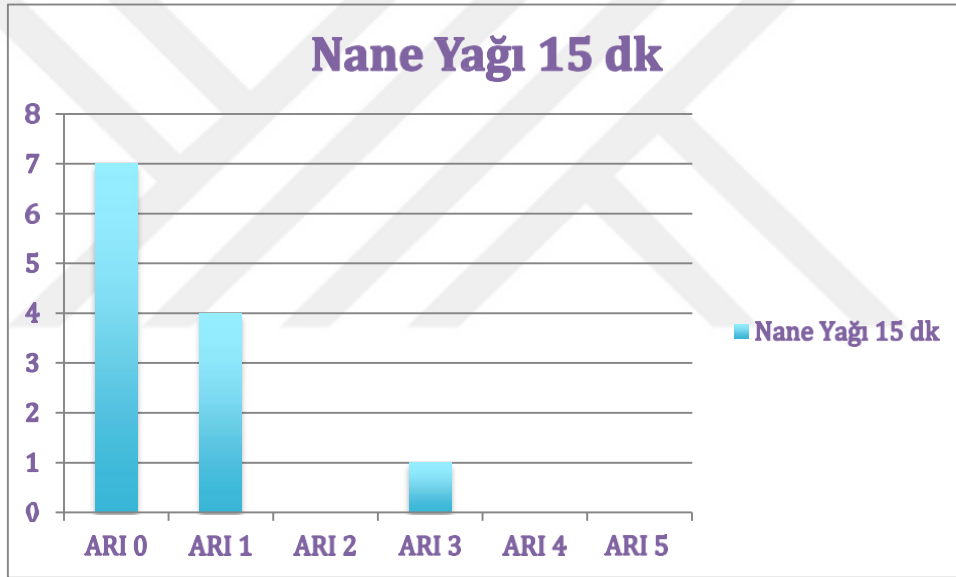
Nane yağı 5 dakika grubunun kopma bölgelerine bakıldığında örneklerin %16,7'sinde mine yüzeyinde hiç yapıştırıcı kalmadığı (ARI skoru 0), %16,7'sinde mine yüzeyinde %50'den az yapıştırıcı kaldığı (ARI skoru 1), %25'inde mine yüzeyinde %50'den fazla yapıştırıcı kaldığı (ARI skoru 2) ve %25'inde tüm yapıştırıcının mine yüzeyinde kaldığı (ARI skoru 3) görülmüştür. Örneklerin %16,7'ünde mine kırığı (ARI skoru 4) izlenmiştir (Tablo 4.20). Bu grupta kopmaların daha çok braket ile yapıştırıcı arayüzünde görüldüğü yani çoğunlukla koheziv kırılma olduğu söylenebilir (Şekil 4.17). Braket kırığına (ARI skoru 5) ise rastlanmamıştır (Tablo 4.20).



Şekil 4-17: Nane Yağı 5 dakika grubundaki örneklerin ARI skorlarına göre dağılımı

4.2.1.9. Nane Yağı 15 Dakika Grubundaki Örneklerin ARI Skorlarına Göre Sayısal ve Yüzdesel Olarak Dağılımı

Nane yağı 15 dakika grubunun kopma bölgelerine bakıldığında örneklerin %58,4'ünde mine yüzeyinde hiç yapıştırıcı kalmadığı (ARI skoru 0), %33,3'ünde mine yüzeyinde %50'den az yapıştırıcı kaldığı (ARI skoru 1) ve %8,3'ünde tüm yapıştırıcının mine yüzeyinde kaldığı (ARI skoru 3) görülmüştür (Tablo 4.21). Bu grupta kopmaların daha çok mine ile yapıştırıcı arayüzünde görüldüğü yani çoğunlukla adeziv kırılma olduğu söylenebilir (Şekil 4.18) ancak mine kırığına (ARI skoru 4) ve braket kırığına (ARI skoru 5) rastlanmamıştır (Tablo 4.21).



Şekil 4-18: Nane Yağı 15 dakika grubundaki örneklerin ARI skorlarına göre dağılımı

4.2.1.10. Sıcak Su 5 Dakika Grubundaki Örneklerin ARI Skorlarına Göre Sayısal ve Yüzdesel Olarak Dağılımı

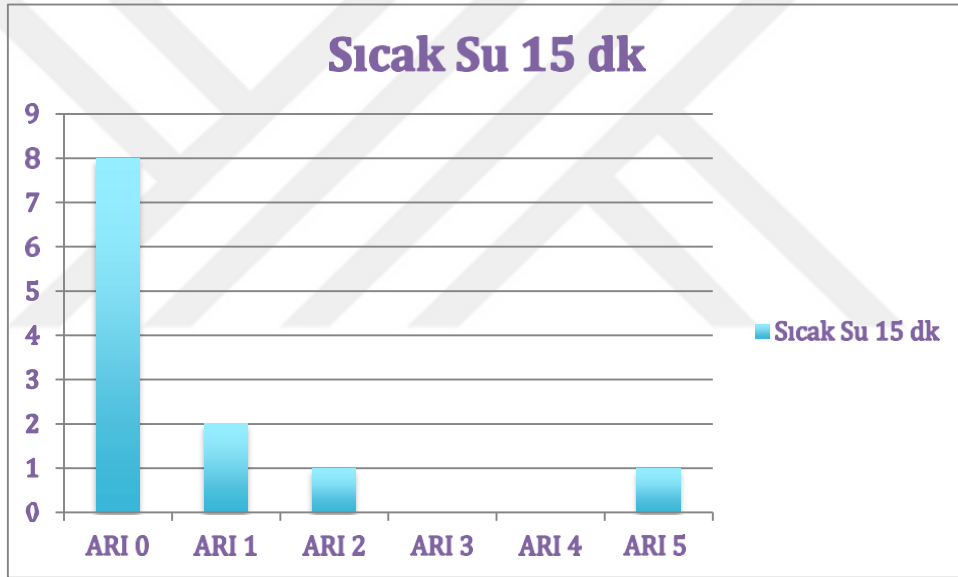
Sıcak su 5 dakika grubunun kopma bölgelerine bakıldığında örneklerin %83,4'ünde mine yüzeyinde hiç yapıştırıcı kalmadığı (ARI skoru 0), %8,3'ünde mine yüzeyinde %50'den az yapıştırıcı kaldığı (ARI skoru 1) ve %8,3'ünde tüm yapıştırıcının mine yüzeyinde kaldığı (ARI skoru 3) görülmüştür (Tablo 4.22). Bu grupta kopmaların daha çok mine ile yapıştırıcı arayüzünde görüldüğü yani çoğunlukla adeziv kırılma olduğu söylenebilir (Şekil 4.19) ancak mine kırığına (ARI skoru 4) ve braket kırığına (ARI skoru 5) rastlanmamıştır (Tablo 4.22).



Şekil 4-19: Sıcak Su 5 dakika grubundaki örneklerin ARI skorlarına göre dağılımı

4.2.1.11. Sıcak Su 15 Dakika Grubundaki Örneklerin ARI Skorlarına Göre Sayısal ve Yüzdesel Olarak Dağılımı

Sıcak su 15 dakika grubunun kopma bölgelerine bakıldığında örneklerin %66,7'sinde mine yüzeyinde hiç yapıştırıcı kalmadığı (ARI skoru 0), %16,7'sinde mine yüzeyinde %50'den az yapıştırıcı kaldığı (ARI skoru 1), %8,3'ünde mine yüzeyinde %50'den fazla yapıştırıcı kaldığı (ARI skoru 2) ve %8,3'ünde ise braket kırığı olduğu (ARI skoru 5) görülmüştür (Tablo 4.23). Bu grupta kopmaların daha çok mine ile yapıştırıcı arayüzünde görüldüğü yani çoğunlukla adeziv kırılma olduğu izlenmiştir (Şekil 4.20) ancak mine kırığına (ARI skoru 4) rastlanmamıştır (Tablo 4.23).



Şekil 4-20: Sıcak Su 15 dakika grubundaki örneklerin ARI skorlarına göre dağılımı

4.3. SEM ile İncelenen Mine Yüzeylerinin Yapısı

Çalışmamızda uygulanan solüsyonların, hem mine hem de yapıştırıcı üzerine etkilerini değerlendirebilmek amacıyla ARI skoru 1, 2 veya 3 olan örnekler seçilerek SEM görüntüleri değerlendirilmiştir.

SEM görüntülerinde, çalışmamızda kullanılan seramik braketin kaidesinin alüminyum oksit küreler ile kaplanmış olduğu izlenmektedir. Braket tabanındaki bu küreler, braket yapıştırıcısı için retansiyon alanları oluşturarak kimyasal olarak bağlanan braketin mekanik olarak da tutuculuğunu arttırmaktadır (Şekil 4.21).

Kontrol grubunda braketin söküm işleminden sonra, mine yüzeyinde debonding işlemine bağlı olarak oluşan mikro çatlaklar izlenmektedir. Silverstone ve ark.'nın belirttiği yüzey tiplerinden Tip 3'e uymaktadır (Şekil 4.22).

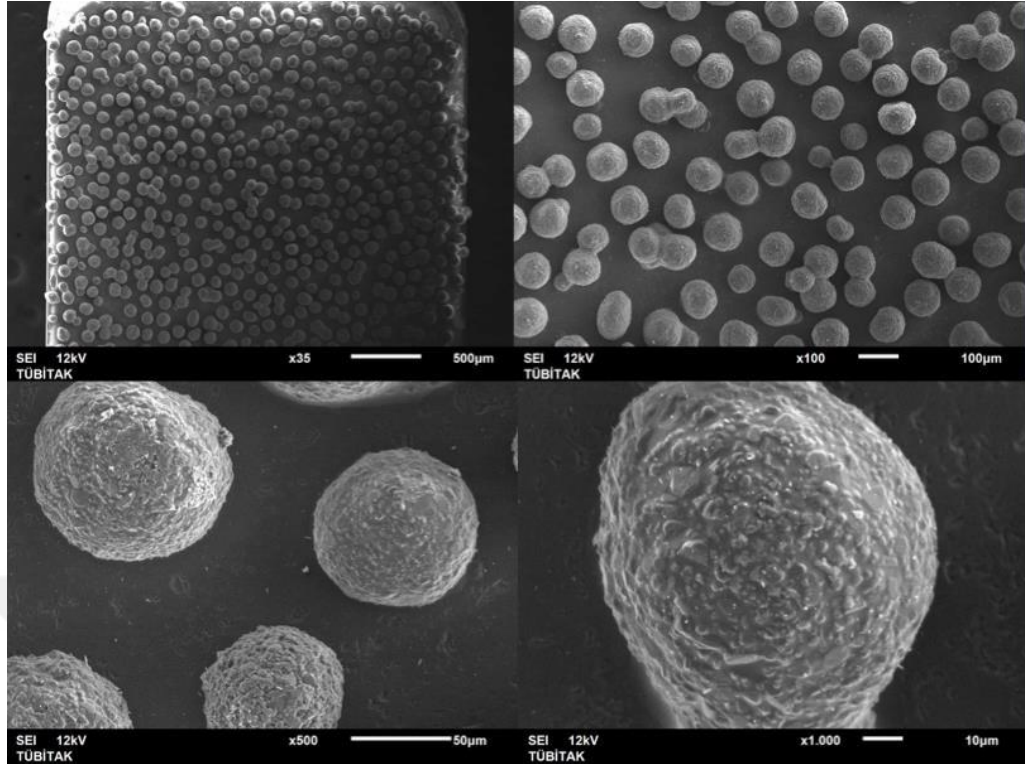
Aseton 5 dakika ve 15 dakika grubu örneklerinin SEM görüntülerinde Tip 3 ve Tip 4 yüzey görüntüleri birlikte izlenebilmektedir. Bu kimyasal solüsyona ait grupların örneklerinde mine düzensiz bir yüzey sergilemektedir ve mikro çatlaklar izlenmektedir (Şekil 4.23) (Şekil 4.24).

Etanol 5 dakika grubunun SEM görüntüsü Tip 3 ve Tip 4 yüzey görüntüleri birlikte izlenmektedir. Etanol 15 dakika grubu örneklerinin SEM görüntüsünde ise Tip 5 yüzey görüntüsü gözlenmektedir. Ayrıca mine yüzeyinde derin mikro çatlaklara rastlanmaktadır (Şekil 4.25) (Şekil 4.26).

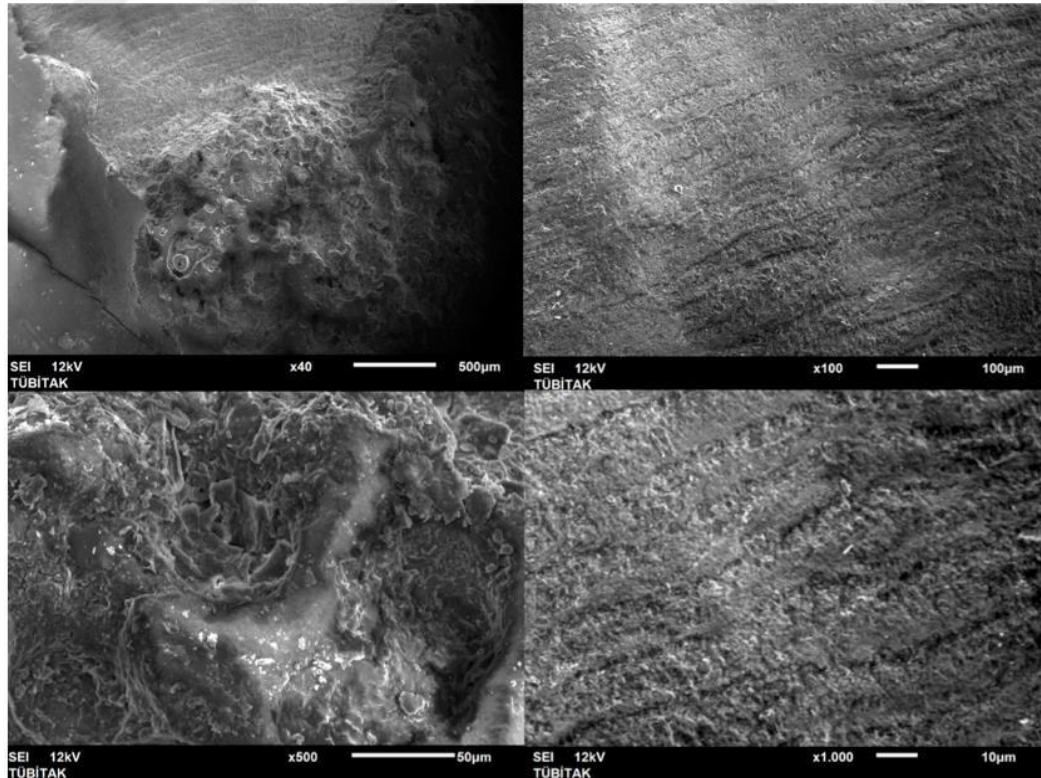
DMSO 5 dakika ve 15 dakika grubu örneklerinin SEM görüntülerinde haritaya benzeyen, ağsı ve tamamlanmamış yap-boz şeklinde olan Tip 4 yüzey görüntüsü özellikleri görülmektedir. Ayrıca yine mine yüzeyinde mikro çatlaklara rastlanmaktadır (Şekil 4.27) (Şekil 4.28).

Nane yağı 5 dakika ve 15 dakika grubu örneklerinin SEM görüntüsü Tip 3 ve Tip 4 yüzey özelliklerini birlikte göstermektedir. Mine yüzeyi çok düzensiz bir yüzey sergilemektedir. Ayrıca mine yüzeyinde çok sayıda mikro çatlak izlenmektedir (Şekil 4.29) (Şekil 4.30).

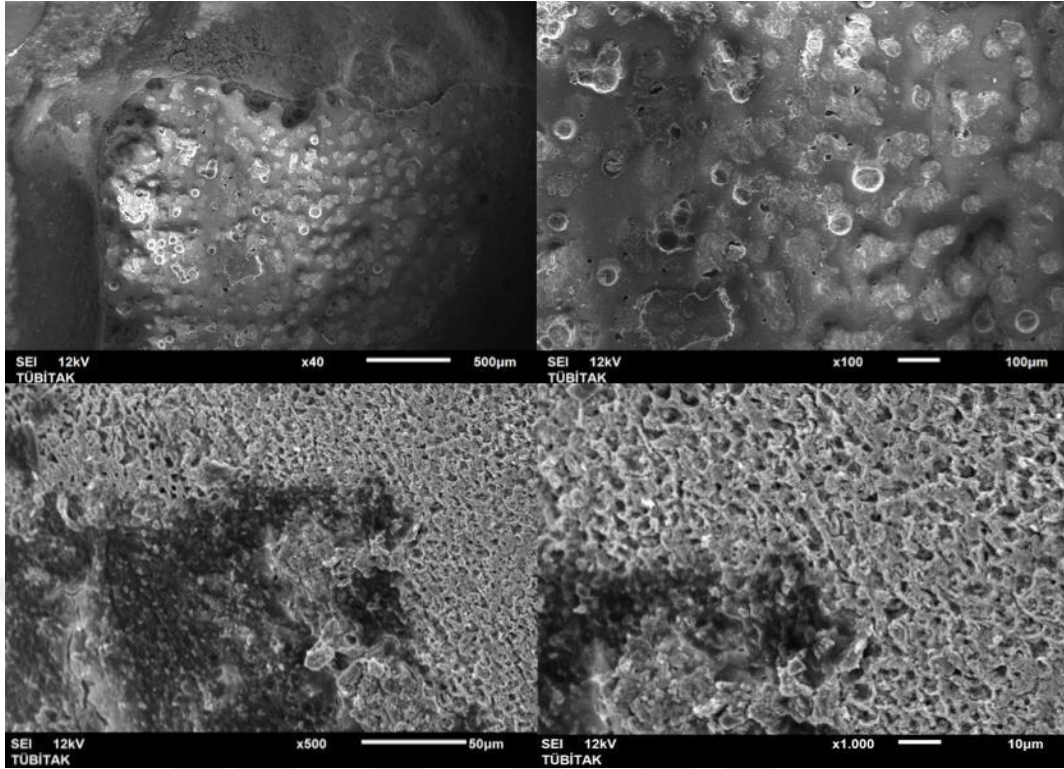
Sıcak 5 dakika ve 15 dakika grubu örneklerinin SEM görüntüleri Tip 3 ve Tip 4 yüzey özelliklerini birlikte göstermektedir. Mine yüzeyindeki kraterli ve haritaya benzeyen görüntü ile birlikte mikro çatlaklar da izlenmektedir (Şekil 4.31) (Şekil 4.32).



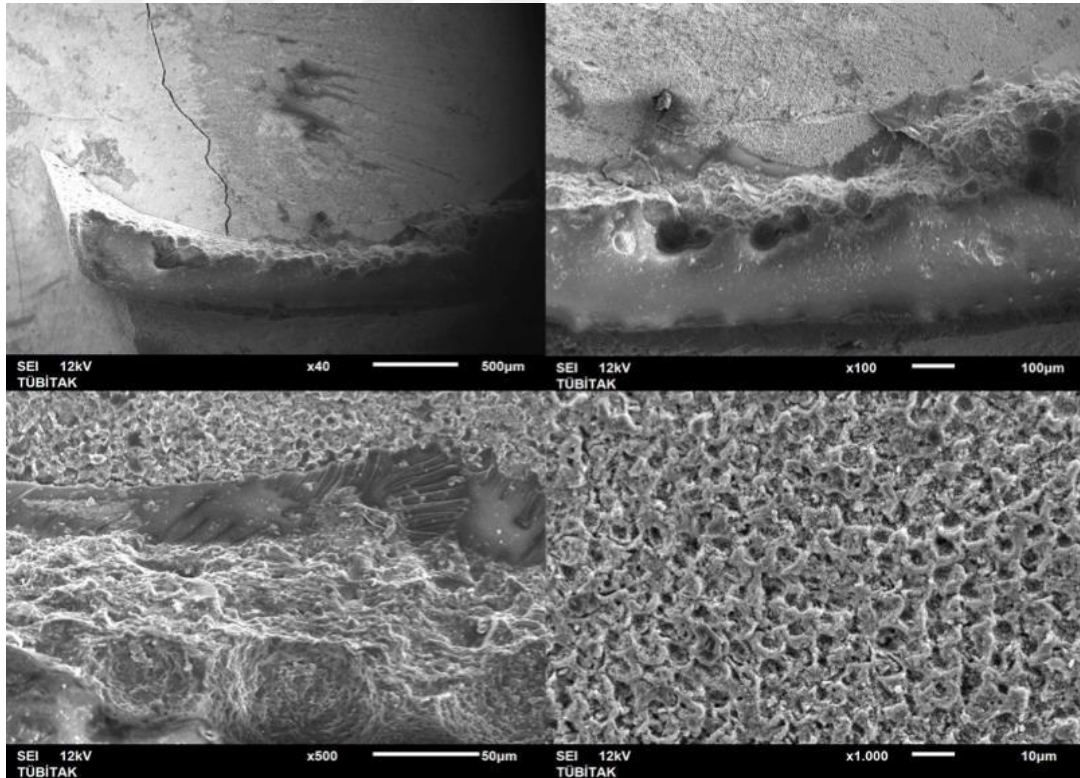
Şekil 4-21: Deneylerde kullanılan seramik braketin SEM altındaki görüntüsü



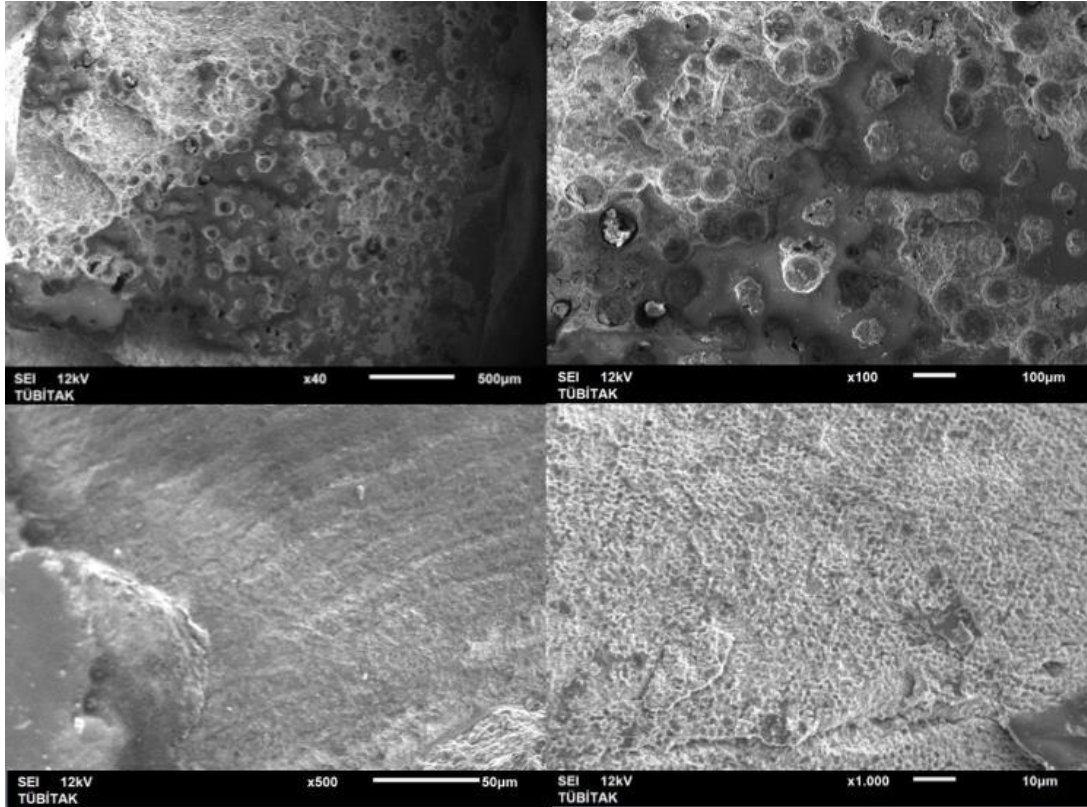
Şekil 4-22: Kontrol grubunun SEM altındaki görüntüsü



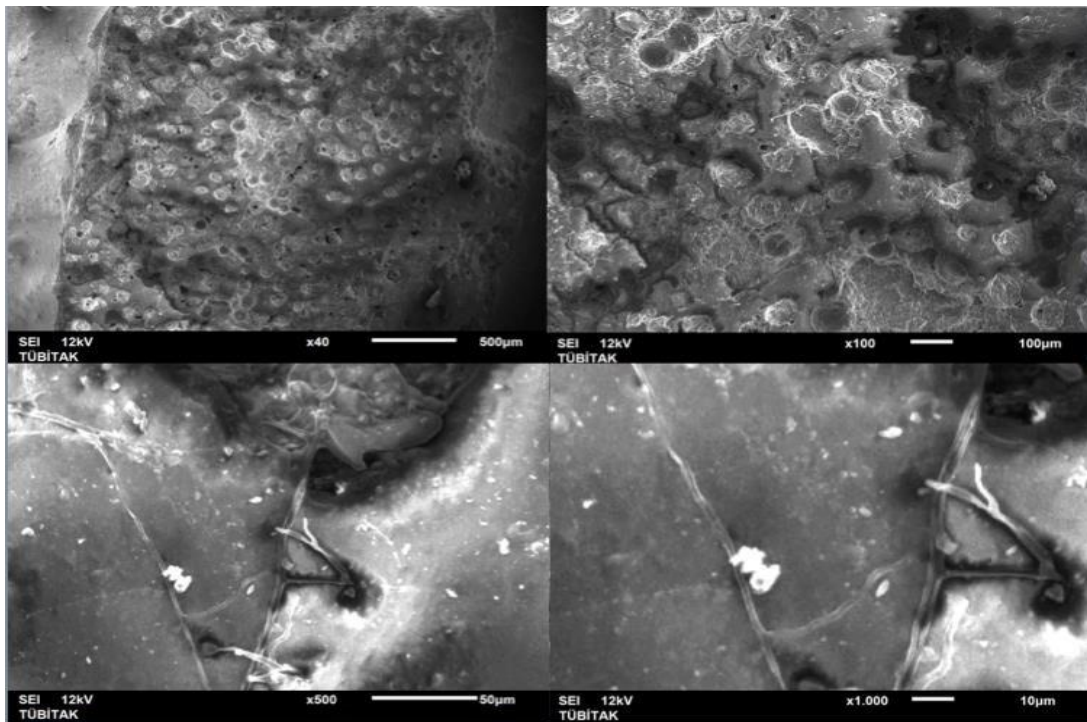
Şekil 4-23: Aseton 5 dakika grubunun SEM altındaki görüntüsü



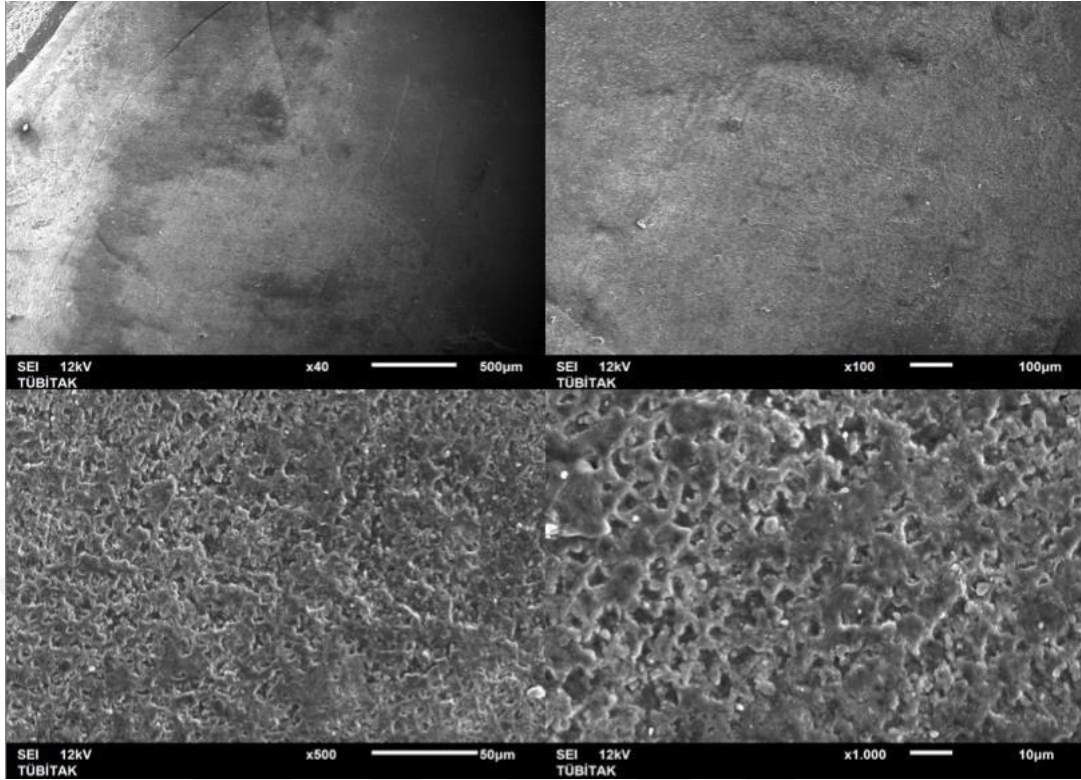
Şekil 4-24: Aseton 15 dakika grubunun SEM altındaki görüntüsü



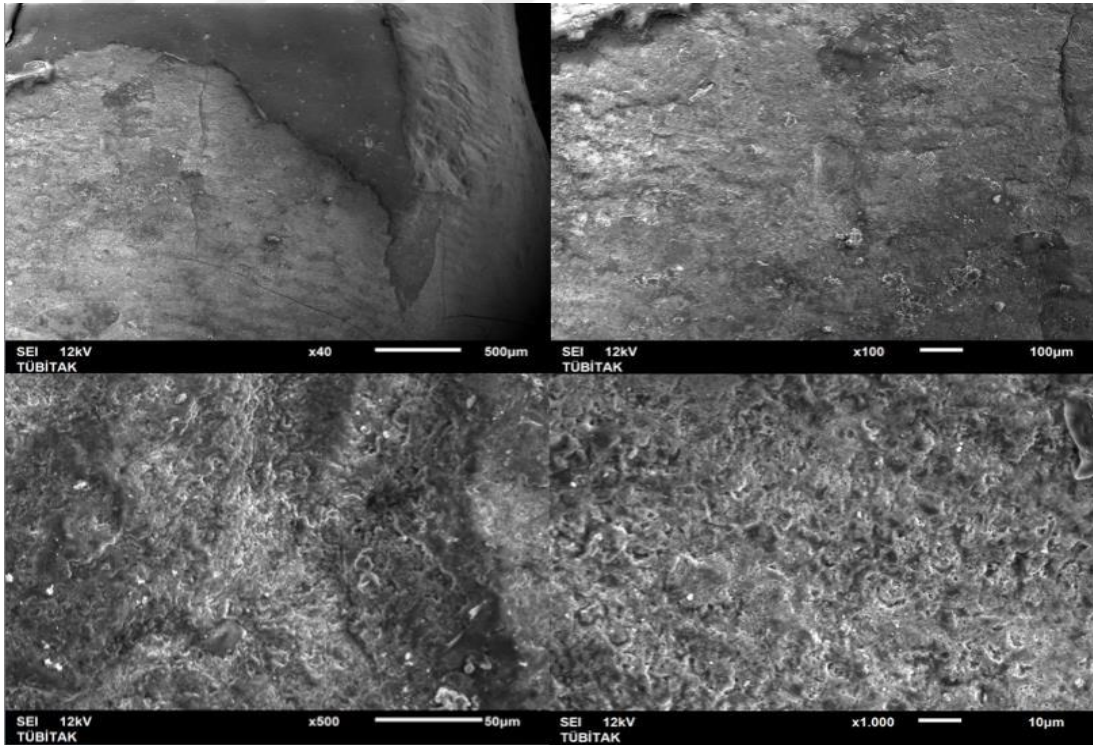
Şekil 4-25: Etanol 5 dakika grubunun SEM altındaki görüntüsü



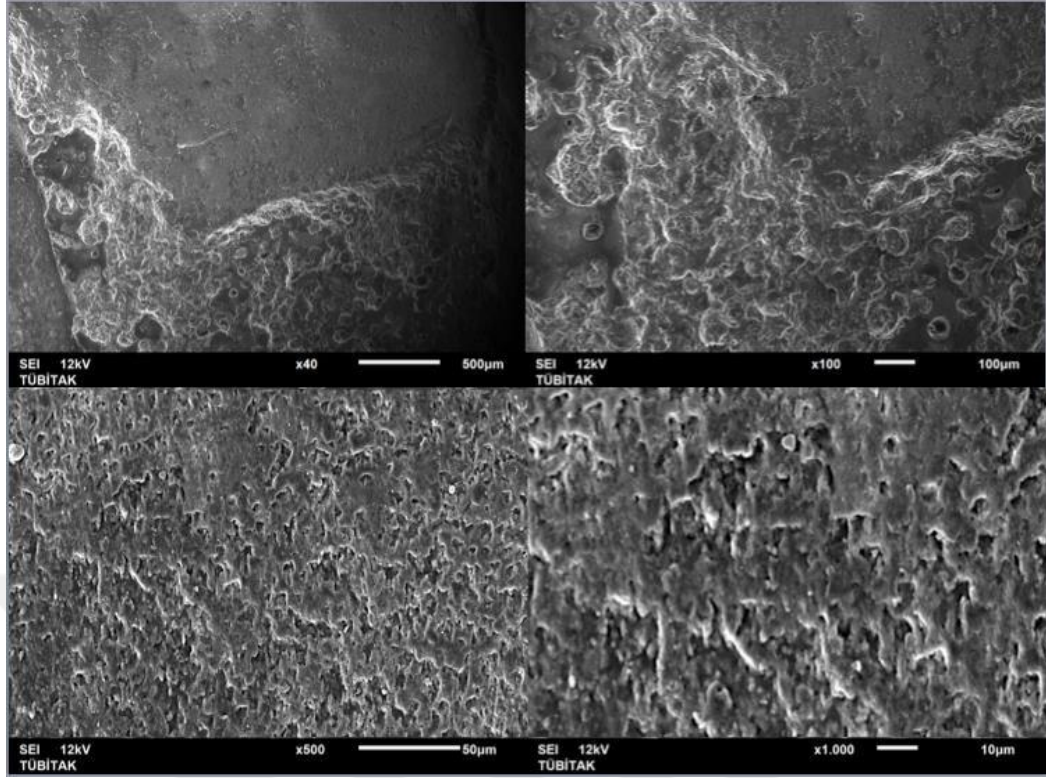
Şekil 4-26: Etanol 15 dakika grubunun SEM altındaki görüntüsü



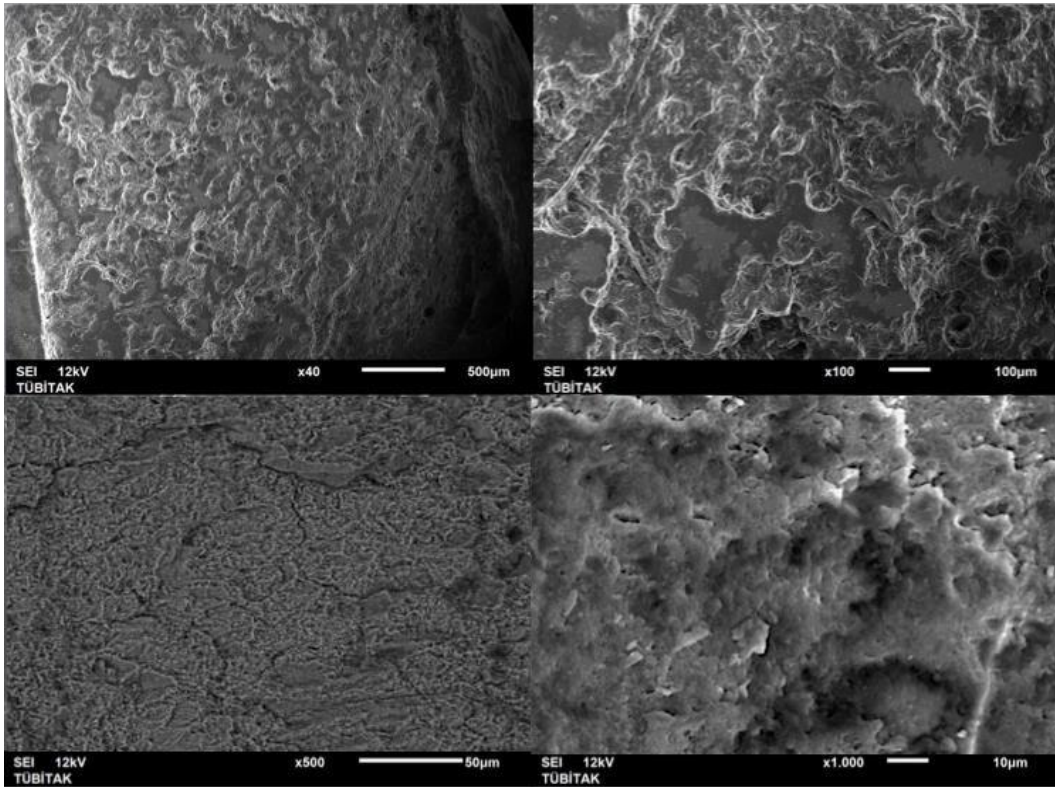
Şekil 4-27: DMSO 5 dakika grubunun SEM altındaki görüntüsü



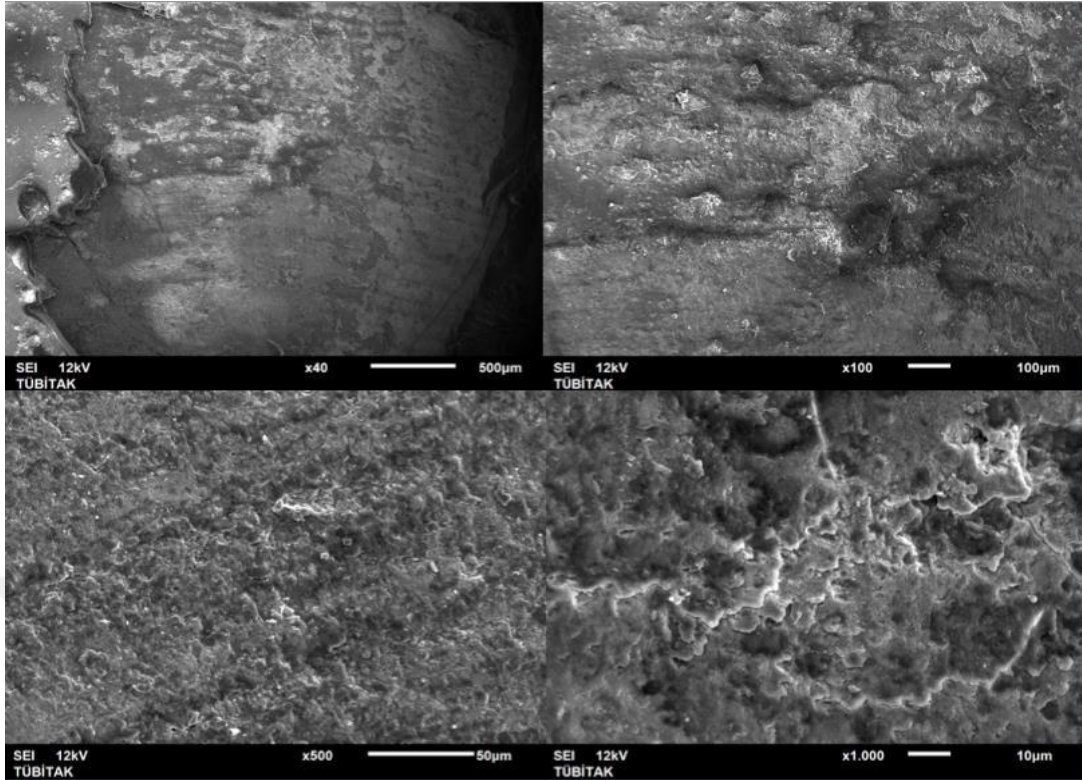
Şekil 4-28: DMSO 15 dakika grubunun SEM altındaki görüntüsü



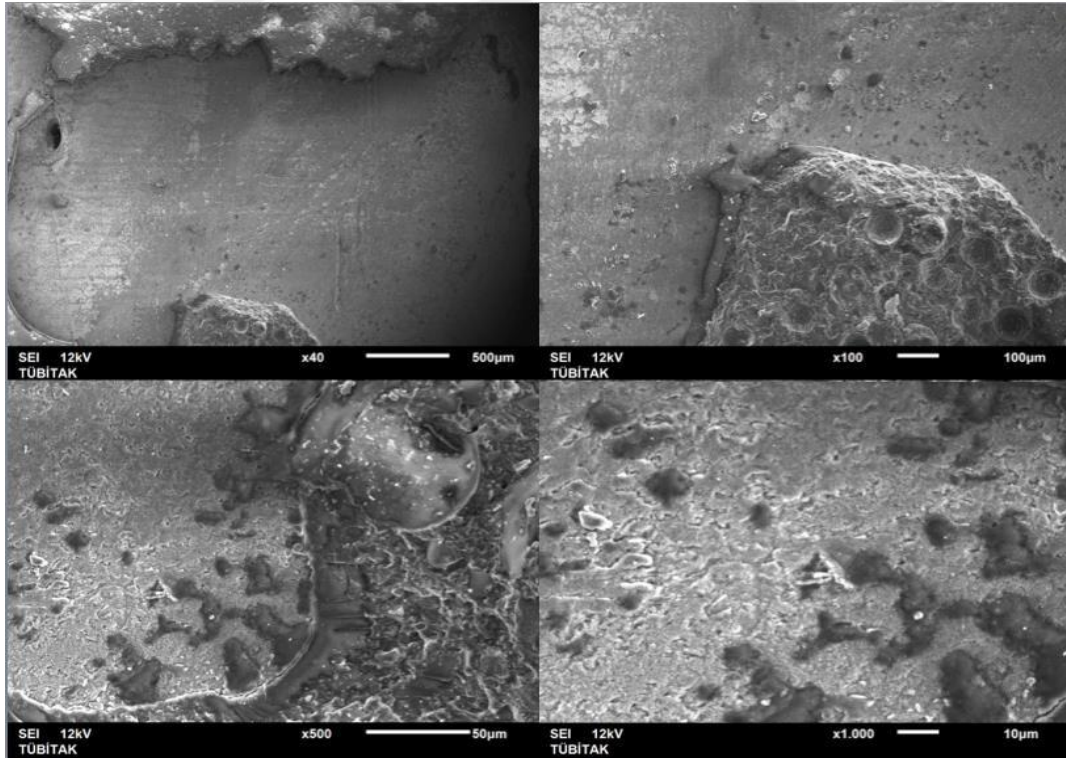
Şekil 4-29: Nane yağı 5 dakika grubunun SEM altındaki görüntüsü



Şekil 4-30: Nane yağı 15 dakika grubunun SEM altındaki görüntüsü



Şekil 4-31: Sıcak su 5 dakika grubunun SEM altındaki görüntüsü



Şekil 4-32: Sıcak su 15 dakika grubunun SEM altındaki görüntüsü

5. TARTIŞMA

5.1. Amacın ve Yöntemin Tartışılması

Son yıllarda; ortodontik tedavi gören erişkin hasta sayısındaki artış ile birlikte, özellikle bu gruptaki hastaların estetik kaygılarını en aza indirmek amacıyla teknolojideki gelişmelere de bağlı olarak, ortodonti kliniklerinde seramik braketlerin kullanımında hızlı bir artış bulunmaktadır.

Kullanılan braketlerin; ortodontik tedavi süresince mekanik ve çiğneme kuvvetlerine direnç gösterebilmesi için en az 6-8 MPa arasında yapışma dayanıklılığına sahip olması istenir (Reynolds 1975). Ancak yapılan çalışmalarda seramik braketlerin bağlanma kuvvetlerinin 28,3 MPa'ya kadar ulaşabildiği bulgulanmış ve debonding sırasında minenin literatürde belirtilen diş minesinin bütünlüğü için güvenli sınır kabul edilen 12,75-13,75 MPa aralığının çok üzerine çıkan kuvvetlere maruz kalabildiği görülmüştür (Theodorakopoulos ve Sadowsky 2004; Bishara ve Fehr 1997).

Jost-Brinkmann ve Harald Stein yaptıkları çalışmalarında; seramik braketlerin elektrotermal debonding tekniği ile çıkarılması sırasında ise birden fazla ısı işlem uygulaması gerektiği için birkaç dişte inflamatuvar hücrelerin hafif infiltrasyonuna bağlı olarak lokalize pulpa hasarı bulgulamışlardır. Ayrıca seramik braketlerin debonding sırasında sık sık braket kırıkları meydana gelmiş ve hastalarda ağrı şikayeti de görülmüştür (Jost-Brinkmann ve ark. 1992).

Seramik braketlerin debonding işlemini kolaylaştırmak amacıyla uygulanan bir diğer teknik olan ultrasonik debonding tekniğinde ise ultrasonik uçların pahalı olması ve kolay aşınması, uygulama esnasında kuvvet uygulanması, dikkatsiz yapılan işlemler nedeniyle oluşan yumuşak doku yaralanmaları, işlem sonrasında dişlerde hassasiyet meydana gelmesi, ısı birikimini azaltmak ve pulpa hasarını en aza indirebilmek amacıyla su ile soğutma ihtiyacının olması bu tekniğin dezavantajları arasındadır (Bishara ve Trulove 1990).

Lazer ile debonding tekniğinin, konvansiyonel tekniğe kıyasla; debonding kuvvetini, hastada oluşan ağrı şikayetini, mine hasarı riskini ve braket kırığı insidansını önemli ölçüde azalttığı bildirilmiş olmasına rağmen (Strobl ve ark. 1992) pulpadaki sıcaklık artışına bağlı olarak pulpa hiperemisi ve pulpa nekrozu riski bulunmaktadır. Ayrıca lazer cihazlarının

yüksek maliyeti, ortodontistler için önemli bir dezavantaj olabilmektedir (Bishara ve Fehr 1997; Øgaard ve ark. 2004).

Seramik braketlerin elektrotermal, lazer ve ultrasonik debonding gibi farklı teknikler ile sökümü sırasında oluşabilecek yan etkileri önlemek amacıyla (Bishara ve Fehr 1997; Athanasiou ve Papadopoulos 1997); bu tekniklere alternatif olarak, organik kimyasal çözücü ajanların seramik braketlerin debonding aşamasında uygulanması düşünülmüştür. Bu amaç ile ortodonti literatürü incelendiğinde; seramik braketlerin debondingi için organik kimyasal çözücülerin kullanılması ile ilgili hem in vitro hem de in vivo çalışmaların sayısının oldukça az olduğu ve diğer bilimsel alanlara ait literatürlerde de mevcut bazı kimyasal çözücü ajanlardan hiçbirisinin bu amaç doğrultusunda kullanılmadığı belirlenmiştir (Mckinney ve Wu 1985; Waldron ve Causton 1991; Larmour ve Chadwick 1995; Van Landuyt ve Ark. 2008; Garcia ve ark. 2010).

Bu tez çalışmasında da; diş yüzeylerinin, debonding öncesinde farklı kimyasal çözücü ajanlar olan aseton, etanol, dimetil sülfoksit (DMSO), nane yağı ve sıcak suda 5'er ve 15'er dakika boyunca bekletilmesi ile diş minesine mekanik ve kimyasal olarak bağlanan seramik braketlerin tutuculuk değerlerindeki değişimin ve bu ajanların diş mine yüzeyine etkilerinin in vitro olarak değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Mevcut literatürde aseton ve etanol gibi organik çözücülerin, adeziv monomerini seyreltme özelliği olduğu bildirilmiştir (Garcia ve ark. 2010; Van Landuyt ve ark. 2008). Tez çalışmamızda; bu kimyasal çözücü ajanların debonding öncesinde diş yüzeyine uygulanması ile yapıştırıcının organik matriksinin çözülebileceği ve mine-yapıştırıcı-braket arayüzünde kırılmanın en az hasarla ve en düşük kuvvetlerle gerçekleştirilebileceği hipotezine dayandırılmış ve maksimum etkinin görülebilmesi amacıyla bu kimyasal çözücü ajanlara ait en yüksek konsantrasyonlar kullanılmıştır.

Yanıkları iyileştirmek, ağrı gidermek, yaralanmalardan sonra ödem gidermek, intersitisyel sistit tedavisi gibi tıp alanında farklı kullanım alanlarına sahip olmasına rağmen ortodonti literatüründe daha önceki çalışmalarda kullanılmamış olan DMSO; birçok maddeyi sudan daha iyi çözebilmesi ve organik bir çözücü olması nedeniyle antimikrobiyal, antiinflamatuvar ve analjezik etkileri de göz önüne alınarak çalışmamızda tercih edilmiş ve seramik braketlerin debonding işlemi üzerine etkisi incelenmiştir.

Ticari olarak bir dönem satılan, bir nane yağı türevi olan ve seramik braketlerin debonding işlemi kolaylaştırdığı belirtilen debonding ajanının (P-de-A, Oradent Ltd, Eton, Berks, UK.) artık piyasada bulunmamasına rağmen ortodonti literatüründe nane yağı

kullanımı ile ilgili az sayıda çalışma bulunmaktadır (Waldren 1991; Winchester 1992; Larmour ve Chadwick 1995; Larmour ve ark. 1998; Gustiana ve ark. 2011). Çalışmalar arasında; nane yağının ortodontik yapıştırıcıyı yumuşattığı ve seramik braketlerde debonding kuvvetlerinin azaltılmasına yardımcı olduğunu destekleyen çalışmalar olduğu gibi (Waldren 1991; Winchester 1992) bu ajanın ancak uzun süre uygulandığında etkili olduğunu belirten çalışmalar da bulunmaktadır (Larmour ve Chadwick 1995; Larmour ve ark. 1998; Gustiana ve ark. 2011). İn vitro tez çalışmamızda; aynı ajanı kısa (5 dk) ve uzun (15 dk) süreli uygulayarak nane yağının seramik braketlerin debonding işlemine etkisi karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir.

Ortodonti literatüründe seramik braketlerin debonding işleminde kullanımıyla ilgili hiç çalışma olmayan ve sadece Carter'ın kendi klinik tecrübesini paylaştığı (Carter 2003) sıcak su ise çalışmamıza dahil edilmiş ve sıcaklığın derecesi belirlenirken ağız içi dokulara ve pulpaya zarar vermeyecek ama aynı zamanda 'eğer etkisi varsa' kompoziti de yumuşatabilecek güvenli bir sıcaklık (60 °C) düzeyi belirlenerek debonding öncesinde yine kısa (5 dk) ve uzun (15 dk) süreli olarak uygulanmıştır.

Braketlerin bağlanma kuvvetlerinin değerlendirildiği in vitro çalışmalarda sıyırma veya çekme testleri, bütün dişler kullanılarak yapılabilse de (Akın-Nergiz ve ark. 1996) in vitro çalışmalarda genellikle ortodontik amaç ile çekilmiş premolar dişler kullanılarak yapılmaktadır (Bishara ve ark. 1993; Al-Shamsi ve ark. 2007; Almeida ve ark. 2009). Çalışmamızda da, kök gelişimi tamamlanmış ortodontik tedavi amacıyla 12-17 yaş aralığındaki bireylerden çekilen alt ve üst insan premolar dişleri kullanılmıştır. Çalışmada; aynı yaş aralığındaki bireylerin premolar dişlerinin kullanılması, mine prizmalarının yapılarının benzer olması açısından önemlidir.

Çalışmamızda; diş yüzeyindeki organik atıkların braketlerin tutuculuğunu etkileyebileceği düşünülerek, yapılan benzer çalışmalardaki gibi, öncelikle premolar dişler düşük devirde çalışan mikromotorun ucuna takılan fırça frez aracılığıyla florsuz bir cila patı ile temizlenmiştir (Theodorakopoulou ve ark. 2004; Chen ve ark. 2007; Kitahara-Céia ve ark. 2008; Ostby ve ark. 2010; Santana ve ark. 2016).

Mevcut literatürde, %30-60 arasındaki konsantrasyonlarda değişen ortofosforik asitin mine yüzeyine 10 ile 90 sn arasında değişen sürelerde uygulanabildiği belirtilmiştir (Olsen ve ark. 1996) Bizim tez çalışmamızda ise braketlerin yapıştırılması işleminde klinikte uyguladığımız prosedüre ve yapılan diğer çalışmalara benzer şekilde; jel halindeki %37'lik

ortofosforik asit 30 sn boyunca uygulanmış, dişler 15 sn hava-su spreyi ile yıkanıp 15 sn hava ile kurutulduktan sonra beyaz, tebeşirimsi, buzlu cam görüntüsü izlenmiştir. Sonrasında dişlerin yüzeyine pamuk uçlu aplikatör yardımıyla primer (Transbond XT primer, 3M/Unitek) uygulanmıştır (Kitahara-Céia ve ark. 2008; Ostby ve ark. 2010; Santana ve ark. 2016). Santana ve ark.'nın çalışmasına benzer olarak, çalışmamızda da braketlerin yapıştırılması sırasında kuvvet standardizasyonunu sağlamak amacıyla 6 ½ oz, size 1/8" heavy elastik aracılığıyla 200 gr kuvvet dinamometre ile uygulanarak her örnekteki yapıştırıcı kalınlığının ve miktarının eşit olması amaçlanmıştır.

Ortodonti pratiğinde farklı tekniklerle ve farklı şekillerde üretilen çok sayıda seramik braket kullanılmaktadır (Karamouzos ve ark. 1997). Üretim şekillerine göre monokristalin ve polikristalin olarak sınıflandırılan seramik braketlerin, yapım aşamasındaki hatalardan kaynaklanan, yüzeylerindeki çok düşük orandaki düzensizlikler bile tedavi esnasında veya debonding işlemi sırasında braketlerin kırılmasına yol açabilir (Swartz 1988). Literatürde her iki seramik braket çeşidinde de doğru söküm tekniği ile mine hasarının görülmediği ile ilgili bulgular olmakla birlikte (Theodorakopoulou ve ark. 2004; Chen ve ark. 2007); söküm aşamasında, monokristalin seramik braketlerin polikristalin braketlere göre mineye daha fazla zarar verdiğini belirten çalışmalar da bildirilmiştir (Ostby ve ark. 2010). Bağlanma şekillerine göre ise; mekanik veya kimyasal olarak bağlanan seramik braketler bulunmakla birlikte, yapılan çalışmalarda debonding işlemi sonrasında mine hasarı riskinin kimyasal olarak bağlanan seramik braketlerde daha fazla olduğu belirtilmiştir (Redd ve Shivapuja 1991; Kitahara-Céia ve ark. 2008). Tüm bu çalışmalar göz önüne alınarak, tez çalışmamızda da uygulanacak solüsyonların etkilerini en iyi şekilde görebilmek amacıyla, dişe bağlanması en fazla olan ve debonding işlemi en zor olan, hem kimyasal hem de mekanik yolla bağlanan monokristalin bir seramik braket çeşidi (ortho technology, 0.018"x0.022" slot, pure sapphire bracket system) tercih edilmiştir.

ISO TR 11450 (1994) standartlarına göre termosiklus cihazında 5 °C ve 55 °C suda 500 döngü uygulanması laboratuvar çalışmaları için yeterli bir yaşlandırma yöntemi olmasına rağmen, Gale ve Darvell istenen yaşlandırma etkisi için bu döngü sayısının çok az olduğunu belirtmişlerdir ve yaptıkları çalışmada in vivo olarak yaklaşık 1 senelik fonksiyonun 1000 siklusa eşdeğer olduğunu söylemişlerdir (Gale ve Darvell 1999). Bu nedenle de çalışmamızda örnekler 5 °C ile 55 °C sıcaklıktaki su banyolarına sırasıyla 1000'er kez batırılarak termal stres oluşması sağlanmıştır. Ayrıca her grup ayrı ayrı termal siklus işlemine tabii tutulup

sonrasında hemen solüsyona maruz bırakılarak, gruplar arasında standardizasyonun sağlanması amaçlanmıştır.

Çalışmamızda; sıyırma kuvvetlerinin, braketlerin yatay slotuna dik gelmesi amacıyla, braket slotuna tam bir şekilde oturan yatay bir düzlemi ve de telin yerde paralel olarak durmasını sağlayacak doksan derece açı ile bükülen ve yere temas eden alt kısımları bulunan referans bir tel bükülmüştür. Doğru konumu referans tel ile ayarlanan braketlerin yapıştırılma işleminin ardından, örnekler soğuk akrilik ile evrensel test cihazının alt parçasına uyumlu çelik kalıplar içinde sabitlenmişlerdir. Böylece, yapılan benzer çalışmalardaki gibi, kuvvetlerin uygulanması sırasındaki standardizasyonun artırılması amaçlanmıştır. (Redd ve Shivapuja 1991; Bağdelen 2007; Kitahara-Céia ve ark. 2008; Ostby ve ark. 2010)

Yapılan literatür incelemesinde çalışmaların çoğunda; braketlerin ağız ortamında maruz kaldıkları kuvvetlere karşı gösterdikleri direnci ve tutuculuk miktarının değerlendirilmesi amacıyla evrensel test cihazı ile sıyırma kuvvetleri uygulanmıştır (Joseph ve Rossouw 1990; Guan ve ark. 2000; Chung ve ark. 2002; Liu ve ark. 2005; Oztoprak ve ark. 2010; Santana ve ark. 2016). Ayrıca çekme ya da hem sıyırma hem de çekme kuvvetlerinin her ikisinin de uygulandığı çalışmalar olmasına rağmen (Winchester 1991; Bağdelen 2007) bizim çalışmamızda seramik braketler kullanıldığı için sadece sıyırma kuvvetlerinin uygulanmasına karar verilmiştir.

Artık yapıştırıcıyı doğru ve kesin bir şekilde değerlendirebilmek ve kopmanın meydana geldiği bölgenin belirlenebilmesi amacıyla kantitatif yöntemler geliştirilmiş ve çalışmalarda bu yöntemlerden en çok kullanılanı Artur ve Bergland'ın geliştirdiği ARI skorlaması olmuştur (Artun ve Bergland 1984). Sıyırma testleri tamamlandıktan sonra kopmanın hangi bölgede gerçekleştiğini belirleyebilmek için braketlerin kaidesi x25, dış yüzeyleri ise x15 büyütme altında stereomikroskop ile incelenmiştir ve örneklerin tek tek fotoğrafları çekilerek skorlamalar yapılmıştır. Çalışmamızda seramik braketler kullandığımız için, dış yüzeyinde kalan adeziv miktarı Bishara ve Truelove tarafından belirlenen ARI skorlamasının modifikasyonu ile belirlenmiştir (Bishara ve Truelove 1990). ARI skorlamasının modifikasyonunda braket kırığı ve mine kırığı skorlamaları da eklenmiştir. Daha önce ARI skorlamasının güvenilirliği ile ilgili yapılan çalışmalarda, farklı büyütme ölçeklerinde ARI skorlarının farklı değerlendirilebildiği bildirilmiştir (Montasser ve Drummond 2009). Bu nedenle çalışmamızda da, aynı araştırmacı tarafından ARI skorlamaları on beşer gün arayla ikişer kez yapılmıştır.

Yapılan çalışmalarda; tutuculuk kuvvetlerinin belirlenmesinden sonra mine yüzeyinin ve kopma bölgelerinin değerlendirilmesi amacıyla stereomikroskoptan yararlanılmış, sonrasında ise mine yüzeyindeki topografik değişikliklerin daha ayrıntılı incelenmesi için seçilen örnekler taramalı elektron mikroskobu ile incelenmiştir (Guan ve ark. 2000; Chung ve ark. 2002; Liu ve ark. 2005; Bağdelen 2007; Santana ve ark. 2016). Yüzey pürüzlülüğünün ölçümü için optik profilometre ile incelenen çalışmalar da mevcuttur (Joo ve ark. 2011). Ancak optik profilometre ile sadece seçili küçük bir alanın incelenmesi yapılabildiği için; çalışmamızda, kimyasal solüsyonların hem mineye hem de artık adezive etkisini görebilmek amacıyla SEM ile yüzey incelemesi tercih edilmiştir. Santana ve ark.'nın çalışmasında, mine dokusunu ve diş yüzeyinde kalan adezivi tam olarak inceleyebilmek amacıyla SEM incelemesi için ARI skoru 2 ve 3 olan örnekler seçilmiştir (Santana ve ark. 2016). Çalışmamızda da benzer şekilde ARI skoru 2 ve 3 olan örnekler seçilerek SEM incelemesi yapılmıştır.

5.2. Bulguların Tartışılması

5.2.1. Aseton ile İlgili Bulguların Tartışılması

Ortodonti literatüründe; organik kimyasal çözücü bir ajan olan asetonun, yapıştırıcıların sertliği üzerine etkisini inceleyen çok az sayıda çalışma bulunmaktadır.

Yüksek dipol momenti ve göreceli olarak düşük dielektrik sabiti ile polar ve apolar bileşikler çözebilen asetonun (C_3H_6O); hidrofobik ve hidrofilik uçları bir arada bulunduran adezivler için iyi bir çözücü olduğu söylenmektedir (Abate ve ark. 2000).

Cruickshank ve Chadwick'in kimyasal çözücü ajanların anterior kompozit restorasyonların kaldırılması üzerindeki etkisini inceledikleri çalışmada kompozit örneklerin yumuşatılmasında asetonun etkisi incelenmiş ancak istatistiksel olarak anlamlı bir etki bulunamamıştır (Cruickshank ve Chadwick 1998).

Santana ve ark. tarafından yapılan; organik kimyasal çözücülerin, ultrasonik debonding ve aseton uygulama yöntemlerinin metal braketlerin söküm işlemine etkisinin değerlendirildiği çalışmada istatistiksel olarak anlamlı olmamasına rağmen, asetonun etkisiyle, 'kendiliğinden asitli yapıştırıcı sistem'in kullanıldığı grupta ARI skorlarında artma ve 'asitleme sonrası yıkama yapılan yapıştırıcı sistem'in kullanıldığı grupta ARI skorlarında azalma eğilimi görüldüğü bildirilmiştir (Santana ve ark. 2016).

Çalışmamızda; aseton 5 dakika ve aseton 15 dakika gruplarındaki sıyırma kuvvetleri, kontrol grubuna göre az olmasına rağmen sadece asetonun uzun süreli (15 dk) uygulandığı gruptaki azalma istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur (Tablo 4.1, 4.2, 4.3). Cruickshank ve Chadwick'in çalışmasının aksine, bizim çalışmamızda asetonun uzun süreli (15 dk) uygulanmasının debonding işlemini kolaylaştırabileceği sonucuna varılmıştır. Ayrıca kimyasal solüsyonların uygulama sürelerinin uzadıkça, etkinliklerinin arttığı görüşü de desteklenmiştir.

Çalışmamızın sonuçlarına göre hem aseton 5 dakika grubunun hem de aseton 15 dakika grubunun sıyırma kuvvetlerindeki bu azalmanın, aynı sürelerde uygulanan diğer kimyasal solüsyonlara göre daha düşük çıkması ve bu farkın istatistiksel olarak anlamlı olması nedeniyle kompozit üzerinde en fazla yumuşatma etkisi gösteren kimyasal solüsyonun aseton olduğu bulunmuştur.

Tez çalışmamızın sonuçlarına göre; seramik braketlerin debonding işlemi öncesinde dış yüzeyine aseton uygulanması ile sıyırma kuvvetlerinin azaltılabileceğini ve böylece braketlerin çıkarılması sırasında mine yüzeyine daha az zarar verilerek klasik debonding yöntemlerine alternatif bir yöntem olabileceğini düşünmekteyiz.

5.2.2. Etanol ile İlgili Bulguların Tartışılması

Literatürde aseton ve etanol gibi organik çözücülerin, adeziv monomerini seyreltme özelliği olduğu bildirilmiştir (Garcia ve ark. 2010; Van Landuyt ve ark. 2008). Bir çözücünün; herhangi bir katı veya sıvı maddeyi çözerken, o maddenin iyonlarını birbirinden ayırarak aradaki boşlukları kendi molekülleri ile doldurduğunu ve bunun sonucunda da çözünen maddenin molekülleri arasında yeni ve daha zayıf bağlar oluştuğu bildirilmiştir (Van Landuyt ve ark. 2007). Bu bağlamda, aseton ve etanol gibi organik çözücülerin debonding esnasında dış yüzeyine uygulanması ile yapıştırıcının organik matriksinin çözünerek en düşük kuvvetlerle ve mineye en az hasar verilerek braketlerin çıkarılabileceği hipotezi kurulmuştur.

Santana ve ark. yaptıkları çalışmada, edgewise metal braketler ve Transbond XT marka yapıştırıcı kullanarak, ultrasonik debonding tekniğinin yanında farklı konsantrasyonlarda (%70 ve %90) aseton ve etanol kullanılmasının braketlerin söküm işlemini nasıl etkilediği incelemiştir. Bizim çalışmamızda ise, esnek olmayan yapıları nedeniyle debonding işleminde metal braketlere göre daha fazla mine çatlağına ve kırılmalara neden olan seramik braketler kullanılmıştır. Ayrıca aseton ve etanol, debonding işlemi üzerindeki etkilerinin daha fazla görüleceği düşünülerek seyreltilmemiş ve Santana ve

ark.'nın çalışmasındakinden farklı olarak daha yüksek konsantrasyonlardaki ($\geq$ %99,8 Aseton, $\geq$ %99,5 Etanol, $\geq$ %99,9 Dimetil Sülfoksit) kimyasal solüsyonlar kullanılmıştır. Santana ve ark.'nın çalışmasında kimyasal solüsyonlar kısa süreli (5 dk) uygulanmış, bizim çalışmamızda ise kısa (5 dk) ve uzun süreli (15 dk) olmak üzere gruplar oluşturulmuştur. Bizim çalışmamızda da, mevcut literatüre benzer olarak Transbond XT marka yapıştırıcı kullanılmıştır. Santana ve ark.'nın çalışmasına göre; ultrasonik debonding tekniğinin yanında kimyasal solüsyonların kullanılmasının, solüsyonların konsantrasyonlarına bakılmaksızın sıyırma kuvvetlerinde herhangi bir azalmaya neden olmadığı bildirilmiştir (Santana ve ark. 2016).

Cruickshank ve Chadwick'in yaptıkları çalışmada ise; anterior kompozit restorasyonlara %75'lik etanol, poliakrilik asit, aseton ve asetik asitin 180 sn boyunca uygulanmasına rağmen anterior kompozit restorasyonların çıkarılması sonrasında kavite genişliğinin arttığı bulgulanmış yani etanolün ve diğer kimyasal çözücülerin kompoziti yumuşattığı hipotezi kabul görmemiştir (Cruickshank ve Chadwick 1998).

Wu ve McKinney'nin yaptıkları çalışmada kompozit numuneler farklı konsantrasyonlardaki (%100 - %75 - %50 - %25 - %0) etanol-su solüsyonlarında 2 hafta boyunca bekletildikten sonra aşınma testleri yapılmıştır. Çalışmanın sonucunda; BİS-GMA kopolimerini yumuşatabilen kimyasalların, bu kopolimer bazlı kompozitlerin aşınma direncinde de önemli bir kayba neden olacağı bildirilmiştir. %25'lik etanol solüsyonu, yüksek konsantrasyonlu solüsyonlara göre daha az yumuşatma etkisine sahip olmasına rağmen BİS-GMA kopolimeri için saf suya göre çok daha iyi bir çözücü özelliğe sahip olduğu bulunmuştur (Wu ve McKinney 1982).

Mevcut literatürde, daha fazla çapraz bağa sahip polimerlerin doğrusal yapıya sahip polimerlere oranla daha zor yumuşatılabildiği belirtilmiştir (Asmussen ve Peutzfeldt 2001; Ferracane 2006). Kompozitlerin formülasyonları ve içerdikleri çapraz bağ yoğunluklarına bağlı olarak etanolün konsantrasyonu, kompoziti yumuşatma miktarını değiştirebilir. Bu bilgiler dahilinde biz de tez çalışmamızı planlarken, seramik braketlerin söküm işleminden önce etanol uygulaması ile uygulanan etanolün yüzdesine ve uygulama süresine de bağlı olarak seramik braketlerin çıkarılmasının kolaylaştırılabileceğini düşünmekteydik.

Moraes ve ark.'nın çalışmasında, kompozit örnekler %75'lik ve %100'lük konsantrasyonlardaki etanol içinde 24 saat bekletildikten sonra Knoop Sertlik Değerleri ölçülmüş ve saf etanol solüsyonunda bekletilen örneklerde istatistiksel olarak anlamlı ölçüde

daha yüksek bir yumuşama görülmüştür. Çalışmada yapılan 24 saatlik yumuşama testi sonucuna göre %100'lük etanolün daha uygun bir çözücü olduğu bildirilmiştir (Moraes ve ark. 2007).

Çalışmamızın sonuçlarına göre; etanol 5 dakika ve etanol 15 dakika gruplarındaki sıyırma kuvvetleri, kontrol grubunun sıyırma kuvvetlerine göre istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek bulunmuştur (Tablo 4.1, 4.2, 4.4). Mevcut literatürde belirtilen etanolün kompoziti yumuşattığı hipotezi bizim sonuçlarımızla örtüşmemektedir. Tüm gruplar içinde en yüksek sıyırma kuvvetleri etanol 5 dakika ve etanol 15 dakika gruplarında görülmüştür ve bu değerler sıcak su 5 dakika ve sıcak su 15 dakika grubu dışında diğer tüm gruplara göre istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksektir (Tablo 4.1). Kompoziti yumuşatma ve sıyırma kuvvetlerini azaltması açısından, etanolün kısa veya uzun süreli uygulanması arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır (Tablo 4.4). Kullanılan ajanın konsantrasyonunun ve uygulama sürelerinin diğer çalışmalara göre farklı olmasının bu duruma neden olduğunu düşünmekteyiz.

5.2.3. DMSO ile İlgili Bulguların Tartışılması

Organik bir çözücü olan ve pek çok maddeyi sudan daha iyi çözebilen DMSO'nun, hidrojen bağları kurma yönündeki eğilimi nedeniyle, suya afinitesi oldukça fazladır. DMSO'nun hidrasyonu ekzotermiktir ve cilde uygulandığında dokudaki su ile reaksiyona girer ve ısı çıkışı hissedilir. Protein ve steroidlerin çoğu DMSO içinde çözülebilir (Flagg Brayton 1986).

Birçok maddeyi sudan daha iyi çözebilen ve pek çok farklı kullanım alanı olan ancak literatürde ortodontik debonding ile ilgili herhangi bir çalışmaya rastlamadığımız organik çözücü dimetil sülfoksit (DMSO) ile ilgili bulgulara göre, DMSO'nun kısa süreli (5 dk) uygulanmasının kontrol grubuna göre sıyırma kuvvetlerini istatistiksel olarak anlamlı derecede yükselttiği görülmüştür ancak uygulama süresi arttığında kompozitin yine sertleştiği görülmüş fakat uzun süreli uygulanmasının (15 dk) sonucunda sıyırma kuvvetlerindeki artış kontrol grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır (Tablo 4.1, 4.2, 4.5).

Çalışmamızın sonuçlarına göre; DMSO'nun etanole göre daha iyi bir çözücü, aseton ve nane yağına göre ise etkisinin daha az olduğu görülmektedir. Çalışmamızı planlarken; DMSO'nun iyi bir organik çözücü olmasının yanında antimikrobiyal, antiinflamatuvar etkisi ve analjezik etkileri nedeniyle debonding işleminden önce kullanımının seramik braketlerin çıkarılmasını kolaylaştıracağını düşünmemize rağmen elde ettiğimiz bulgulara bakarak

klinikte kullanabileceğimiz yeni ve alternatif bir yöntem olacağını söyleyememekteyiz. DMSO'nun suya afinitesinin yüksek olması nedeniyle uygulama sonrasında yapıştırıcının sertleşebileceğini ve bu nedenle sıyırma kuvvetlerinin de kontrol grubuna kıyasla daha yüksek çıktığını düşünmekteyiz.

5.2.4. Nane Yağı ile İlgili Bulguların Tartışılması

Bitkilerden elde edilen ve uçucu bir yağ olan nane yağının antibakteriyel özellikleri nedeniyle diş hekimliğinde kullanılmasının yanında, ortodonti literatüründe de yapıştırıcıyı yumuşatma üzerine etkilerini incelemek amacıyla yapılmış az sayıda çalışma mevcuttur. Nane yağının 60 sn uygulanmasının seramik braketlerin çıkarılmasını kolaylaştırdığı, diş yüzeyine zarar vermeden mine-yapıştırıcı arayüzünde kopma sağlanabildiği ve debonding işlemi sonrasında mine üzerinde kalan artık kompozitin temizlenmesini de kolaylaştırdığı bildirilmiştir (Waldren 1991).

Winchester da Waldren'in çalışmasını destekleyerek, debonding işlemini kolaylaştırmak amacıyla braket tabanının etrafına bir nane yağı türevi olan debonding ajanının (GAC of P.De. A.) uygulanıp 2 dk bekletildikten sonra söküm işleminin yapılması sonucunda; nane yağı türevi debonding ajanının, seramik braketlerin çıkarılmasını kolaylaştırdığı ve diş yüzeyine zarar vermeden mine-yapıştırıcı arayüzünde ayrılma sağlanabildiğini literatür derlemesinde belirtmiştir. (Winchester 1992).

Larmour ve Chadwick, içeriğinde nane yağı bulunan ajanın (P-de-A, Oradent Ltd, Eton, Berks, UK) debonding işlemi öncesinde 30, 60, 90, 120 ve 180 sn boyunca uygulanması ile kompozitin yumuşadığını ve uygulama süresi uzadıkça sıyırma kuvvetlerinin azaldığını bildirmişlerdir. Çalışmanın sonuçlarına göre, 180 sn boyunca nane yağı uygulamasının ortodontik yapıştırıcıyı istatistiksel olarak anlamlı derecede yumuşattığı belirtilmiştir (Larmour ve Chadwick 1995).

Larmour ve ark.'nın çalışmasına göre ise; hem kısa (5 dk) hem de uzun süre (60 dk) nane yağı uygulaması yapılan grupta braket kırığının hala bir sorun oluşturmasına rağmen, klinik açıdan braketlerde adeziv kırılmanın (mine-yapıştırıcı arayüzünde) görülmesi sayesinde mine yüzeyindeki artık kompozitin temizlenmesinin daha kolay olacağı ve diş yüzeyine daha az hasar verileceği görüşü savunulmaktadır (Larmour ve ark. 1998).

Gustiana ve ark.'nın çalışmasına göre de, kontrol grubunun bağlanma kuvvetleri 10 dk ve 60 dk nane yağı uygulanan gruplara göre istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek

çıkıştır. Bu çalışmanın sonucunda kısa (10 dk) ve uzun (60 dk) süreli nane yağı uygulamasının arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulgulanmamıştır (Gustiana ve ark. 2011). Yapılan çalışmada, solüsyonların tam olarak etkisini gösterebilmeleri amacıyla 60 dk gibi uzun bir süre bekletilmesinin gerektiği belirtilmesine rağmen çıkan sonuçlara göre klinik kullanımlarda kısa süreli uygulamaların pratiklik açısından daha uygun olacağı söylenmektedir. Larmour ve Chadwick'in çalışmasına göre 1-2 dakikalık kısa süreli uygulamalarda nane yağının yeterli etkiyi gösteremediği bildirilmiştir. Bu nedenle biz de çalışmamızda kısa (5 dk) ve uzun (15 dk) süreli gruplar oluşturarak solüsyonların maksimum etkilerini gösterebilmelerini amaçladık.

Seramik braketlerin sökölmesinden önce nane yağı uygulaması ile mine hasarı riskinin azaltılabileceği varsayımı yaptığımız çalışmamızın sonuçları, mevcut literatürü desteklememektedir. Nane yağının kısa (5 dk) ve uzun süreli (15 dk) uygulanması arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamakla birlikte, sıyırma kuvvetleri kontrol grubununkine benzer çıkmıştır (Tablo 4.1, 4.2, 4.6). Diğer grupların sıyırma kuvvetleri ortalamalarına bakıldığında, kompoziti yumuşatma veya sertleştirme üzerinde etkisi en az olan çözücünün nane yağı olduğu görölmektedir (Tablo 4.1). Gruplar arasında standardizasyonu sağlamak amacıyla her solüsyonu en uzun 15 dk uygulamamıza rağmen, nane yağının asıl etkisini görebilmemiz açısından daha uzun süre uygulanmasının, mevcut literatürlerin de sonuçlarına bakarak kompoziti yumuşatma açısından etkili sonuç verebileceğini düşünmekteyiz.

5.2.5. Sıcak Su ile İlgili Bulguların Tartışılması

Ortodonti literatüründe; lazerin ve de elektrotermal tekniğin, yapıştırıcıyı yumuşatarak debonding işlemini kolaylaştırmasıyla ilgili çok sayıda çalışma olmasına rağmen sadece bir çalışmada sıcak suyun yapıştırıcıyı yumuşatma etkisinden bahsedilmiştir.

Carter, seramik braketlerin debonding işleminden önce, kliniğindeki kahve makinasından tedarik ettiği güvenli sıcaklıktaki su ile hastalara ağızlarını 1 dk boyunca çalkalatıp daha sonra debonding yaptığını, böylece yapıştırıcının yumuşadığını ve mine yüzeyine daha az zarar vererek konvansiyonel metotlarla braketlerin sökülebildiğini belirtmiştir (Carter 2003).

Ağız içi dokular ve dişler gün içinde, sıcak ve soğuk içecek ve yiyeceklere bağlı olarak -5 °C'den 76,3 °C'ye kadar farklı sıcaklıklara maruz kalmaktadırlar (Reynolds 1975).

Pulpadaki sıcaklık artışı yaklaşık 5,5 °C olduğunda geri dönüşümsüz pulpal hasar meydana gelmekte ve pulpada ölü hücreler görülmektedir (Lin ve ark. 2010).

Bu bilgiler ışığında bizim tez çalışmamızda da, suyun sıcaklığı pulpa hasarı oluşturmayacak şekilde 60 °C olarak belirlenmiştir. Çalışmamızda; 60 °C sıcaklığındaki suyun kısa ve uzun süreli uygulanmasının kompoziti yumuşatmadığı, aksine sertleştirerek kontrol grubuna göre sıyırma kuvvetlerini istatistiksel olarak anlamlı derecede arttırdığı sonucuna varılmıştır (Tablo 4.1, 4.2, 4.7). Tez çalışmamızın sonuçları, Carter'ın klinik tecrübesini desteklememektedir. Hasta ağzını, sıcak su yerine soğuk su ile çalkalattığımızda kompozitteki büzüşmeye bağlı olarak diş yüzeyine gelen yapıştırıcı alanının azalabileceği ve debonding kuvvetlerinin azaltılabileceği hipotezinin de ileriki çalışmalarda değerlendirilmesi gerektiğini düşünmekteyiz.

5.2.6. ARI Skorlarına Ait Bulguların Tartışılması

Artık yapıştırıcıyı doğru ve kesin bir şekilde değerlendirebilmek için yapılan ARI skorlaması, mine yüzeyinin büyütülerek incelendiği ve artık kompozit miktarının braket kaide alanına göre yüzdesel olarak ifade edildiği kantitatif bir yöntemdir (O'Brien ve ark. 1988). ARI skorlamasının doğru bir şekilde yapılması, doğru ortodontik yapıştırıcının seçilmesi ve mineye en az hasarı verecek debonding yönteminin belirlenebilmesi açısından önemlidir (Guan ve ark. 2000; Mui ve ark. 1999). Tez çalışmamızda; seramik braket kullanıldığı için, Bishara ve Truelove tarafından yeni skorlar eklenerek modifiye edilen ARI skorlaması tercih edilmiştir. Mevcut literatürde; ARI skorlamalarının, hangi solüsyonun yapıştırıcıyı daha fazla yumuşattığının ve sıyırma kuvvetlerinin sonucunda oluşan kopma bölgelerinin belirlenmesi açısından önemli olduğu belirtilmiştir (Santana ve ark. 2016).

ARI skorlaması yapılırken, büyütme miktarının skorlamanın güvenilirliği üzerine etkisi ile ilgili yapılan çalışmalarda, farklı büyütmelerde ARI skorlarında farklılıklar olduğu bildirilmiştir (Montasser ve Drummond 2009). Bu nedenle çalışmamızda ARI skorlamaları aynı araştırmacı tarafından on beşer gün arayla ikişer kez yapılmıştır ve kopma bölgelerinin belirlenebilmesi ve de doğru bir skorlama yapılabilmesi için hem braketlerin kaidesi hem de diş yüzeyleri stereomikroskop altında incelenmiştir.

Santana ve ark.'nın çalışmasında; farklı konsantrasyonlarda uygulanan aseton (%70) ve etanolün (%90), ARI skorlarında benzer etkiler oluşturdukları belirtilmiştir ve de istatistiksel olarak anlamlı olmamasına rağmen asetonun ARI skorlarını azalttığı bildirilmiştir. İki farklı adeziv sistemin uygulandığı bu çalışmada; minenin asitlenmesi ve su ile

yıkanmasından sonra adeziv uygulanan gruplarda, kendiliğinden asitli adeziv sistemin uygulandığı gruplara göre daha yüksek ARI skorları elde edilmiştir (Santana ve ark. 2016).

Larmour ve ark.'nın seramik braketlerin debonding işleminde aseton, etanol ve nane yağının farklı sürelerdeki etkinliklerini değerlendirdikleri çalışmada; hem kısa (5 dk) hem de uzun süre (60 dk) nane yağı uygulaması yapılan grupta braket kırığının hala bir sorun oluşturduğu ve kırılmanın mine-yapıştırıcı arayüzünde (adeziv kırılma) izlendiği bildirilmiştir (Larmour ve ark. 1998).

Bizim çalışmamızda ise; nane yağı 5 dakika grubu hariç bütün gruplarda örneklerin çoğunda adeziv kırılma (mine-yapıştırıcı arayüzünde) görülürken, nane yağı 5 dakika grubunda örneklerin çoğunda koheziv kırılma (braket-yapıştırıcı arayüzünde) izlenmiştir (Tablo 4.12). Klinik açıdan bakacak olursak; adeziv kırılmanın avantajının; mine yüzeyindeki artık yapıştırıcı miktarının az olması nedeniyle temizleme süresinin de az olacağını ve de yüksek hızda çalışan döner aletler ile temizleme işlemi yapılırken mineye daha az zarar verileceğini düşünmekteyiz. Buna rağmen; Larmour ve ark.'nın çalışmasına benzer olarak, bizim çalışmamızda da nane yağı 5 dakika grubu; etanol 15 dakika ve DMSO 15 dakika grubu ile birlikte mine kırığının (ARI skoru 4) en yüksek oranda görüldüğü gruptur (Tablo 4.12). Aseton 5 dakika ve aseton 15 dakika gruplarında da mine kırığı (ARI skoru 4) izlenmektedir (Tablo 4.12). Seramik braketlerin kullanıldığı çalışmalarda, bu braketlerin en büyük dezavantajının debonding işlemi sırasında minede kırıklara neden olduğu önemle vurgulanmaktadır (Mundstock ve ark. 1999; Russell 2005; Ostby ve ark. 2010).

Braket kırığının (ARI skoru 5) en fazla görüldüğü gruplar ise; kontrol grubu, aseton 5 dakika grubu ve etanol 5 dakika grubu olarak belirlenmiştir (Tablo 4.12). Aseton 15 dakika, etanol 15 dakika ve DMSO 15 dakika gruplarında da braket kırıklarına rastlanmıştır (Tablo 4.12). Braket kırıkları çoğunlukla, braketin okluzal tarafında görülmüştür. Bunun nedeninin; sıyırma kuvvetinin yönünün okluzalden gingivale doğru olmasından kaynaklandığını düşünmekteyiz. Ayrıca monokristalin seramik braketlerde, stresin yoğunlaştığı bölgeler olan Griffith kusurlarındaki çatlaklar yayılarak bu bölgelerde kırılmalara yol açabilir.

Sıyırma kuvveti testlerinde kompoziti en çok yumuşattığı gözlenen aseton 5 dk ve aseton 15 dk grubunun ARI skorları incelendiğinde, örneklerin yarısından fazlasında adeziv kırılma görülmesine rağmen her iki grupta da mine kırıkları ve braket kırıkları izlenmektedir (Tablo 4.14, 4.15). Kontrol grubu ile DMSO 5 dakika grubu arasında istatistiksel olarak

anlamalı bir fark gözlenmiştir. Kontrol grubunun medyan değeri DMSO 5 dakika grubuna göre daha yüksektir.

5.2.7. SEM Görüntülerinin Değerlendirilmesi

Zachrisson, debonding işlemi sonrasında artık kompozitin döner aletler ile temizlenmesine ve cilalanmasına rağmen diş yüzeylerinin SEM ile incelenmesi sonucunda mine yüzeyinde artık kompozitin kaldığını belirtmiştir. Ayrıca döner aletlerin mine yüzeyinde geri dönüşü olmayan çiziklere ve kayıplara neden olabildiği belirtilmiştir (Zachrisson 1977). Zachrisson ve Artun ise, örneklerin SEM görüntüleri incelendiğinde mine yüzeyinde en az çizik oluşturan ve mine kaybının minimum düşük hızda çalışan tungsten karbid frez ile görüldüğünü bildirmişlerdir (Zachrisson ve Artun 1979). Diedrich, bonding ve debonding işlemi sonrasında mine yüzeyindeki değişiklikleri taramalı elektron mikroskobu kullanarak incelediği çalışmada; plastik braketlerin debonding işlemi sonrasında ise mine yüzeyinde kırıklar görüldüğünü belirtmiştir (Diedrich 1981). Zarrinnia ve ark.; debonding sonrasında mine yüzeyinin yapısını SEM ile inceledikleri çalışmalarında, artık kompoziti en iyi yüksek hızda çalışan tungsten karbid frezin temizlediğini ancak minenin pürüzsüz olabilmesi için sonrasında mutlaka Sof-Lex bitim disklerinin kullanılması ve kauçuk bir frezle cila işlemi yapılması gerektiğini bildirmişlerdir (Zarrinnia ve ark. 1995). Eminkahyagil ve ark. ise; debonding sonrasında örneklerin SEM görüntülerini inceleyerek, özellikle yüksek hızda çalışan tungsten karbid frez kullanımı sonrasında mine hasarının kaçınılmaz olduğunu belirtmişlerdir (Eminkahyagil ve ark. 2006).

Santana ve ark.; iki farklı yapıştırma yöntemi ile metal braket yapıştırılan dişleri organik çözücülerde beklettikten sonra söküm işlemi yapmış ve SEM ile diş yüzeylerinin görüntülerini incelemişlerdir (Santana ve ark. 2016). Çalışmanın sonucunda; kendiliğinden asitli adeziv sistem uygulanan grupta asitin etkisi ile prizmatik minenin kısmen çözülerek aprizmatik mineye dönüştüğü ve ağsı bir yapı şeklinde görülen Tip 4 yüzey özelliği izlenmiştir. Minenin asitlenmesi ve su ile yıkanmasından sonra adeziv uygulanan grupta ise aprizmatik mine tabakasının daha düzenli olduğu ve çakıltaşı görüntüsünün görüldüğü Tip 2 yüzey özelliği izlenmiştir. Araştırmacılar; kendiliğinden asitli adeziv sistemin mineyi daha fazla ve düzensiz aşındırmasının nedeninin, bu sistemdeki fosfat iyonunun daha düşük konsantrasyonlarda bulunmasından kaynaklandığını söylemişlerdir. Fosfat iyonunun minedeki kalsiyuma bağlanarak demineralizasyonu engellemesi nedeniyle uzun süreli ortodontik tedavilerde avantaj sağlayabileceği belirtilmektedir (Santana ve ark. 2016). Ancak bu

çalışmada; SEM görüntülerine bakılarak, uygulanan organik solüsyonların mine yüzeyinde nasıl bir etki yarattığıyla ilgili bir bilgi verilmemiştir.

Tez çalışmamızda; ortodontik yapıştırıcının organik matriksinin organik çözücüler içindeki çözünürlüğü incelenmiştir ve her gruptan birer örnek seçilerek, bu organik çözücülerin mine yüzeyine ve kompozite nasıl etki ettiğini incelemek amacıyla daha önceki çalışmalarda yapıldığı gibi (Bishara ve Truelove 1990; Krell ve ark. 1993; Eminkahyagil ve ark. 2006) taramalı elektron mikroskobu tercih edilmiştir. Örneklerin SEM altındaki değerlendirilmesi ise Silverstone ve ark.'nın yaptıkları sınıflandırmaya göre yapılmıştır (Silverstone ve ark. 1975).

Çalışmamızın sonucunda kontrol grubunun SEM altındaki görüntüsü Tip 3 yüzey özelliklerini göstermektedir. Braketlerin yapıştırılması sırasındaki asitleme işlemine bağlı olarak hidroksiapatit kristalleri erimiş ve daha pürüzlü bir yüzey oluşmuştur (Şekil 4.22). Aseton 5 dakika, aseton 15 dakika, nane yağı 5 dakika, nane yağı 15 dakika, sıcak su 5 dakika ve sıcak su 15 dakika gruplarında ise mine yüzeyi kontrol grubuna göre daha düzensiz bir yüzey sergileyerek Tip 3 ve Tip 4 yüzey özellikleri birlikte görülmektedir, bu grupların örneklerinde mine yüzeyi dağınık bir pürüzlülüğe sahiptir (Şekil 4.23, 4.24, 4.29, 4.30, 4.31, 4.32). DMSO 5 dakika ve DMSO 15 dakika grubunda haritaya benzeyen, ağsı ve tamamlanmamış yap-boz şeklinde olan Tip 4 yüzey görüntüsü özellikleri görülmektedir (Şekil 4.27, 4.28). Etanol 5 dakika ve etanol 15 dakika grubunun SEM görüntüleri incelendiğinde ise, minenin en fazla etanol gruplarında aşındığı görülmektedir (Şekil 4.25, 4.26). Hatta etanol 15 dakika grubunda Tip 5 yüzey özelliği olan mine prizmalarının neredeyse tamamen yok olduğu dümdüz bir mine izlenmektedir (Şekil 4.26). Sıyırma testleri bulgularına bakıldığında tüm gruplar içinde en yüksek sıyırma kuvvetleri etanol 5 dakika ve etanol 15 dakika gruplarında görülmektedir. SEM görüntüleri incelendiğinde de etanolün mine yüzeyine en fazla hasar veren solüsyon olduğu görülmektedir. SEM görüntülerinde tüm gruplarda mikro çatlaklar izlenmesine rağmen etanol grubunda çatlakların derinliğinin belirgin bir şekilde fazla olduğu görülmektedir. Bu sonuçlara bakarak etanolün mine yüzeyine en fazla zarar veren solüsyon olduğunu ve klinik kullanıma uygun olmadığını düşünmekteyiz.

6. SONUÇLAR

- Aseton 5 dakika ve aseton 15 dakika grubunun sıyırma kuvvetleri, aynı sürelerde uygulanan diğer kimyasal solüsyonlara göre istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük çıkmıştır.
- Etanol 5 dakika ve etanol 15 dakika gruplarındaki sıyırma kuvvetleri, kontrol grubunun sıyırma kuvvetlerine göre istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek bulunmuştur. Tüm gruplar içinde en yüksek sıyırma kuvvetleri etanol 5 dakika ve etanol 15 dakika gruplarında görülmüştür ve bu değerler sıcak su 5 dakika ve sıcak su 15 dakika grubu dışında diğer tüm gruplara göre istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksektir.
- DMSO'nun etanole göre daha iyi bir çözücü olduğu, aseton ve nane yağına göre ise kompoziti yumuşatma etkisinin daha az olduğu bulunmuştur.
- Nane yağının kısa ve uzun süreli uygulanması arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamakla birlikte, sıyırma kuvvetleri kontrol grubununkine benzer çıkmıştır.
- 60 °C'lik sıcak suyun kısa ve uzun süreli uygulanmasının kompoziti yumuşatmadığı aksine sertleştirerek kontrol grubuna göre sıyırma kuvvetlerini istatistiksel olarak anlamlı derecede arttırdığı tespit edilmiştir.
- ARI skorlarına bakıldığında, nane yağı 5 dakika grubu hariç bütün gruplarda örneklerin çoğunda adeziv kırılma (mine-yapıştırıcı arayüzünde) görülürken, nane yağı 5 dakika grubunda örneklerin çoğunda koheziv kırılma (braket-yapıştırıcı arayüzünde) izlenmiştir. Mine kırığı (ARI skoru 4) en yüksek oranda nane yağı 5 dakika, etanol 15 dakika ve DMSO 15 dakika gruplarında görülmüştür. Braket kırığının (ARI skoru 5) en fazla görüldüğü gruplar ise; kontrol grubu, aseton 5 dakika grubu ve etanol 5 dakika grubu olarak belirlenmiştir.
- Sıyırma testleri sonrasında örneklerin SEM ile incelenmesi sonucunda; aseton, nane yağı ve sıcak su gruplarında kontrol grubuna göre daha pürüzlü bir yüzey olduğu görülmüştür. Tüm bu gruplara göre; DMSO uygulanan gruplarda mine yüzeyi daha düzensiz bir yapı gösterirken, etanolün mine yüzeyine en fazla hasar veren solüsyon olduğu görülmektedir. SEM görüntülerinde tüm gruplarda mikro çatlaklar izlenmesine rağmen, etanol grubunda çatlakların derinliğinin belirgin bir şekilde fazla bulunmuştur.

- Çalışmanın sonunda; aseton, etanol, DMSO, nane yağı ve sıcak suyun seramik braketlerin tutuculuk değerleri ve debonding işlemi üzerine etkileri üzerine kurduğumuz sıfır hipotez reddedilmiş, uygulanan kimyasal ajanlar arasında sadece asetonun hem 5 dk hem de 15 dk uygulanması ile yapıştırıcı yumuşamış ve sıyırma kuvvetleri azaltılmıştır.



7. KAYNAKLAR

- Abate, P.F., Rodriguez, V.I., Macchi, R.L. (2000). Evaporation of solvent in one-bottle adhesives. *J Dent*, 28, 437-440.
- Ackerman, M.B. (2003). The myth of Janus: Orthodontic progress faces orthodontic history. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 123(6), 594-596.
- Akın-Nergiz, N., Nergiz, I., Behlfelt, K., Platzer, U. (1996). Shear bond strength of a new polycarbonate bracket-an in vitro study with 14 adhesives. *Eur J Orthod*, 18(3), 295-301.
- Al-Shamsi, A.H., Cunningham, J.L., Lamey, P.J., Lynch, E. (2007). Three-dimensional measurement of residual adhesive and enamel loss on teeth after debonding of orthodontic brackets: An in vitro study. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 131, 301.e9-301.e15.
- Almeida, H.C., Vedovello-Filho, M., Vedovello, S.A., Young, A.A., Ramirez-Yañez, G.O. (2009). ER: YAG laser for composite removal after bracket debonding: a qualitative SEM analysis. *International Journal of Orthodontics*, 20(1), 9-13.
- Amano, T., Muramatsu, T., Amemiya, K., Kubo, K., Shimono, M. (2006). Responses of rat pulp cells to heat stress in vitro. *J Dent Res*, 85(5), 432-435.
- Asmussen, E., Peutzfeldt, A. (2001). Influence of pulse-delay curing on softening of polymer structures. *Journal of Dental Research*, 80(6), 1570-1573.
- Anusavice, K.J. (2003). Phillips' science of dental materials. p. 166. St.Louis: Mo: Saunders, 11 ed.
- Artun, N., Arman, A. (2007). Effects of Orthodontic Mechanics on Tooth Enamel: A Review. *Semin Orthod*, 13, 281-291.
- Artun, J., Bergland, S. (1984). Clinical trials with crystal growth conditioning as an alternative to acid-etch enamel pretreatment. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 85, 333-340.
- Athanasiou, A.E., Papadopoulos, M.A. (1997). Clinical characteristics and properties of

ceramic brackets: A comprehensive review. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 112(1), 34-40.

Bağdelen, G. Doktora tezi. Beyazlatma işlemi yapılmış dişlere uygulanan metal ve porselen braketlerin sıyırma ve çekme kuvvetlerine karşı tutuculuklarının değerlendirilmesi. İstanbul, İstanbul Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü; 2007.

Başer, K.H.C. (2009). Uçucu yağlar ve aromaterapi. *Fitomed*, 7, 8-25.

Beau, A., Bossard, D., Gebeile-Chauty, S. (2015). Magnetic resonance imaging artefacts and fixed orthodontic attachments. *Eur J Orthod*, 37(1), 105-110.

Birnie, D. (1990). Ceramic brackets. *Br J Orthod*, 17(1), 71-74.

Bishara, S.E., Fehr, D.E. (1993). Comparisons of the effectiveness of pliers with narrow and wide blades in debonding ceramic brackets. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 103, 253-257.

Bishara, S.E., Fehr, D.E. (1997). Ceramic brackets: Something old, something new, A review. *Semin Orthod*, 3, 178-188.

Bishara, S.E., Fehr, D.E., Jakobsen, J.R. (1993). A comparative study of the debonding strengths of different ceramic brackets, enamel conditioners and adhesives. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 104(2), 170-179.

Bishara, S.E., Fonseca, J.M., Boyer, D.B. (1995). The use of debonding pliers in the removal of ceramic brackets: Force levels and enamel cracks. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 108, 242-248.

Bishara, S.E., Forrseca, J.M., Fehr, D.E., Boyer, D.B. (1994). Debonding forces applied to ceramic brackets simulating clinical conditions. *Angle Orthod*, 64(4), 277-282.

Bishara, S.E., Leigh Van Wald, B.A., Olsen, M.E., Laffoon, J.F., Jakobsen, J.R. Effect of light-cure time on the initial shear bond strength of a glass-ionomer adhesive. (2000). *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 117, 164-168.

Bishara, S.E., Olsen, M.E., Wald, L.V. (1997). Evaluation of debonding characteristics of a new collapsible ceramic bracket. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 112, 552-559.

Bishara, S.E., Ostby, A.W., Laffoon, J. (2008). Enamel Cracks and Ceramic Bracket Failure during Debonding In Vitro. *Angle Orthod*, 78(6), 1078-1083.

Bishara, S.E., Trulove, T.S. (1990). Comparisons of different debonding techniques for ceramic brackets: an in vitro study. Part I. Background and methods. *Angle Orthod*, 98(2), 145-153.

Bishara, S.E., Truelove, T.S. (1990). Comparison of different debonding techniques for ceramic brackets: an in vitro study. Part II. Findings and Clinical Implications, *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 98, 263-273.

Bordeaux, J.M., Moore, R.N., Bagby, M.D. (1994). Comparative evaluation of ceramic bracket base designs. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 105, 552-560.

Brantley, W.A. (2001). Structure and properties of orthodontic materials. In: Brantley WA, Eliades T (eds). *Orthodontic materials: scientific and clinical aspects*. Germany, Aprinta, 1-25.

Brudevold, F. (1973). Interaction of fluoride with human enamel. *Symposium on Chemistry and Physiology of Enamel, Ann Arbor, University of Michigan*, 73-90.

Buonocore, M.G. (1955). A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces. *J Dent Res*, 34, 849-853.

Burrell, H. (1975). Solubility Parameter Values. In *Polymer Handbook*, J. Brandrup and E.H. Immergut, Eds., New York, NY: John Wiley & Sons, Inc., 337-359.

Buyukyilmaz, T., Usumez, S., Karaman, A.L. (2003). Effect of self-etching primer on bond strength: Are they reliable? *Angle Orthod*, 73, 64-70.

Campbell, P.M. (1995). Enamel surfaces after orthodontic bracket debonding. *Angle Orthod*, 65, 103-110.

Carter, R.N. (2003). Hot-Water Bath Facilitates Ceramic Debracketing. *Journal of Clinical Orthodontics, Editor's Note*.

Ceylan, A. (1987). Tıbbi Bitkiler II (Uçucu Yağ İçerenler). *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, İzmir*, 481.

Chung, C.H., Friedman, S.D., Mante, F.K. (2002). Shear bond strength of rebonded mechanically retentive ceramic brackets. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 122, 282-287.

Cozza, P., Martucci, L., De Toffol, L., Penco, S.I. (2006). Shear bond strength of metal brackets on enamel. *Angle Orthod*, 76(5), 851-856.

Cruickshank, E.J., Chadwick, R.G. (1998). Can chemical softening agents minimize cavity enlargement during removal of failed anterior resin composite restorations? *Journal of Oral Rehabilitation*, 25, 167-173.

Çalıkoğlu, E., Kıralan, M., Bayrak, A. (2006) Uçucu yağ nedir, nasıl üretilir ve Türkiye'deki durumuna genel bir bakış. *Türkiye 9. Gıda Kongresi, 24-26 Mayıs, Bolu*.

Diedrich, P. (1981). Enamel alterations from bracket bonding and debonding: a study with the scanning electron microscope. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 79, 500-522.

Dobrin, R.J., Kamel, I.L., Musich, D.R. (1975). Load-deformation characteristics of polycarbonate orthodontic brackets. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 67(1), 24-33.

Dovgan, J.S., Walton, R.E., Bishara, S.E. (1995). Electrothermal debracketing: Patient acceptance and effects on the dental pulp. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 108, 249-255.

Dumore, T., Fried, D. (2000). Selective ablation of orthodontic composite by using sub-microsecond IR laser pulses with optical feedback. *Lasers in Surgery and Medicine*, 27, 103-110.

Elekdag-Turk, S., Isci, D., Cakmak, F., Turk, T. (2016). Debonding characteristics of a polymer mesh base ceramic brackets cured with two different curing units. *92nd European Orthodontic Society Congress, Stockholm, Sweden*, 128.

Elekdag-Turk, S., Isci, D., Ozkalayci, N., Turk, T. (2009). Debonding characteristics of a polymer mesh base ceramic bracket bonded with two different conditioning methods. *Eur J Orthod*, 31(1), 84-89.

Eliades, T., Eliades, G., Brantley, W.A. (2001). Orthodontic brackets. In: Brantley WA, Eliades T (eds). *Orthodontic materials: Scientific and clinical aspects*. Germany, Aprinta. 143-172.

Eliades, T., Eliades, G., Brantley, W.A., Johnston, W.M. (1995). Polymerization efficiency of chemically cured and visible light-cured orthodontic adhesives: degree of cure. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 108(3), 294-301.

Eliades, T., Sifakakis, L. (2017). Clinically Relevant Aspects of Dental Materials Science in Orthodontics. In: Graber LW, Vanarsdall RL, VigKW, Huang GJ. *Orthodontics: current principles and techniques*, Sixth Edition, United States of America, Elsevier, 187-199.

Eliades, T., Viazis, A., Lekka, M. (1993). Failure mode analysis of ceramic brackets bonded to enamel. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 104, 21-26.

Eminkahyagil, N., Arman, A., Cetinsahin, A., Karabulut, E. (2006). Effect of resin-removal methods on enamel and shear bond strength of rebonded brackets. *Angle Orthodontist*, 76, 314-321.

Faltermeier, A., Behr, M., Müssig, D. (2007). In vitro colour stability of aesthetic brackets. *Eur J Orthod*, 29(4), 354-358.

Fernandez, L., Canut, J.A. (1999). In vitro comparison of the retention capacity of new aesthetic brackets. *Eur J Orthod*, 21(1), 71-77.

Ferracane, J.L. (2006). Hygroscopic and hydrolytic effects in dental polymer networks. *Dental Materials*, 22(3), 211-222.

Fitzpatrick, D.A., Way, D.C. (1977). The effects of wear, acid etching and bond removal on human enamel. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 72, 671-681.

Flagg-Brayton, C. (1986). Dimethyl Sulfoxide: A review. *Cornell Vet*, 76, 61-90.

Gale, M.S., Darvell, B.W. (1999). Thermal cycling procedures for laboratory testing of dental restorations. *J Dent*, 27(2), 89-99.

Garcia, F.C., Wang, L., Pereira, L.C., de Andrade e Silva, S.M., Junior, L.M., Carrilho, M.R. (2010). Influences of surface and solvent on retention of HEMA/mixture components after evaporation. *J Dent*, 38, 44-49.

Ghafari, J. (1992). Problems associated with ceramic brackets suggest limiting use to selected teeth. *Angle Orthod*, 62(2), 145-152.

Ghafari, J., Chen, S.S. (1990). Mechanical and SEM study of debonding two types of ceramic brackets (abstract). *J Dent Res*, 69, abstract no 1837.

Goodis, H.E., White, J.M., Andrews, J., Watanabe, L.G. (1989). Measurements of temperature generated by visible-light-cure lamps in an in vitro model. *Dent Mater*, 5(4), 230-234.

Graber, T.M., Vanarsdall, R.L., Vig, W.L.K. (2005). Orthodontics: Current principles and techniques. 4th ed, Elsevier Mosby.

Guan, G., Takano-Yamamoto, T., Miyamoto, M., Hattori, T., Ish-ikawa, K., Surzuki, K. (2000). Shear bond strengths of orthodontic plastic brackets. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 117, 438-443.

Guignone, B.C., Silva, L.K., Soares, R.V., Akaki, E., Goiato, M.C., Pithon, M.M., Oliveira, D.D. (2015). Color stability of ceramic brackets immersed in potentially staining solutions. *Dental Press J Orthod*, 20(4), 32-38.

Guess, M.B., Watanabe, L.G., Beck, F.M., Crall, M.G. (1988). The effect of Silane coupling agents on the bond strength of a polycrystalline ceramic bracket. *J Clin Orthod*, 22, 788-792.

Gustiana, E., Tarman, K.E., Halim, H. (2011). The effectiveness of peppermint oil to reduce the risk of enamel damage during debonding ceramic bracket. *Conference: 25th IADR-SEA Division Annual Scientific Meeting*.

Gwinnett, A.J., Gorelick, L. (1977). Microscopic evaluation of enamel after debonding clinical application. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 71, 651-

655.

Habibi, M., Nik, T.H. (2007). Comparison of debonding characteristics of metal and ceramic orthodontic brackets to enamel: An in-vitro study. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 132, 675-679.

Hanslick, J.L., Lau, K., Noguchi, K.K., Olney, J.W., Zorumski, C.F., Mennerick, S., Farber, N.B. (2009). "Dimethyl sulfoxide (DMSO) produces widespread apoptosis in the developing central nervous system". *Neurobiology of Disease*, 34(1), 1-10.

Hosein, I., Sherriff, M., Ireland, A.J. (2004). Enamel loss during bonding, debonding, and cleanup with use of a self-etching primer. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 126, 717-724.

Huang, T.H., Yen, C.C., Kao, C.T. (2001). Comparison of ion release from new and recycled orthodontic brackets. *J Orthod Dentofacial Orthop*, 120(1), 68-75.

Jeiroudi, M.T. Enamel fracture caused by ceramic brackets. (1991). *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 99, 97-99.

Joo, H.J., Lee, Y.K., Lee, D.Y., Kim, Y.J., Lim, Y.K. (2011). Influence of orthodontic adhesives and clean-up procedures on the stain susceptibility of enamel after debonding. *Angle Orthodontist*, 81(2), 334-340.

Joseph, V.P., Rossouw, E. (1990). The shear bond strengths of stainless steel and ceramic brackets used with chemically and light-activated composite resins. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 97, 121-125.

Jost-Brinkmann, P.G., Stein, H., Miethke, R.R., Nakata, M. (1992). Histologic investigation of the human pulp after thermodebonding of metal and ceramic brackets. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 102, 410-417.

Karamouzos, A., Athanasiou, A.E., Papadopoulos, M.A. (1997). Clinical characteristics and properties of ceramic brackets: A comprehensive review. *J Orthod Dentofac Orthop*, 112, 34-40.

Karan, S., Hancioglu-Kircelli, B., Tasdelen, B. (2010). Enamel surface roughness after

debonding: Comparison of two different burs. *Angle Orthod.*, 80, 1081-1088.

Kim, S.S., Park, W.K., Son, W.S., Ahn, H.S., Ro, J.H., Kim, Y.D. (2007). Enamel surface evaluation after removal of orthodontic composite remnants by intraoral sandblasting: a 3-dimensional surface profilometry. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 132, 71-76.

Kishen, A., Ramamurty, U., Asundi, A. (2000). Experimental studies on the nature of property gradients in the human dentine. *J Biomed Mater Res*, 51(4), 650-659.

Kitahara-Céia, F.M., Mucha, J.N., Marques dos Santos, P.A. (2008). Assessment of enamel damage after removal of ceramic brackets. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 134(4), 548-555.

Kley, P., Frentzen, M., Küpper, K., Braun, A., Kecsmar, S., Jager, A., Wolf, M. (2016). Thermotransduction and heat stress in dental structures during orthodontic debonding: Effectiveness of various cooling strategies. *J Orofac Orthop.*, 77(3), 185-193.

Koch, G., Friberger, P. (1971). Fluoride content of outermost enamel layers in teeth exposed to topical fluoride application. *Odontol. Revy*, 22, 351-362.

Koch, G., Petersson, L.G. (1972). Fluoride content of enamel surface treated with a varnish containing sodium fluoride. *Odontol. Revy*, 23, 437-446.

Krell, K.V., Courey, J.M., Bishara, S.E. (1993). Orthodontic bracket removal using conventional and ultrasonic debonding techniques, enamel loss and time requirements. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 103, 258-266.

Kusy, R.P. (1988). Morphology of polycrystalline alumina brackets and its relationship to fracture toughness and strength. *Angle Orthodontist*.

Kusy, R.P., Whitley, J.Q. (2005). Degradation of plastic polyoxymethylene brackets and the subsequent release of toxic formaldehyde. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 127(4), 420-427.

Larmour, C.J., Chadwick, R.G. (1995). Effects of a commercial orthodontic debonding agent upon the surface microhardness of two orthodontic bonding resins. *Journal of Dentistry*, 23, 37-40.

- Larmour, C. J., McCabe, J.F., Gordon P.H. (1998). An Ex vivo investigation into the effects of chemical solvents on the debond behaviour of ceramic orthodontic brackets. *British Journal of Orthodontics*, 25, 35-39.
- Leloup, G., D'Hoore, W., Bouter, D., Degrange, M., Vreven, J. (2001). Meta-analytical review of factors involved in dentin adherence. *J Dent Res*, 80(7), 1605-1614.
- Lew, K.K., Hong, Y.H. Quantitative and qualitative assessment ^[1]_{SEP} of enamel surface following five composite removal methods after bracket debonding. (1995). *Eur J Orthod.*, 7, 121-128.
- Lin, M., Xu, F., Lu, T.J., Bai, B.F. (2010). A review of heat transfer in human tooth: Experimental characterization and mathematical modeling. *Dent Mater*, 26(6), 501-513.
- Liu, J.K., Chung, C.H., Chang, C.Y., Shieh, D.B. (2005). Bond strength and debonding characteristics of a new ceramic bracket. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 128, 761-765.
- Lopatiene, K., Borisovaite, M., Lapenaite, E. (2016). Prevention and treatment of white spot lesions during and after treatment with fixed orthodontic appliances: Systematic literature review. *J Oral Maxillofac Res*, 18(1), 3-8.
- Ma, T., Marangoni, R.D. (1997). In vitro comparison of debonding force and intrapulpal temperature changes during ceramic orthodontic bracket removal using a carbon dioxide laser. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 111, 203-210.
- Magalhães, M.F., Ferreira, R.A.N., Grossi, P.A., Andrade, R.M. (2008). Measurement of thermophysical properties of human dentin: Effect of open porosity. *J Dent*, 36(8), 588-594.
- Mannerberg, F. (1960). Appearance of tooth surface. *Odontol. Revy*, 11, 6.
- McKinney, J.E., Wu, W. (1985). Chemical softening and wear of dental composites. *Journal of Dental Research*, 64, 1326-1331.
- Montasser, M.A., Drummond, J.L. (2009). Reliability of the Adhesive Remnant Index Score System with Different Magnifications. *Angle Orthodontist*, 79(4), 773-776.
- Moszner, N., Salz, U., Zimmermann, J. (2005). Chemical aspects of self-etching enamel

dentin adhesives: a systematic review. *Dental Mater.*, 21(10), 895-910.

Moraes, R.R., Schneider, L.F.J., Sobrinho, L.C., Consani, S., Coelho Sinhoreti, M.A. (2007). Influence of Ethanol Concentration on Softening Tests for Cross-link Density Evaluation of Dental Composites. *Materials Research*, 10(1), 79-81.

Mui, B., Rossouw, P.E., Kulkarni, G.V. (1999). Optimization of a procedure for rebonding dislodged orthodontic brackets. *Angle Orthod*, 69, 276-281.

Mundstock, K.S., Sadowsky, P.L., Lacefield, W., Bae, S. (1999). An in vitro evaluation of a metal reinforced orthodontic ceramic bracket. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 116(6), 635-642.

Nalbantgil, D., Tozlu, M., Oztoprak, M.O. (2014). Pulpal thermal changes following Er-YAG laser debonding of ceramic brackets. *The Scientific World Journal*, Article ID 912429, 4 pages.

Newman, G.V. (1965). Epoxy adhesives for orthodontic attachments: progress reports. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 51, 901-912.

Nikaido, T., Kunzelmann, K.H., Chen, H., Ogata, M., Harada, N., Yamaguchi, S. (2002). Evaluation of thermal cycling and mechanical loading on bond strength of a self-etching primer system to dentin. *Dent Mater Off Publ Acad Dent Mater*, 18(3), 269-275.

O'Brien K.D., Wattas, D.C., Read, M.J.F. (1988). Residual debris and bond strength: Is there a relationship? *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 94, 222-230.

Øgaard, B., Bishara, S.E., Duschner, H. (2004). Enamel effects during bonding-debonding and treatment with fixed appliances. In: Graber TM, Eliades T, Athanasiou AE (eds). *Risk management in orthodontics: experts' guide to malpractice*. United States of America, Quintessence Publishing, 19-46.

Oliveira, M.T., Freitas, P.M., Paula-Eduardo C., Ambrosano, G.M., Giannini, M. (2007). Influence of diamond sono-abrasion, air-abrasion and Er:YAG laser irradiation on bonding of different adhesive systems to dentin. *European Journal of Dentistry*, 1, 158-166.

Oliver, R.G. (1988). The effect of different methods of bracket removal on the amount of

residual adhesive. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 93, 196-200.

Olsen, M.E., Bishara, S.E., Boyer D.B., Jakobsen J.R. (1996). Effect of varying etching times on the bond strength of ceramic brackets. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 109, 403-409.

Omana, H.M., Moore, R.N., Bagby, M.D. (1992). Frictional properties of metal and ceramic brackets. *J Clin Orthod*, 26(7), 425-432.

Ostby, A.W., Bishara, S.E., Laffoon, J.F., Warren, J.J. (2010). In vitro comparison of the debonding characteristics of two pliers used for ceramic brackets. *Semin Orthod*, 16, 76-82.

Oztoprak, M.O., Nalbantgil, D., Erdem, A.S., Tozlu, M., Arun, T. (2010). Debonding of ceramic brackets by a new scanning laser method. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 138(2), 195-200.

Öztaş, S.E., Hacıağaoğlu F. (2018). MR Çekilecek Ortodonti Hastaları İçin Klinik Rehber. <https://tod.org.tr/hekimler-icin/yol-haritasi/>

Peltonen, L. (1979). Nickel sensitivity in the general population. *Contact Dermatitis*, 5, 27-29.

Petersson, L.G. (1976). Fluorine gradients in outermost surface enamel after various forms of topical application of fluorides in vivo. *Odontol. Revy*, 27, 25-50.

Pohto, M., Sheinin, A. (1957). Microscopic observations on living dental pulp: Part 2. *Acta Odontologica Scandinavica*, 24, 303-314.

Redd, T.B., Shivapuja, P.K. (1991). Debonding ceramic brackets: Effects on enamel surface. *J Clin Orthod*, 25, 475-481.

Reimann, S., Bourauel, C., Weber, A., Dirk, C., Lietz, T. (2016). Friction behavior of ceramic injection molded (CIM) brackets. *J Orofac Orthop*, 77(4), 262-271.

Retamoso, L.B., Luz, T.B., Marinowic, D.R., Machado, D.C., De Menezes, L.M., Freitas, M.P., Oshima, H.M. (2012). Cytotoxicity of esthetic, metallic, and nickel-free orthodontic

brackets: cellular behavior and viability. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 142(1), 70-74.

Reynolds, I.R. (1975). A review of direct bonding. *Br J Orthod*, 2, 171-178.

Retief, D.H. (1974). Failure at the dental adhesive-etched enamel interface. *J Oral Rehabil*, 1, 265-284.

Russell, J.S. (2005). Aesthetic orthodontic brackets. *J Orthod*, 32(2), 146-163.

Russell, J.S. (2005). Current products and practice aesthetic orthodontic brackets. *Journal of Orthodontics*, 32, 146-163.

Santana, R.M., Rached, R.N., Souza, E.M., Guariza-Filho, O., Camargo, E.S., Pithon, M.M., Tanaka, O.M. (2016). Effect of organic solvents and ultrasound on the removal of orthodontic brackets. *Orthod Craniofac Res, published by John Wiley & Sons Ltd*.

Scott, G.E. Jr. (1988). Fracture toughness and surface cracks the key to understanding ceramic brackets. *Angle Orthod*, 58(1), 5-8.

Sfondrini, M.F., Cacciafesta, V., Pistorio, A., Sfondrini, G. (2001). Effects of conventional and high-intensity light-curing on enamel shear bond strength of composite resin and resin-modified glass-ionomer. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 119, 30-35.

Sheridan, J.J., Brawley, G., Hastings, J. (1986). Electrothermal debracketing (Part I): An in vitro study. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 89(1), 21-27.

Sheridan, J.J., Brawley, G., Hastings, J. Electrothermal debracketing (Part II): An in vivo study. (1986) *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 89, 141-145.

Silverstone, L.M., Saxton, C.A., Dogon, I.L., Fejerskov, O. Variation in the pattern of acid etching of human dental enamel examined by scanning electron microscopy. (1975) *Caries Res*, 9, 373-387.

Sisman A., Uysal, T. (2008). Can previously bleached teeth be bonded safely using self-etching primer systems. *Angle Orthod*, 78, 711-715.

Soderquist, S.A., Drummond, J.L. (2006). Bond strength evaluation of ceramic and stainless steel bracket bases subjected to cyclic tensile loading *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 129, 175.e7-175.e12.

Sonis, A.L. (1996). Air abrasion of failed bonded metal brackets: a study of shear bond strength and surface characteristics as determined by scanning electron microscopy. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 110, 96-98.

Storm E.R. (1990). Debonding ceramic brackets. *J. Clin. Orthod.*, 24(2), 91-94.

Stratmann, U., Schaarschmidt, K., Wegener, H., Ehmer, U. (1996). The extend of enamel surface fractures. A quantitative comparison of thermally debonded ceramic and mechanically debonded metal brackets by energy dispersive micro and image-analysis. *European J. Orthod*, 18, 655-662.

Strobl, K., Bahns, T.L., Wiliham, L., Bishara, S.E., Stwalley W.C. (1992). Laser-aided debonding of orthodontic ceramic brackets. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 101(2), 152-158.

Swartz, M.L. (1988). Ceramic brackets. *J Clin Orthod*, 22(2), 82-88.

Szymanska, Z., Zylicz, M. (2009). Mathematical modeling of heat shock protein synthesis in response to temperature change. *J Theor Biol*, 259(3), 562-569.

Theodorakopoulous, L., Sadowsky, P.L., Jacobson, A., Lacefield, W. Jr. (2004). Evaluation of the debonding characteristic of 2 ceramic brackets: an in vitro study. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 125, 329-336.

Tocchio, R.M., Williams, P.T., Mayer, F.J., Standing, K.G. (1993). Laser debonding of ceramic orthodontic brackets *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 103, 155-162.

Tufekci, E., Mirrill, T.E., Pintado, M.R. (2004). Enamel loss associated with orthodontic adhesive removal on teeth with white spot lesions: an in vitro study. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 125, 733-740.

Tunc, E.P. (2007). Finite element analysis of heat generation from different light-

polymerization sources during cementation of all-ceramic crowns. *J Prosthet Dent*, 97(6), 366-374.

Van-Landuyt, K.L., Snauwaert, J., De-Munck J., Peumans, M., Yoshida, Y., Poitevin, A. (2007). Systematic review of the chemical composition of contemporary dental adhesives. *Biomaterials*, 28, 3757-3785.

Van-Landuyt, K.L., Snauwaert, J., Peumans, M., De-Munck, J., Lambrechts, P., Van-Meerbeek, B. (2008). The role of HEMA in one-step self-etch adhesives. *Dent Mater*, 24, 1412-1419.

Vignes, R. (2005). Dimethyl Sulfoxide (DMSO) - A "New" Clean, Unique, Superior Solvent. *American Chemical Society Annual Meeting*.

Waldren, M. (1991). An introduction into the fracture toughness of a light cured orthodontic adhesive. *MSc Thesis, University of London*.

Waldron, M., Causton, B.E. (1991). A study of the fracture toughness of a light cured adhesive. *Journal of Dental Research*, 70, 696 (abstr.218).

Wigdor, H., Abt, E., Ashrafi, S., Walsh, J.T. Jr. (1993). The effect of lasers on dental hard tissues. *The Journal of the American Dental Association*, 124(2), 65-70.

Winchester, L.J. (1991). Bond strengths of five different ceramic brackets: an in vitro study. *Eur J Orthod*, 13, 293-305.

Winchester, L.J. (1992). Methods of debonding ceramic brackets. *Br J Orthod*, 19, 233-237.

Wu, W., McKinney, J.E. (1982). Influence of Chemicals on Wear of Dental Composites. *J Dent Res*, 61(10), 1180-1183.

Xu, H.H., Smith, D.T., Jahanmir, S., Romberg, E., Kelly, J.R., Thompson, V.P., Rekow, E.D. (1998). Indentation damage and mechanical properties of human enamel and dentin. *J Dent Res*, 77(3), 472-480.

Zach, L., Cohen, G., (1965). Pulp response to externally applied heat. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology*, 19(4), 515-530.

- Zachrisson, B.U. (1977). A posttreatment evaluation of direct bonding in orthodontics. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 71, 173-189.
- Zachrisson, B.U., Artun. (1979). Enamel surface after various debonding techniques. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 75(2), 121-127.
- Zarrinia, K., Eid, N.M., Kehoe, M.J. (1995). The effect of different debonding techniques on the enamel surface: an in vitro qualitative study. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 108, 284-293.



Tablo 4-3: Farklı süreli aseton gruplarının karşılaştırılması

	Süre	n	Ortalama	St. Sapma	St. Hata	P değeri
Ölçüm	5 dk	12	13,9849708	1,40582763	,40582748	0,000*
	15 dk	12	11,6606533	1,20006989	,34643034	

Tablo 4-4: Farklı süreli etanol gruplarının karşılaştırılması

	Süre	n	Ortalama	St. Sapma	St. Hata	P değeri
Ölçüm	5 dk	12	32,5294975	7,30858775	2,10980755	0,563
	15 dk	12	30,8305250	6,84363742	1,97558795	

Tablo 4-5: Farklı süreli DMSO gruplarının karşılaştırılması

	Süre	n	Ortalama	St. Sapma	St. Hata	P değeri
Ölçüm	5 dk	12	24,8262175	4,19192868	1,21010558	0,206
	15 dk	12	22,8746617	3,05084550	,88070323	

Tablo 4-6: Farklı süreli nane yağı gruplarının karşılaştırılması

	Süre	n	Ortalama	St. Sapma	St. Hata	P değeri
Ölçüm	5 dk	12	19,2493042	3,78693098	1,09319281	0,187
	15 dk	12	17,1761292	3,67260594	1,06019001	

Tablo 4-7: Farklı süreli sıcak su gruplarının karşılaştırılması

	Süre	n	Ortalama	St. Sapma	St. Hata	P değeri
Ölçüm	5 dk	12	24,9277258	4,85940691	1,40278994	0,914
	15 dk	12	25,1653800	5,75652839	1,66176661	

Tablo 4-12: Tüm gruplardaki örneklerin ARI skor değerlerine göre dağılımı

	Kontrol Grubu	Aseton 5 dk	Aseton 15 dk	Etanol 5 dk	Etanol 15 dk	DMSO 5 dk	DMSO 15 dk	Nane Yağı 5 dk	Nane Yağı 15dk	Sıcak Su 5 dk	Sıcak Su 15 dk	Toplam
ARI 0	1	5	5	5	2	6	7	2	7	10	8	58 (%44)
ARI 1	6	2	3	3	5	5	1	2	4	1	2	34 (%25,8)
ARI 2	2	0	2	1	1	0	0	3	0	0	1	10 (%7,6)
ARI 3	0	1	0	0	2	1	1	3	1	1	0	10 (%7,6)
ARI 4	0	1	1	0	2	0	2	2	0	0	0	8 (%6)
ARI 5	3	3	1	3	0	0	1	0	0	0	1	12 (%9)
Toplam	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	132 (%100)

Tablo 4-13: Kontrol grubundaki örneklerin ARI skorlarına göre sayısal ve yüzdesel olarak dağılımı

	n (Sayı)	Yüzde (%)
ARI 0	1	%8,3
ARI 1	6	%50
ARI 2	2	%16,7
ARI 3	0	%0
ARI 4	0	%0
ARI 5	3	%25
Toplam	12	%100

Tablo 4-14: Aseton 5 dakika grubundaki örneklerin ARI skorlarına göre sayısal ve yüzdesel olarak dağılımı

	n (Sayı)	Yüzde (%)
ARI 0	5	%41,7
ARI 1	2	%16,7
ARI 2	0	%0
ARI 3	1	%8,3
ARI 4	1	%8,3
ARI 5	3	%25
Toplam	12	%100

Tablo 4-15: Aseton 15 dakika grubundaki örneklerin ARI skorlarına göre sayısal ve yüzdesel olarak dağılımı

	n (Sayı)	Yüzde (%)
ARI 0	5	%41,7
ARI 1	3	%25
ARI 2	2	%16,7
ARI 3	0	%0
ARI 4	1	%8,3
ARI 5	1	%8,3
Toplam	12	%100

Tablo 4-16: Etanol 5 dakika grubundaki örneklerin ARI skorlarına göre sayısal ve yüzdesel olarak dağılımı

	n (Sayı)	Yüzde (%)
ARI 0	5	%41,7
ARI 1	3	%25
ARI 2	1	%8,3
ARI 3	0	%0
ARI 4	0	%0
ARI 5	3	%25
Toplam	12	%100

Tablo 4-17: Etanol 15 dakika grubundaki örneklerin ARI skorlarına göre sayısal ve yüzdesel olarak dağılımı

	n (Sayı)	Yüzde (%)
ARI 0	2	%16,7
ARI 1	5	%41,7
ARI 2	1	%8,2
ARI 3	2	%16,7
ARI 4	2	%16,7
ARI 5	0	%0
Toplam	12	%100

Tablo 4-18: DMSO 5 dakika grubundaki örneklerin ARI skorlarına göre sayısal ve yüzdesel olarak dağılımı

	n (Sayı)	Yüzde (%)
ARI 0	6	%50
ARI 1	5	%41,7
ARI 2	0	%0
ARI 3	1	%8,3
ARI 4	0	%0
ARI 5	0	%0
Toplam	12	%100

Tablo 4-19: DMSO 15 dakika grubundaki örneklerin ARI skorlarına göre sayısal ve yüzdesel olarak dağılımı

	n (Sayı)	Yüzde (%)
ARI 0	7	%58,4
ARI 1	1	%8,3
ARI 2	0	%0
ARI 3	1	%8,3
ARI 4	2	%16,7
ARI 5	1	%8,3
Toplam	12	%100

Tablo 4-20: Nane yağı 5 dakika grubundaki örneklerin ARI skorlarına göre sayısal ve yüzdesel olarak dağılımı

	n (Sayı)	Yüzde (%)
ARI 0	2	%16,7
ARI 1	2	%16,7
ARI 2	3	%25
ARI 3	3	%25
ARI 4	2	%16,7
ARI 5	0	%0
Toplam	12	%100

Tablo 4-21: Nane yağı 15 dakika grubundaki örneklerin ARI skorlarına göre sayısal ve yüzdesel olarak dağılımı

	n (Sayı)	Yüzde (%)
ARI 0	7	%58,4
ARI 1	4	%33,3
ARI 2	0	%0
ARI 3	1	%8,3
ARI 4	0	%0
ARI 5	0	%0
Toplam	12	%100

Tablo 4-22: Sıcak su 5 dakika grubundaki örneklerin ARI skorlarına göre sayısal ve yüzdesel olarak dağılımı

	n (Sayı)	Yüzde (%)
ARI 0	10	%83,4
ARI 1	1	%8,3
ARI 2	0	%0
ARI 3	1	%8,3
ARI 4	0	%0
ARI 5	0	%0
Toplam	12	%100

Tablo 4-23: Sıcak su 15 dakika grubundaki örneklerin ARI skorlarına göre sayısal ve yüzdesel olarak dağılımı

	n (Sayı)	Yüzde (%)
ARI 0	8	%66,7
ARI 1	2	%16,7
ARI 2	1	%8,3
ARI 3	0	%0
ARI 4	0	%0
ARI 5	1	%8,3
Toplam	12	%100

İNTİHAL RAPORU İLK SAYFASI

FARKLI KİMYASAL ÇÖZÜCÜ AJANLARIN SERAMİK
ORTODONTİK BRAKETLERİN OEBONOİNG VE KOPMA
BÖLGELERİ ÜZERİNE ETKİLERİNİN İN VİTRO OLARAK
DEĞERLENDİRİLMESİ

ORJİNALLİK RAPORU

% **10** % **9** 01o3
BENZ R:LIK ENDEKSİ INT R:NET 'VA'VINLAR: öö,R:N Ç ð oEVL R:1
KA'VNAKLARI

BİRİNCİ KAYNAK

 avesis.istanbul.edu.tr
1ntornat Kaynağı

 acikerisim.istanbul.edu.tr
1ntornat Kaynağı

 dspace.trakya.edu.tr:8080
1ntornat Kaynağı

 library.cu.edu.tr
1ntornat Kaynağı

 Submitted to Yeditepe University
Öğrenci Ödavi

<%1

 www.sporbilimieri.org.tr
1ntornat Kaynağı

<%1

 Submitted to Istanbul University
Öğrenci Ödavi

<%1

 polen.itu.edu.tr

Yayınları/Tebliğleri Sertifikaları/Ödülleri:

Konjenital ve Edinsel Kanama Bozukluğu Olan Hastalarda Ortodontik Tedavi Yaklaşımları - Orthodontic Treatment Approaches in Patients with Congenital and Acquired Bleeding Disorders

Öztaş S.E., Uzunçibuk H.

Diş Hekimliğinde Konjenital, Edinsel Kanama Sorunlarının Yönetimine Güncel Yaklaşımlar. 1. Baskı. Ankara: Türkiye Klinikleri; 2020. p.52-8.

Mandibular Dental Orta Hat Asimetrisi Olan Erişkin Hastanın Çekimli Ortodontik Tedavisi Olgu Sunumu

Uzunçibuk H., Yılmaz Öğütlü N., Marşan G.

16. Uluslararası Türk Ortodonti Derneği Sempozyumu, Muğla, Türkiye, 2 - 05 Kasım 2019, ss.1

Dudak Damak Yarıklı Hastalarda Ortognatik Cerrahi ve Maksiller Distraksiyon Osteogenezisinin Karşılaştırılması - Literatür Derlemesi Maxillary Distraction Osteogenesis versus Orthognathic Surgery for Cleft Lip and Palate Patients: Literature Review

Uzunçibuk H., Öztaş E.

16. Uluslararası Türk Ortodonti Derneği Sempozyumu, Muğla, Türkiye, 2 - 05 Kasım 2019, ss.1

Orthognathic Surgery Treatment of An Adult Patient with Skeletal Class In Malocclusion and Mandibular Laterognathia - A Case Report

Öztaş S. E., Uzunçibuk H.

16. Uluslararası Türk Ortodonti Derneği Sempozyumu, Muğla, Türkiye, 2 - 05 Kasım 2019, ss.1

İskeletsel Sınıf III İlişki ve Asimetri Görülen Adolesan Hastanın Ortodontik Tedavisi: Bir Olgu Sunumu - Orthodontic Treatment of Adolescent Patient With Skeletal Class III Malocclusion And Asymmetry: A Case Report

Yılmaz Öğütlü N., Uzunçibuk H., Gümrü Çelikel A. D.

16. Uluslararası Türk Ortodonti Derneği Sempozyumu, Muğla, Türkiye, 2 - 05 Kasım 2019, ss.1

Mandibular Dental Orta Hat Asimetrisi Olan Erişkin Hastanın Çekimli Ortodontik Tedavisi - Olgu Sunumu Orthodontic Treatment of an Adult Patient with Mandibular Dental Midline Asymmetry - A Case Report

Uzunçibuk H., Yılmaz Öğütlü N., Marşan G.

16. Uluslararası Türk Ortodonti Derneği Sempozyumu, Muğla, Türkiye, 2 - 05 Kasım 2019, ss.1

Maxillary Distraction Osteogenesis Versus Orthognathic Surgery For Cleft Lip And Palate Patients : Literature Review

Uzunçibuk H., Öztaş S. E.

16. Uluslararası Türk Ortodonti Derneği Sempozyumu, Muğla, Türkiye, 2 - 05 Kasım 2019, ss.1

İskeletsel Sınıf III Malokluzyona ve Mandibular Laterognatiye Sahip Erişkin Hastanın Ortognatik Cerrahi ile Tedavisi - Olgu Sunumu Orthognathic Surgery Treatment of An Adult Patient with Skeletal Class III Malocclusion and Mandibular Laterognathia - A Case Report

Uzunçibuk H., Öztaş E.

16. Uluslararası Türk Ortodonti Derneği Sempozyumu, Muğla, Türkiye, 2 - 05 Kasım 2019, ss.1

Ortodontide Debonding İşleminde Floresan Işıklı Tanımlama Tekniğinin Değerlendirilmesi - Literatür Derlemesi Fluorescence-Aided Identification Technique In Orthodontics: Review Of The Literature

Uzunçibuk H., Öztaş E.

16. Uluslararası Türk Ortodonti Derneği Kongresi, İzmir, Türkiye, 13 - 17 Ekim 2018, ss.1

Hipotetik Küçük Azı Diş Çekimleri ile ARS Tekniği'nin Bolton Değerlerine Etkisi (Sözlü Bildiri)

Basmacı E., Öztaş S. E., Uzunçibuk H.

16. Uluslararası Türk Ortodonti Derneği Kongresi, İzmir, Türkiye, 13 - 17 Ekim 2018, ss.1

Ortodontide Debonding İşleminde Floresan Işıklı Tanımlama Tekniğinin Değerlendirilmesi - Literatür Derlemesi

Uzunçibuk H., Öztaş S. E.

16. Uluslararası Türk Ortodonti Derneği Kongresi, İzmir, Türkiye, 13 - 17 Ekim 2018, ss.1

Hipotetik Küçük Azı Diş Çekimleri ile ARS Tekniği' nin Bolton Değerlerine Etkisi Effects of Hypothetical Premolar Extractions and ARS on Bolton Discrepancies

Basmacı M. E., Öztaş E., Uzunçibuk H.

16. Uluslararası Türk Ortodonti Derneği Kongresi, İzmir, Türkiye, 13 - 17 Ekim 2018, ss.1

Sınıf II Bölüm 1 Maloklüzyona Sahip Erişkin Hastada Ortodontik Kamufraj Tedavisi - Olgu Sunumu

Uzunçibuk H., Öztaş S. E.

15. Uluslararası Türk Ortodonti Derneği Sempozyumu, Ankara, Türkiye, 5 - 07 Kasım 2017, ss.1

Sınıf II, Div 1 Maloklüzyona Sahip Erişkin Hastada Ortodontik Kamuflej Tedavisi - Olgu Sunumu

Uzunçibuk H., İlgün İ., Öztaş E.

15. Uluslararası Türk Ortodonti Derneği Sempozyumu, Ankara, Türkiye, 5 - 07 Kasım 2017, ss.1

Photographic Analysis of Facial Soft Tissue Changes After Rapid Maxillary Expansion

Öztaş S. E., Uzunçibuk H.

92nd Congress of the European Orthodontic Society, Stockholm, İsveç, 11 - 16 Haziran 2016, ss.1

Facemask Treatment of Class III Malocclusion with Unilateral Cleft Lip and Palate: A Case Report

Bahçe Memiş H., Marşan G., Çetinkaya C., İlgün İ., Uzunçibuk H.

92nd Congress of the European Orthodontic Society, Stockholm, İsveç, 11 - 16 Haziran 2016, ss.1

Facemask Treatment of A Class III Malocclusion With A Unilateral Cleft Lip and Palate: A Case Report

Bahçe Memiş H., Marşan G., Çetinkaya C., İlgün İ., Uzunçibuk H.

92nd Congress of European Orthodontic Society, Stockholm, İsveç, 11 - 16 Haziran 2016, ss.1

Çeşitli Kurumlarda Ağız Diş Sağlığı Hizmeti Veren Hekimlerin Muayene ve Tedavi İşlemleri İçin Ayrabildikleri Sürelerin Karşılaştırılması

Çilingir A., Tekbas Atay M., Uzunçibuk H.

Restoratif Diş Hekimliği Derneği 19. Uluslararası Bilimsel Kongresi, İstanbul, Türkiye, 27 - 28 Ekim 2014, ss.1

Özel İlgi Alanları (Hobileri): Seyahat, müzik, spor