T.C.
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

(DOKTORA TEZİ)

II. SINIF ADEZİV RESTORASYONLARDA FARKLI MATERYALLERİN VE RESTORASYON YÖNTEMLERİNİN MİKROSIZINTI AÇISINDAN *IN VITRO* DEĞERLENDİRİLMESİ

ENGİN FIRAT CAKAN

DANIŞMAN
PROF.DR. BERNA TARIM

DİŞ HASTALIKLARI VE TEDAVİSİ ANABİLİM DALI
KONSERVATİF DİŞ TEDAVİSİ PROGRAMI

İSTANBUL-2011

TEZ ONAYI

(Bu sayfa yerine, başarılı geçen Tez Sınavı sonrası sınav tutanağı ekinde yer alan Tez Onay sayfası gelecektir.)

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 çalışmayla 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.

Engin Fırat CAKAN

İTHAF

Canım ailem ve sevgili eşime ithaf ediyorum

TEŞEKKÜR

Doktora eğitimim boyunca ve tezimin hazırlanması sırasında bana destek ve yardımcı olan danışmanım Prof. Dr. Berna Tarım'a;

Bugünlere gelmemde emekleri olan, başta Anabilim Dalı Başkanı Prof. Dr. Fatma Koray olmak üzere, İ.Ü. Diş Hekimliği Fakültesi Diş Hastalıkları ve Tedavisi Anabilim Dalı'nın tüm öğretim üyelerine;

Doktora çalışmam sırasında beni destekleyen eşim Dr. Gülsün Cakan'a, aileme ve arkadaşım Dr. Safa Tuncer'e;

Bu yolda verdikleri destekten dolayı tüm araştırma görevlisi ve doktora öğrencisi arkadaşlarıma sonsuz teşekkür ederim.

Bu çalışma, İstanbul Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından desteklenmiştir. Proje No: 10419

İÇİNDEKİLER

TEZ ONAYI ..... İİ
BEYAN ..... İİİ
İTHAF ..... İV
TEŞEKKÜR V
İÇİNDEKİLER ..... Vİ
TABLOLAR LİSTESİ ..... İX
ŞEKİLLER LİSTESİ ..... Xİİİ
SEMBOLLER / KISALTMALAR LİSTESİ ..... XVİ
ÖZET ..... XVİİİ
ABSTRACT ..... XİX
1. GİRİŞ VE AMAÇ 1
2. GENEL BİLGİLER 4
2.1. Mine ve Dentin Dokusunun Yapısı ve Kompozisyonu 4
2.2. Diş Dokularına Adezyon 6
2.3. Dentin Bağlayıcı Sistemler (Bonding Ajanlar) 8
2.3.1. Etch & Rinse Sistemler 9
2.3.2. Self etch bağlayıcı sistemler 10
2.3.3. Cam İyonomer Bağlayıcı Sistemler 11
2.4. Kompozit Reçine Materyaller 12
2.4.1. Kompozit Reçine Materyallerin Yapısı 12
2.4.1.1. Organik Polimer Matriks 13
2.4.1.2. İnorganik Matriks 16
2.4.1.3. Ara Faz 17
2.4.2. Kompozitlerin Reçine Materyallerin Sınıflandırılması 18
2.4.2.1. Polimerizasyon Yöntemlerine Göre Kompozit Reçine Materyaller 18
2.4.2.2. İnorganik Doldurucu Partikül İçeriklerine Göre Kompozit Reçine Materyaller 19
2.4.2.3. Viskozitelerine Göre Kompozit Reçine Materyaller 26
2.5. Fiber Materyaller 30
2.5.1. Karbon-Grafit Fiber Sistemler 31

2.5.2. Aramid Fiber Sistemler 32
2.5.3. Polietilen Fiber Sistemler 33
2.5.4. Cam Fiber Sistemler 34
2.6. Mikrosızıntı 35
2.6.1. Polimerizasyon Büzülmesi 37
2.6.2. Polimerizasyon Büzülmesine Etki Eden Faktörler 39
2.7. Mikrosızıntı Araştırma Yöntemleri 42
2.7.1. Boyar Madde Penetrasyon Yöntemi 43
2.7.2. Kimyasal İşaretleyici Yöntemi 44
2.7.3. Bakteri Penetrasyon Yöntemi 44
2.7.4. Çürük Yöntemi 45
2.7.5. Hava Basıncı Yöntemi 45
2.7.6. Sıvı Filtrasyon Yöntemi 45
2.7.7. Elektrokimyasal Yöntem 45
2.7.8. Nötron Aktivasyon Yöntemi 46
2.7.9. Radyoaktif İzotop Yöntemi 46
2.7.10. Taramalı Elektron Mikroskobu Yöntemi 47
2.7.11. Konfokal Lazer Taramalı Elektron Mikroskobu Yöntemi 47
2.7.12. Şeffaflaştırma Yöntemi 47
2.8. Adeziv Restorasyonlarda Farklı Materyallerin ve Restorasyon Yöntemlerinin Mikrosızıntı Açısından Değerlendirilmesi ile İlgili Yapılan Çalışmalar 48
3. GEREÇ VE YÖNTEM 62
3.1. Diş Sayısının Belirlenmesi ve Gruplandırma 66
3.2. Diş Seçimi ve Hazırlanması 67
3.3. Deney Örneklerinin Hazırlanması 68
3.3.1. Restorasyon Prosedürü 69
3.3.1.1. Tek Tabaka Uygulama Tekniği (Kontrol Grubu) 70
3.3.1.2. Standart Horizontal Tabakalama Tekniği 70
3.3.1.3. Akışkan Kompozit ile Horizontal Tabakalama Tekniği 71
3.3.1.4. Akışkan Kompozit ve Cam Fiber Ağ Örgü ile Horizontal Tabakalama Tekniği 71
3.3.1.5. Akışkan Kompozit ve Polietilen Fiber Ağ Örgü ile Horizontal Tabakalama Tekniği 72

3.3.1.6. Akışkan Kompozit ve İndirekt Yöntem ile Horizontal Tabakalama Tekniği 72
3.3.1.7. Standart Oblik Tabakalama Tekniği..... 75
3.3.1.8. Akışkan Kompozit ile Oblik Tabakalama Tekniği 75
3.3.1.9. Akışkan Kompozit ve Cam Fiber Ağ Örgü ile Oblik Tabakalama Tekniği 76
3.3.1.10. Akışkan Kompozit ve Polietilen Fiber Ağ Örgü ile Oblik Tabakalama Tekniği 76
3.3.1.11. Akışkan Kompozit ve İndirekt Yöntem ile Oblik Tabakalama Tekniği ... 77
3.3.2. Mikrosızıntı Prosedürü..... 79
3.4. Deney Örneklerinin İncelenmesi..... 84
3.5. İstatiksel Yöntem ve Değerlendirme 85
4. BULGULAR..... 86
4.1. Restorasyonların Tüm Duvarlarında Oluşan Mikrosızıntı Bulguları 87
4.2. Restorasyonların Gingival Duvarlarında Oluşan Mikrosızıntı Bulguları 94
4.3. Restorasyonların Aksiyal Duvarlarında Oluşan Mikrosızıntı Bulguları..... 107
4.4. Restorasyonların Proksimal Duvarlarında Oluşan Mikrosızıntı Bulguları..... 120
4.5. Deney Grupları İçerisinde İncelenen Duvarların Mikrosızıntı Bulgularının Karşılaştırılması 133
5. TARTIŞMA 140
KAYNAKLAR 172
HAM VERİLER..... 197
ÖZGEÇMİŞ 201

TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 2.1: İnorganik Doldurucu Partikül Boyutuna Göre Kompozitler 21
Tablo 2.2: Akışkan Kompozit Reçinelerin Fiziksel ve Mekanik Özellikleri 28
Tablo 2.3: Akışkan Kompozit Reçinelerin Endikasyonları.....29
Tablo 3.1: Çalışmada Kullanılan Materyaller ve Kimyasal İçerikleri 63
Tablo 3.2: Kontrol ve Deney Grupları 66
Tablo 4.1: Tüm Gruplarda Saptanan Ortalama Mikrosızıntı Bulguları 86
Tablo 4.2: Restorasyonların Tüm Duvarlarında Oluşan Min - Ortalama - Maks Mikrosızıntı Bulguları (Box-Plot İstatistiksel Analiz) 87
Tablo 4.3: Grup K Tüm Duvar İkili Karşılaştırma İstatistiksel Anlamlılık Verileri 88
Tablo 4.4: Grup 1 Tüm Duvar İkili Karşılaştırma İstatistiksel Anlamlılık Verileri 88
Tablo 4.5: Grup 2 Tüm Duvar İkili Karşılaştırma İstatistiksel Anlamlılık Verileri 89
Tablo 4.6: Grup 3 Tüm Duvar İkili Karşılaştırma İstatistiksel Anlamlılık Verileri 89
Tablo 4.7: Grup 4 Tüm Duvar İkili Karşılaştırma İstatistiksel Anlamlılık Verileri 90
Tablo 4.8: Grup 5 Tüm Duvar İkili Karşılaştırma İstatistiksel Anlamlılık Verileri 90
Tablo 4.9: Grup 6 Tüm Duvar İkili Karşılaştırma İstatistiksel Anlamlılık Verileri 91
Tablo 4.10: Grup 7 Tüm Duvar İkili Karşılaştırma İstatistiksel Anlamlılık Verileri 91
Tablo 4.11: Grup 8 Tüm Duvar İkili Karşılaştırma İstatistiksel Anlamlılık Verileri 92
Tablo 4.12: Grup 9 Tüm Duvar İkili Karşılaştırma İstatistiksel Anlamlılık Verileri 92
Tablo 4.13: Grup 10 Tüm Duvar İkili Karşılaştırma İstatistiksel Anlamlılık Verileri ...93
Tablo 4.14: Tüm Duvar Gruplar Arası Anlamlılık Tablosu 93
Tablo 4.15: Tüm Duvar Mikrosızıntı Değerleri Sıralaması 93
Tablo 4.16: Restorasyonların Gingival Duvarlarında Oluşan Min - Ortalama - Maks Mikrosızıntı Bulguları (Box-Plot İstatistiksel Analiz) 94
Tablo 4.17: Grup K Gingival Duvar İkili Karşılaştırma İstatistiksel Anlamlılık Verileri 95
Tablo 4.18: Grup 1 Gingival Duvar İkili Karşılaştırma İstatistiksel Anlamlılık Verileri 96
Tablo 4.19: Grup 2 Gingival Duvar İkili Karşılaştırma İstatistiksel Anlamlılık Verileri 97

Tablo 4.20: Grup 3 Gingival Duvar İkili Karşılaştırma İstatistiksel Anlamlılık Verileri 98
Tablo 4.21: Grup 4 Gingival Duvar İkili Karşılaştırma İstatistiksel Anlamlılık Verileri 99
Tablo 4.22: Grup 5 Gingival Duvar İkili Karşılaştırma İstatistiksel Anlamlılık Verileri 100
Tablo 4.23: Grup 6 Gingival Duvar İkili Karşılaştırma İstatistiksel Anlamlılık Verileri 101
Tablo 4.24: Grup 7 Gingival Duvar İkili Karşılaştırma İstatistiksel Anlamlılık Verileri 102
Tablo 4.25: Grup 8 Gingival Duvar İkili Karşılaştırma İstatistiksel Anlamlılık Verileri 103
Tablo 4.26: Grup 9 Gingival Duvar İkili Karşılaştırma İstatistiksel Anlamlılık Verileri 104
Tablo 4.27: Grup 10 Gingival Duvar İkili Karşılaştırma İstatistiksel Anlamlılık Verileri 105
Tablo 4.28: Gingival Duvar Gruplar Arası Anlamlılık Tablosu.....106
Tablo 4.29: Gingival Duvar Mikrosızıntı Değerleri Sıralaması 106
Tablo 4.30: Restorasyonların Aksiyal Duvarlarında Oluşan Min - Ortalama - Maks Mikrosızıntı Bulguları (Box-Plot İstatistiksel Analiz) 107
Tablo 4.31: Grup K Aksiyal Duvar İkili Karşılaştırma İstatistiksel Anlamlılık Verileri 108
Tablo 4.32: Grup 1 Aksiyal Duvar İkili Karşılaştırma İstatistiksel Anlamlılık Verileri 109
Tablo 4.33: Grup 2 Aksiyal Duvar İkili Karşılaştırma İstatistiksel Anlamlılık Verileri 110
Tablo 4.34: Grup 3 Aksiyal Duvar İkili Karşılaştırma İstatistiksel Anlamlılık Verileri 111
Tablo 4.35: Grup 4 Aksiyal Duvar İkili Karşılaştırma İstatistiksel Anlamlılık Verileri 112
Tablo 4.36: Grup 5 Aksiyal Duvar İkili Karşılaştırma İstatistiksel Anlamlılık Verileri 113

Tablo 4.37: Grup 6 Aksiyal Duvar İkili Karşılaştırma İstatistiksel Anlamlılık Verileri 114
Tablo 4.38: Grup 7 Aksiyal Duvar İkili Karşılaştırma İstatistiksel Anlamlılık Verileri 115
Tablo 4.39: Grup 8 Aksiyal Duvar İkili Karşılaştırma İstatistiksel Anlamlılık Verileri 116
Tablo 4.40: Grup 9 Aksiyal Duvar İkili Karşılaştırma İstatistiksel Anlamlılık Verileri 117
Tablo 4.41: Grup 10 Aksiyal Duvar İkili Karşılaştırma İstatistiksel Anlamlılık Verileri 118
Tablo 4.42: Aksiyal Duvar Gruplar Arası Anlamlılık Tablosu 119
Tablo 4.43: Aksiyal Duvar Mikrosızıntı Değerleri Sıralaması.....119
Tablo 4.44: Restorasyonların Proksimal Duvarlarında Oluşan Min - Ortalama - Maks Mikrosızıntı Bulguları (Box-Plot İstatistiksel Analiz) 120
Tablo 4.45: Grup K Proksimal Duvar İkili Karşılaştırma İstatistiksel Anlamlılık Verileri 121
Tablo 4.46: Grup 1 Proksimal Duvar İkili Karşılaştırma İstatistiksel Anlamlılık Verileri 122
Tablo 4.47: Grup 2 Proksimal Duvar İkili Karşılaştırma İstatistiksel Anlamlılık Verileri 123
Tablo 4.48: Grup 3 Proksimal Duvar İkili Karşılaştırma İstatistiksel Anlamlılık Verileri 124
Tablo 4.49: Grup 4 Proksimal Duvar İkili Karşılaştırma İstatistiksel Anlamlılık Verileri 125
Tablo 4.50: Grup 5 Proksimal Duvar İkili Karşılaştırma İstatistiksel Anlamlılık Verileri 126
Tablo 4.51: Grup 6 Proksimal Duvar İkili Karşılaştırma İstatistiksel Anlamlılık Verileri 127
Tablo 4.52: Grup 7 Proksimal Duvar İkili Karşılaştırma İstatistiksel Anlamlılık Verileri 128
Tablo 4.53: Grup 8 Proksimal Duvar İkili Karşılaştırma İstatistiksel Anlamlılık Verileri 129

Tablo 4.54: Grup 9 Proksimal Duvar İkili Karşılaştırma İstatistiksel Anlamlılık Verileri 130
Tablo 4.55: Grup 10 Proksimal Duvar İkili Karşılaştırma İstatistiksel Anlamlılık Verileri.....131
Tablo 4.56: Proksimal Duvar Gruplar Arası Anlamlılık Tablosu.....132
Tablo 4.57: Proksimal Duvar Mikrosızıntı Değerleri Sıralaması 132
Tablo 4.58: Kontrol Grubu Sızıntı Değerleri İstatistiksel Analizi 133
Tablo 4.59: Grup 1 Sızıntı Değerleri İstatistiksel Analizi 133
Tablo 4.60: Grup 2 Sızıntı Değerleri İstatistiksel Analizi 134
Tablo 4.61: Grup 3 Sızıntı Değerleri İstatistiksel Analizi 134
Tablo 4.62: Grup 4 Sızıntı Değerleri İstatistiksel Analizi 135
Tablo 4.63: Grup 5 Sızıntı Değerleri İstatistiksel Analizi 135
Tablo 4.64: Grup 6 Sızıntı Değerleri İstatistiksel Analizi 136
Tablo 4.65: Grup 7 Sızıntı Değerleri İstatistiksel Analizi 136
Tablo 4.66: Grup 8 Sızıntı Değerleri İstatistiksel Analizi 137
Tablo 4.67: Grup 9 Sızıntı Değerleri İstatistiksel Analizi 137
Tablo 4.68: Grup 10 Sızıntı Değerleri İstatistiksel Analizi 138
Tablo 4.69: Deney Grupları İçerisinde İncelenen Yüzeylerin İkili Karşılaştırmaları...139

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1: Dentin Bağlayıcı Sistemler 9
Şekil 2.2: Bis GMA 13
Şekil 2.3: UDMA 14
Şekil 2.4: Bis EMA 14
Şekil 2.5: TEGDMA 15
Şekil 2.6: Konfigürasyon Faktörü 41
Şekil 3.1: Adper™ Scotchbond™ Multi-Purpose Bonding - Etchant 64
Şekil 3.2: Filtek™ Ultimate Universal A2 Body 64
Şekil 3.3: Filtek™ Ultimate Flowable A2 64
Şekil 3.4: Cam Fiber Ağ Örgü everStick®NET 65
Şekil 3.5: Polietilen Fiber Ağ Örgü Ribbond®THM 65
Şekil 3.6: Fiber Ağ Örgü Taşıyıcı ve Yerleştirici El Aletleri 65
Şekil 3.7: Horizontal ve Oblik Tabakalama Teknikleri 67
Şekil 3.8: Kavite Preperasyonu 68
Şekil 3.9: Restorasyonların Lokalizasyonu 68
Şekil 3.10: Halojen Işık Kaynağı - Radyometre 69
Şekil 3.11: Anatomik Uyumlu Otomatik Matriks 70
Şekil 3.12: Kaviteye Uygun Boyutlarda Fiber Ağ Örgü Materyalinin Hazırlanması 73
Şekil 3.13: Kavite Tabanına Uygulanan Akışkan Kompozit Materyali 73
Şekil 3.14: Taşıyıcı El Aleti ile Fiber Ağ Örgü Materyalinin Kavitelere Taşınması 74
Şekil 3.15: Yerleştirici El Aleti ile Fiber Ağ Örgü Materyalinin Kavitelere Yerleştirilmesi 74
Şekil 3.16: Bitirme ve Cila Diskleri 78
Şekil 3.17: Termosiklus Cihazı 78
Şekil 3.18: Deney Gruplarındaki Dişlere Uygulanan Tırnak Cilası 80
Şekil 3.19: Gümüş Nitrat Solüsyonu İçeren Kapaklı Kahverengi Şişeler 80
Şekil 3.20: Film Banyo Solüsyonu 81
Şekil 3.21: 5500 ^{0}K Işık Veren Floresan Lamba 81
Şekil 3.22: Hazırlanan Dişlerin Akan Su Altında Yıkanması 82
Şekil 3.23: Mikrosızıntı Prosedürü Tamamlanmış Diş Örneği 82
Şekil 3.24: %5'lik Nitrik Asit Solüsyonunda Bekletilen Örnekler 84

Şekil 3.25: Stereomikroskop (Olympus SZ61, Tokyo Japan) 85
Şekil 4.1: Kontrol Grubu Gingival Duvar Mikrosızıntı Görüntüsü (Stereomikroskop 30X).....95
Şekil 4.2: Grup 1 Gingival Duvar Mikrosızıntı Görüntüsü (Stereomikroskop 30X).....96
Şekil 4.3: Grup 2 Gingival Duvar Mikrosızıntı Görüntüsü (Stereomikroskop 30X).....97
Şekil 4.4: Grup 3 Gingival Duvar Mikrosızıntı Görüntüsü (Stereomikroskop 30X).....98
Şekil 4.5: Grup 4 Gingival Duvar Mikrosızıntı Görüntüsü (Stereomikroskop 30X).....99
Şekil 4.6: Grup 5 Gingival Duvar Mikrosızıntı Görüntüsü (Stereomikroskop 30X)....100
Şekil 4.7: Grup 6 Gingival Duvar Mikrosızıntı Görüntüsü (Stereomikroskop 30X)....101
Şekil 4.8: Grup 7 Gingival Duvar Mikrosızıntı Görüntüsü (Stereomikroskop 30X)....102
Şekil 4.9: Grup 8 Gingival Duvar Mikrosızıntı Görüntüsü (Stereomikroskop 30X)....103
Şekil 4.10: Grup 9 Gingival Duvar Mikrosızıntı Görüntüsü (Stereomikroskop 30X)..104
Şekil 4.11: Grup 10 Gingival Duvar Mikrosızıntı Görüntüsü (Stereomikroskop 30X)105
Şekil 4.12: Kontrol Grubu Aksiyal Duvar Mikrosızıntı Görüntüsü (Stereomikroskop 30X).....108
Şekil 4.13: Grup 1 Aksiyal Duvar Mikrosızıntı Görüntüsü (Stereomikroskop 30X) ...109
Şekil 4.14: Grup 2 Aksiyal Duvar Mikrosızıntı Görüntüsü (Stereomikroskop 30X) ...110
Şekil 4.15: Grup 3 Aksiyal Duvar Mikrosızıntı Görüntüsü (Stereomikroskop 30X) ...111
Şekil 4.16: Grup 4 Aksiyal Duvar Mikrosızıntı Görüntüsü (Stereomikroskop 30X) ...112
Şekil 4.17: Grup 5 Aksiyal Duvar Mikrosızıntı Görüntüsü (Stereomikroskop 30X) ...113
Şekil 4.18: Grup 6 Aksiyal Duvar Mikrosızıntı Görüntüsü (Stereomikroskop 30X) ...114
Şekil 4.19: Grup 7 Aksiyal Duvar Mikrosızıntı Görüntüsü (Stereomikroskop 30X) ...115
Şekil 4.20: Grup 8 Aksiyal Duvar Mikrosızıntı Görüntüsü (Stereomikroskop 30X) ...116
Şekil 4.21: Grup 9 Aksiyal Duvar Mikrosızıntı Görüntüsü (Stereomikroskop 30X) ...117
Şekil 4.22: Grup 10 Aksiyal Duvar Mikrosızıntı Görüntüsü (Stereomikroskop 30X) .118
Şekil 4.23: Kontrol Grubu Proksimal Duvar Mikrosızıntı Görüntüsü (Stereomikroskop 30X).....121
Şekil 4.24: Grup 1 Proksimal Duvar Mikrosızıntı Görüntüsü (Stereomikroskop 30X)122
Şekil 4.25: Grup 2 Proksimal Duvar Mikrosızıntı Görüntüsü (Stereomikroskop 30X)123
Şekil 4.26: Grup 3 Proksimal Duvar Mikrosızıntı Görüntüsü (Stereomikroskop 30X)124
Şekil 4.27: Grup 4 Proksimal Duvar Mikrosızıntı Görüntüsü (Stereomikroskop 30X)125
Şekil 4.28: Grup 5 Proksimal Duvar Mikrosızıntı Görüntüsü (Stereomikroskop 30X)126
Şekil 4.29: Grup 6 Proksimal Duvar Mikrosızıntı Görüntüsü (Stereomikroskop 30X)127

Şekil 4.30: Grup 7 Proksimal Duvar Mikrosızıntı Görüntüsü (Stereomikroskop 30X)128
Şekil 4.31: Grup 8 Proksimal Duvar Mikrosızıntı Görüntüsü (Stereomikroskop 30X)129
Şekil 4.32: Grup 9 Proksimal Duvar Mikrosızıntı Görüntüsü (Stereomikroskop 30X)130
Şekil 4.33: Grup 10 Proksimal Duvar Mikrosızıntı Görüntüsü (Stereomikroskop 30X) 131

SEMBOLLER / KISALTMALAR LİSTESİ

(Ca10[PO4]6[OH]2)	**:**	Kalsiyum Hidroksi Apatit
µm	**:**	Mikrometre
^{0}C	**:**	Santigrat Derece
^{0}K	**:**	Kelvin Derece
$AgNO_3$	**:**	Gümüş Nitrat
As_2O_3	**:**	Arsenik Oksit
B2O3	**:**	Bor Oksit
BaO	**:**	Baryum Oksit
Bis-EMA	**:**	Bis-Etilen Glikol Dimetakrilat
Bis-GMA	**:**	Bisfenol A-Glisidil Metakrilat
CaO	**:**	Kalsiyum Oksit
C-Faktör	**:**	Konfigürasyon Faktörü
dk	**:**	Dakika
EDMA	**:**	Etilen Glikol Dimetakrilat
EDTA	**:**	Etilen Diamin Tetra Asetik Asit
$^{g}/_{cc}$	**:**	Gram/Santimetreküp
GeO_2	**:**	Germanyum Oksit
GK	**:**	Grup Kontrol
GHK	**:**	Grup Horizontal Kompozit
GHAK	**:**	Grup Horizontal Akışkan Kompozit
GHCF	**:**	Grup Horizontal Cam Fiber
GHPF	**:**	Grup Horizontal Polietilen Fiber
GHI	**:**	Grup Horizontal İndirekt
GOK	**:**	Grup Oblik Kompozit
GOAK	**:**	Grup Oblik Akışkan Kompozit
GOCF	**:**	Grup Oblik Cam Fiber
GOPF	**:**	Grup Oblik Polietilen Fiber

GOI	**:**	Grup Oblik İndirekt
GPa	**:**	Giga Pascal
HEMA	**:**	Hidroksietil Metakrilat
HgO	**:**	Civa Oksit
ISO	**:**	International Organization for Standardization
ISO/TS	**:**	ISO/Technical Specification
K_2O	**:**	Potasyum Oksit
m	**:**	Metre
$^{m}/_{L}$	**:**	Mol/Litre
Mg	**:**	Magnezyum
MgO	**:**	Magnezyum Oksit
mm	**:**	Milimetre
MMA	**:**	Metil Metakrilat
MPa	**:**	Mega Pascal
$^{mW}/_{cm^2}$	**:**	Miliwatt/Santimetrekare
Na	**:**	Sodyum
Na_2O	**:**	Sodyum Oksit
nm	**:**	Nanometre
NS	**:**	Nonsense (Anlamsız)
P_2O_5	**:**	Fosfor Oksit
pH	**:**	Power of Hydrogen
ppm $^{0}C^{-1}$	**:**	Termal Genleşme Katsayısı
S	**:**	Sense (Anlamlı)
sa	**:**	Saat
SD	**:**	Standart Deviasyon
SiO_2	**:**	Silisyum Oksit
sn	**:**	Saniye
TEGDMA	**:**	Trietilen Glikol Dimetakrilat
UDMA	**:**	Üretan Dimetakrilat
uv	**:**	Ultraviyole

ÖZET

Cakan EF. II. Sınıf adeziv restorasyonlarda farklı materyallerin ve restorasyon yöntemlerinin mikrosızıntı açısından *in vitro* değerlendirilmesi. İstanbul Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Diş Hastalıkları ve Tedavisi ABD. Doktora Tezi. İstanbul. 2011.

Bu in vitro çalışmanın amacı, II.Sınıf adeziv kavitelerde farklı tabakalama tekniklerinin, akışkan kompozit materyalinin, farklı fiber ağların ve kompozit materyalinin indirekt yöntem ile uygulanmasının mikrosızıntıya etkilerinin, şeffaflaştırma yöntemi ile incelenmesidir. 110 adet sürmemiş üçüncü büyük azı dişinde II.Sınıf slot kaviteler hazırlanmış, ScotchBond MP etch&rinse dentin bonding uygulanarak 11 farklı grup oluşturulmuştur: ***GK*** Filtek Ultimate Universal, tek tabaka; ***GHK*** Filtek Ultimate Universal, horizontal; ***GHAK*** Filtek Ultimate Universal+Filtek Ultimate Flowable, horizontal; ***GHCF*** Filtek Ultimate Universal+Filtek Ultimate Flowable+everStick NET, horizontal; ***GHPF*** Filtek Ultimate Universal+Filtek Ultimate Flowable+Ribbond THM, horizontal; ***GHI*** Filtek Ultimate Universal, indirekt, horizontal; ***GOK*** Filtek Ultimate Universal, oblik; ***GOAK*** Filtek Ultimate Universal+Filtek Ultimate Flowable, oblik; ***GOCF*** Filtek Ultimate Universal+Filtek Ultimate Flowable+everStick NET, oblik; ***GOPF*** Filtek Ultimate Universal+Filtek Ultimate Flowable+Ribbond THM, oblik; ***GOI*** Filtek Ultimate Universal, indirekt, oblik. Bitirme ve cila işlemlerinden sonra, 500 tur ısı banyosu işlemi (5^{o}C-55^{o}C) uygulanmış ve dişler %50'lik gümüş nitrat çözeltisinde 24 saat bekletilmiştir. Dekalsifikasyon ve şeffaflaştırma yöntemi uygulandıktan sonra gingival, aksiyal ve proksimal duvarlarda oluşan mikrosızıntı değerleri stereomikroskop ile incelenerek alan olarak hesaplanmış; "Kruskal Wallis" ve "Mann Whitney U" istatistiği kullanılarak değerlendirilmiştir (p<0,001). Tüm gruplarda mikrosızıntı belirlenmiş ve en yüksek mikrosızıntı gingival duvarlarda saptanmıştır. Yerleştirme teknikleri, akışkan kompozit materyali, fiber liflerin akışkan kompozit ile birlikte kullanılması ve kompozit materyalinin indirekt olarak uygulanması mikrosızıntıyı anlamlı derecede azaltmıştır. Horizontal ve oblik tabakalama teknikleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamış ancak oblik tabakalama tekniği ile rakamsal olarak daha düşük sızıntı değerleri bulunmuştur. Mine ile sonlanan duvarlarda, istatistiksel olarak anlamlı derecede en düşük mikrosızıntı değerleri kompozit materyalinin indirekt olarak uygulandığı gruplarda saptanmıştır. Dentin ile sonlanan duvarlarda ise istatistiksel olarak anlamlı derecede en düşük mikrosızıntı değerleri akışkan kompozit ile birlikte fiber lif uygulanan gruplarda elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler : Mikrosızıntı, Şeffaflaştırma, Akışkan Kompozit, Fiber, II.Sınıf İndirekt Kompozit Restorasyon

Bu çalışma, İstanbul Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından desteklenmiştir. Proje No: 10419.

ABSTRACT

Cakan EF. In vitro evaluation of microleakage of different materials and restoration methods in Class II adhesive restorations. İstanbul University, Institute of Health Science, Department of Operative and Restorative Dentistry. Doctoral Thesis. İstanbul. 2011.

The aim of this in vitro study was to evaluate the effects of different placement techniques, flowable composite materials, different fiber nets and application of composite material with the usage of indirect technique to the microleakage with tooth clearing method in Class II adhesive cavities. Class II slot cavities were prepared in 110 non erupted third molar teeth and 11 different groups were formed by using ScotchBond MP etch&rinse dentine bonding agent: ***GK*** Filtek Ultimate Universal, bulk; ***GHK*** Filtek Ultimate Universal, horizontal; ***GHAK*** Filtek Ultimate Universal+Filtek Ultimate Flowable, horizontal; ***GHCF*** Filtek Ultimate Universal+Filtek Ultimate Flowable+everStick NET, horizontal; ***GHPF*** Filtek Ultimate Universal+Filtek Ultimate Flowable+Ribbond THM, horizontal; ***GHI*** Filtek Ultimate Universal, indirect, horizontal; ***GOK*** Filtek Ultimate Universal, oblique; ***GOAK*** Filtek Ultimate Universal+Filtek Ultimate Flowable, oblique; ***GOCF*** Filtek Ultimate Universal+Filtek Ultimate Flowable+everStick NET, oblique; ***GOPF*** Filtek Ultimate Universal+Filtek Ultimate Flowable+Ribbond THM, oblique; ***GOI*** Filtek Ultimate Universal, indirect, oblique. The teeth were immersed in 50% silver nitrate solution for 24 hours and thermocycled for 500 cycles (5^{o}C-55^{o}C) after finishing and polishing. The microleakage scores of gingival, axial and proximal walls were evaluated with a stereomicroscope and calculated in the form of area after the application of decalcification and clearing method; they were analyzed with Kruskal-Wallis and Mann-Whitney U-tests (p<0,001). In all groups, microleakage were determined and the highest microleakage scores were identified in gingival walls. Placement techniques, flowable composite material, the usage of fiber nets combined with flowable composite and application of composite material by using indirect technique significantly reduced microleakage. There was no significant difference between horizontal and oblique placement techniques but less microleakage scores were determined by using oblique placement tecniques. In cavity walls with enamel margins, the significant fewer microleakage scores were determined in the groups which the composite material was applied by using indirect technique. In cavity walls with dentine margins, the significant fewer microleakage scores were determined in the groups which fiber nets combined with flowable composite were applied.

Key Words: Microleakage, Tooth Clearing, Flowable Composite, Fiber, Class II Indirect Composite Restoration

The present work was supported by the Research Fund of Istanbul University. Project No.10419

1. GİRİŞ VE AMAÇ

Diş hekimliğinde kullanılan polimer esaslı restorasyon materyallerinin, polimerizasyonları esnasında meydana gelen polimerizasyon büzülmesi, polimer esaslı materyal teknolojisinin gelişim süreci boyunca aşılması gereken bir problem olarak karşımıza çıkmaktadır. Kompozit reçine materyallerinin uygulama aşamaları esnasında meydana gelen polimerizasyon büzülmesine bağlı olarak olarak ortaya çıkan boyutsal değişiklikler; ağız içindeki ısı farklılıkları ve tekrarlayan mekanik stresler ve beraberinde oluşan kenar uyumlarındaki bozulmalar sonucunda mikrosızıntı meydana gelmektedir (Saboia V de P ve ark. 2002). Mikrosızıntı, ağız sıvılarından gelen bir çok mikroorganizmanın ve yan ürünlerinin; sıvıların, iyon ya da moleküllerin, kavite duvarları ile restorasyon materyalinin arasından, başlangıçta klinik olarak saptanamayan, mikroskobik geçişleri olarak tanımlanabilir (Taylor MJ ve Lynch E 1992). Büyük bir klinik problem olarak karşımıza çıkan mikrosızıntı sonucunda postoperatif duyarlılık, kenar renkleşmesi, sekonder çürükler, restoratif materyalde kırılmalar, restorasyon kayıpları, pulpa iltihabı ve pulpa nekrozu gibi durumlar ortaya çıkacaktır (Bergenholtz G ve ark. 1982; Sasafuchi Y ve ark. 1999; Saboia V de P ve ark. 2002; Hofmann ve ark. 2003; Owens BM ve Johnson WW 2005). Restorasyon materyali ile diş dokuları arasında iyi bir kenar uyumu oluşturarak, ikincil çürüklerin oluşumunun önüne geçilmesi, pulpa ve diğer dokuların zarar görmesinin engellenmesi restoratif diş hekimliğinin en önemli amaçlarından birini oluşturmaktadır (De Munck J ve ark. 2005).

Kompozit reçine materyallerde sıklıkla karşılaşılan mikrosızıntı problemi, diş restorasyon arayüzeyinde, özellikle II.Sınıf kompozit reçine restorasyonların gingival bölgesinde meydana gelmektedir (Ferrari M ve Davidson CL 1996; Mjör IA 1998). Kompozit reçine materyalinin karakteristik özellikleri, organik ve inorganik içeriği; kavitenin geometrisi, boyutları ve kaviteye yerleştirilecek kompozit hacmi; materyalin yerleştirme teknikleri ve uygulama yöntemleri; polimerizasyon büzülmesine, bununla birlikte meydana gelen mikrosızıntıya etki eden başlıca faktörler olarak sıralanabilir (Taylor MJ ve Lynch E 1992; Carvalho RM ve ark. 1996; Unterbrink GL ve Liebenberg

WH 1999; Choi KK ve ark. 2000; Braga RR ve ark. 2006; Witzel MF ve ark. 2007; Spinell T ve ark. 2009; Van Dijken JW 2010).

Kompozit reçine materyalinin hacmi ya da kompozitin bağlandığı yüzeylerin sayısı veya alanı arttığında polimerizasyon büzülmesinin, dolayısıyla mikrosızıntı değerlerinin arttığı bildirilmiştir (Braga RR ve ark. 2006). Restorasyon materyalinin kavite içerisine tabakalar halinde yerleştirilmesi ile kompozit reçine materyalinin kavite yüzeyleri ile bağlanan bölümlerinin yüzey alanları veya bağlanan yüzey alanlarının sayısı azalacak; diş restorasyon arayüzeyinde oluşan polimerizasyon büzülme stresleri ve mikrosızıntı değerleri daha düşük değerlerde saptanacaktır. Bu nedenle restorasyon materyalinin kavite içerisine tabakalar halinde yerleştirilmesi mikrosızıntıyı etkileyen başlıca uygulama tekniği olarak bildirilmektedir (Liendberg WH 1996,2000; Deliperi S ve Bardwell DN 2002; Lim BS ve ark. 2002; Yamazaki PC ve ark. 2006).

II.Sınıf kavitelerin derin, gingival bölgelerinde, kullanılacak restorasyon materyallerinin altında, akışkan kompozit materyalinin liner olarak, kavite derinliğini azaltmak amacıyla kullanılması; düşük olan elastik modülüsleri sayesinde, polimerizasyon büzülmesine bağlı farklı streslere maruz kalan bu bölgelerde, elastik bir bariyer oluşturarak streslerin absorbe edilmesi ve kompozit reçine materyalinin bütünlüğünü korumasına yardımcı bir yöntem olarak varlığını sürdürmektedir (Labella R ve ark. 1999; Yap AU ve ark. 2002; Sabatini C ve ark. 2010 Sadeghi M 2009; Ariyoshi M ve ark. 2010; Radhika M ve ark. 2010). II.Sınıf restorasyonlarda gingival basamağa uygulanan akışkan kompozit reçine materyallerinin mikrosızıntıyı anlamlı derecede azalttığını bildiren bir çok *in vitro* çalışma bulunmaktadır (Owens BM ve Johnson WW 2005; Ozel E ve Soyman M 2009; Sadeghi M 2009; Fabianelli A ve ark. 2010; Radhika M ve ark. 2010).

Diş hekimliğinde fiziksel ve mekanik özelliklerinin gelişmesine bağlı olarak bir çok alana yayılmış olan fiber materyallerin, derin ya da büyük kavitelerde restorasyon materyalinin altında kullanılması ile başarılı sonuçlar elde edildiği yapılan çalışmalarda bildirilmiştir (Belli S ve ark. 2007; Ozel E ve Soyman M 2009). Polietilen fiber liflerin yüksek elastikiyet modülüsleri ve yüksek bükülme dirençleri ile diş restorasyon arayüzeyinde oluşan stresler üzerinde etkili oldukları; derin veya yüksek konfigürasyon faktörüne sahip kavitelerde, akışkan kompozit reçine içerisine gömülerek kompozit reçine materyallerin altında kullanılmaları sonucunda, yüksek bağlanma değerleri elde

edilebileceği ve bununla birlikte mikrosızıntı değerlerinin azaltılmasında etkili olabilecekleri belirtilmiştir (Meiers JC ve ark. 2003; Belli S ve ark. 2007). Cam fiber lifler ise kompozit reçine materyali içerisinde oluşacak streslerin ve mikroçatlakların azaltılmasında etkili rol oynamaktadır (Vallittu PK 1999;2004). Cam fiber liflerin akışkan kompozit reçine materyali ile birlikte kompozit reçine materyallerinin altında kullanılması sonucunda, özellikle diş restorasyon arayüzeyinde oluşan yüksek polimerizasyon streslerinin engellenmesi sağlanacak; diş ile restorasyon materyali arasındaki boşlukların ve mikrosızıntının oluşumu engellecektir (Fennis WM ve ark. 2005; Belli S ve ark. 2007).

Ağız dışında polimerize edilen inley, onlay restorasyonlar, kompozit insertler gibi indirekt restorasyon seçenekleri, polimerizasyon büzülmesinin materyel kavite içerisine yerleştirilmeden önce elimine edilebilmesi ve diş restorasyon arayüzeyinde oluşacak kontakt noktalarının daha kusursuz bir şekilde oluşturulabilmesinden dolayı tercih edilmektedirler (Ziskind D ve ark. 1998; Wahab FK ve Shaini FJ 2003; Radhika M ve ark. 2010). Polimerizasyon streslerinin elimine edilmesi ve restorasyonun kontakt noktalarının ağız dışında oluşturulması sonucunda, diş dokuları ile restorasyon materyali arasında elde edilen uyum optimum seviyelere ulaştırılacak ve mikrosızıntı değerleri azaltılacaktır.

II.Sınıf adeziv restorasyonlarda farklı materyal ve restorasyon yöntemlerinin mikrosızıntı açısından etkinliğini incelediğimiz çalışmamızda; tek tabaka, horizontal ve oblik yerleştirme tekniklerinin; akışkan kompozit reçine materyalinin, cam ve polietilen fiber lif materyallerinin ve kompozit reçine materyalinin indirekt yöntem ile polimerize edilerek uygulanmasının mikrosızıntıya olan etkilerinin, şeffaflaştırma yöntemi ile *in vitro* olarak incelenmesi amaçlanmıştır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Mine ve Dentin Dokusunun Yapısı ve Kompozisyonu

Diş minesi epitel hücrelerinin salgılama ve rezorbsiyon aktivitelerini birlikte gerçekleştirerek üretmiş olduğu, insan vücudundaki dokular arasındaki en sert, ektoderm kökenli, mineralize olmuş bir dokudur (Avery JK 2001). Diş minesi kimyasal olarak %96-97 oranında inorganik maddeler, %1 oranında organik maddeler ve %2-3 oranında sudan oluşur (Van Meerbeek B ve ark. 1992). İnorganik maddeler apatit kristalleri şeklindedirler. Apatit kristalleri kimyasal olarak kalsiyum karbonat ve kalsiyum hidroksitten oluşmuştur. Hidroksi-apatit inorganik yapının % 90'ını meydana getirir (Koray F 1981; Manisalı Y ve Koray F 1982; Charbeneau GT 1988). Minenin inorganik yapısında hidroksi apatitin yanısıra; kalsiyum fosfat, Na (sodyum) ve Mg (magnezyum) iyonları da bulunmaktadır. Ayrıca eser miktarda demir, çinko, stronsiyum, florür, rubityum, brom, vanadyum, bakır, mangan, altın, gümüş, krom, kobalt iyonları da inorganik yapıda bulunmaktadır. Bunlardan bakır ve stronsiyum minenin her bölgesinde aynı oranda florür, çinko, kurşun, demir ve kalay iyonları yüzeyde fazla miktarda, derin bölgelerde daha az miktarlarda bulunurlar. Mine matriksinde 16 çeşit amino asit saptanmıştır. Bütün amino asit miktarının 1/4'ü prolin olmak üzere sırasıyla yüksek oranda metionin, histidin ve tryosin bulunmaktadır (Manisalı Y ve Koray F 1982).

Dentin dokusu odontoblast hücreleri tarafından oluşturulmuş, poröz, sarımsı gri renkte kemik benzeri, dişin asıl kütlesini oluşturan bir dokudur. Ağırlıkça %70 oranında inorganik maddeler, %20 oranında organik maddeler,%10 oranında ise sudan oluşur (Avery JK 2001; Jansen van Rensburg BG 1995). Hacimce %45-50 oranında inorganik maddeler, %30 oranında organik maddelerden, %20-25 oranında sudan oluşmaktadır (Summit JB ve ark. 2006).

Dentin dokusunun organik matriksini yaklaşık %93 oranında kollajen fibriller oluşturur (Avery JK 2001). Organik yapının kollajen olmayan diğer bileşenleri ise fosfoproteinler, glikozaminoglikanlar, proteoglikanlar, proteinler, asidik glikoproteinler, büyüme faktörleri ve yağlardan oluşmaktadır (Jansen van Rensburg BG 1995; Summit JB ve ark. 2006). Dentinin inorganik matriksi ise genel yapısı itibariyle kalsiyum

hidroksi apatit ($Ca_{10}[PO_4]_6[OH]_2$) kristallerinden meydana gelmektedir (Roberson TM ve ark. 2006).

Gelişim dönemindeki embriyolojik etkileşimlere bağlı olarak ya da dış çevreden gelen uyarılara fizyolojik bir cevap sonucu gelişen dentin tipleri tanımlanmıştır. Primer dentin diş sürmesinden önce ve diş sürmesi sırasında oluşur, dişin büyük bir kısmını oluşturarak ilk şeklini meydana getirir. Primer dentinin, minenin altındaki dış tabakası manto dentin olarak isimlendirilir. Manto dentin, altında bulunan primer dentin yapısından farklıdır. Yeni farklılaşmış odontoblastlar tarafından üretilen 150µm genişliğindeki bu dentin tabakası fosforinler proteinlerinden eksik bir ana madde ile kollajen fibrillerden oluşur. Manto dentinin matriksi, primer dentine göre daha fazla (%4) mineralizedir. Kök oluşumu tamamlandıktan sonra odontoblastlar çok daha yavaş bir hızda dentin üretimine devam ederler. Sekonder dentin olarak adlandırılan bu dentin tabakasının kanalcıklı yapısı primer dentine göre daha düzensizdir. Tersiyer dentin ise çürük, restoratif işlemler, atrizyon veya travma gibi zararlı dış uyaranların varlığında oluşan dentin dokusudur. Tüm mine dentin sınırı boyunca üretilen primer ve sekonder dentinden farklı olarak tersiyer dentin sadece dış uyaranlarla etkilenen sekonder odontoblastlar tarafından üretilir. Bu dentinin kalitesi ve miktarı meydana gelen odontoblast cevabı ile paraleldir. Bu cevabı uyaranın yoğunluğu ve şiddeti belirler. Koruyucu bir reaksiyon olarak üretilen tersiyer dentin düzensiz ve az sayıda dentin kanalına sahiptir. Dentinin pulpa tarafında yer alan en iç tabakası predentin tabakası olarak isimlendirilir. Bu tabaka mineralize olmamış dentin matriksinden meydan gelir ve bu matriks esas olarak kollajen, glikoprotein ve proteoglikanlardan oluşur. Predentin dentinogenezin aktif olduğu yerlerde çok kalındır ve bu tabakanın varlığı dentin bütünlülüğünün devamı açısından önemlidir (Linde A ve Goldberg M 1993; Torneck CD 1994).

Dentin dokusu; pulpa sınırından başlayan ve her yöne ışınsal demetler halinde uzanan, içerisinde dentin sıvısını da barındıran, dişe dayanıklılık ve esneklik kazandıran mikroskobik boyutlardaki milyonlarca dentin kanalcığı, peritübüler dentin ve intertübüler dentin ile birlikte mine ve sement dokusunda son bulur. Farklı yüzey derinliklerinde, içerdiği farklı kompozisyondaki benzer dokuların organik ve inorganik yapılarının oranları farklılık gösteren dentin dokusu kompleks, canlı ve dinamik bir

yapıya sahiptir (Steinman RR 1985; Torneck CD 1994; Nakabayashi N ve Pashley DH 1998; Mjör IA 2002; Pashley DH 2002).

2.2. Diş Dokularına Adezyon

Adezyon (bağlanma) kelime olarak latincedeki "adhaerere" kelimesinden gelmektedir. Adezyon farklı iki materyalin sıkı bir şekilde birbirine bağlanması veya yapışması olarak ifade edilir. Adezyonu sağlamak için kullanılan materyale adeziv, adeziv materyalin uygulandığı ve bu madde aracılığı ile bağlanılan yüzeye aderent denir. Yüzeylere adeziv uygulandığı zaman iki farklı materyal birbirinden ayrılmayacak şekilde bir araya getirilir ve bu iki materyal arasında bağlanma oluşur (Stangel I ve ark. 2007).

Restoratif materyallerin diş dokularına adezyonu ile ilgili birçok araştırma yapılmıştır. Black, 1917 yılında koruma için genişletme ve mekanik adezyonu arttırmak için sağlam diş dokularının kaldırılması esasına dayanan mekanik tutuculuk prensiplerini önermiş, bunun sonucunda "Black Kavite Prensipleri"ni tanımlamıştır. Buonocore'un 1955 yılında mine yüzeyinde asitleme işleminin adezyonu arttırdığını bildirmesi üzerine Black kavite prensipleri yerini konservatif ve adeziv restorasyon tekniklerine bırakmıştır (Buonocore MG 1955; Summit JB ve ark. 2006).

Diş dokularına adezyonda 3 temel mekanizma rol oynamaktadır (Nakabayashi N ve Pashley DH 1998) :

1. **Fiziksel Adezyon :** Hidrojen bağları, Van der Waals kuvvetleri veya diğer elektrostatik etkileşimler gibi sekonder kuvvetler sonucu farklı yapıdaki düz yüzeyler arasında gerçekleşen oldukça zayıf bir bağlanma türüdür.
2. **Kimyasal Adezyon :** Farklı yapıdaki atomların yüzeyleri arasında oluşan bağlanmadır. iyonik, kovalent, metalik bağlar gibi primer kimyasal bağların etkisi ile oluşur.
3. **Mekanik Adezyon :** Girintili çıkıntılı yüzeyler arasındaki güçlü kilitlenmedir. Diş hekimliğinde bağlanma öncelikle mekanik bir kilitlenme ile gerçekleşir.

Dental adezyon mekanizmasının etkinliği adherentin heterojen olan dokusal özellikleri, kavite preparasyonu süresince oluşan yüzey kontaminasyonu, smear tabakası, bağlanmaya karşı koyan eksternal streslerin gelişimi, bileşim yüzeyindeki yüklerin dağılımı ve adezivin fizikokimyasal özellikleri gibi faktörlere bağlıdır. Nem, fiziksel stresler, sıcaklık değişimleri, pH, beslenme, çiğneme alışkanlıkları gibi ağız içi etkenler de materyal ve diş dokusu arasındaki bağlantıyı etkileyen önemli faktörlerdendir (Schwartz RS ve ark. 1996).

Diş sert dokuları ile restoratif materyaller arasındaki adezyonun temel prensibi, dişin inorganik kısımlarının sentetik reçine ile yer değiştirmesidir (Schwartz RS ve ark. 1996). Bu süreç iki aşamadan oluşmaktadır. Birinci aşama, kalsiyum-fosfatın uzaklaştırılması sonucu mine ve dentinde mikroporozite oluşumu, ikinci aşama ise reçinenin oluşan mikroporoziteler arasına girip polimerize olması ve bunun sonucunda mikromekanik adezyonun sağlanmasıdır. Klinikte mikromekanik kilitlenmenin iyi bir bağlanma oluşturmasının yanı sıra fonksiyonel monomerler ile diş dokularının kimyasal bir etkileşime girmesi de önem kazanmaktadır (Van Meerbeek B ve ark. 2003).

Restoratif işlemler sırasında mine ve dentin yüzeyindeki kavite hazırlıklarının dışında asitleme işlemi de diş yüzeyinin uygun hale getirilmesinde önemli bir aşamadır. Smear tabakasının uzaklaştırılması, kollajen yapının açığa çıkarılması, dentin geçirgenliğinin artması ve apatit kristallerinin çözünmesi ile mikroporöz bir yüzey oluşur. Ayrıca asit uygulama sonrası aderentin yüzey enerjisi artmaktadır (Di Renzo M ve ark. 1998; Di Renzo M ve ark. 2001).

Mine dokusuna bağlanma, polimerlerin asitlenmiş yüzeye mikromekanik tutunması veya hidroksiapatite kimyasal bağlanması ile gerçekleşir. Mine dokusunun demineralizasyonu için ağırlıklı olarak %35 konsantrasyona sahip; genel olarak pH'sı 1'den küçük fosforik asit kullanılmaktadır. Günümüzde bu uygulama altın standart olarak kabul edilmektedir. Demineralize mine dokusuna primer ve bağlayıcı ajan uygulaması iyi bir mikromekanik bağlanmayı sağlar (Summit JB ve ark. 2006).

Dentin bondinglerin dentine adezyonu hibridizasyon olarak adlandırılan reçine monomerlerin kısmen demineralize olmuş dentine infiltrasyonu ile gerçekleşir (Ermis RB ve ark. 2008). Hibrit tabaka ilk olarak Nakabayashi tarafından demineralize dentin yüzeyine ve kanallarına monomerlerin infiltrasyonu ve sonrasında polimerizasyonuyla

oluşan yapı olarak tanımlanmıştır. Bu hibrit tabaka oluşumu bağlayıcı sistemlerin asıl bağlanma mekanizmasını oluşturmaktadır (Nakabayashi N ve ark. 1982).

2.3. Dentin Bağlayıcı Sistemler (Bonding Ajanlar)

Adeziv diş hekimliğinde başarılı bir restorasyon elde edebilmek için, restoratif materyal ve diş dokuları arasında yeterli bağlanmanın ve iyi bir kenar uyumunun sağlanması gerekmektedir (Driessens FC 1977). Restoratif materyal ile diş sert dokuları arasında gerçekleşen iyi bir adeziv bağlanma sonucunda ağız içi sıvıların, mikroorganizmaların ve yan ürünlerinin sızıntı yoluyla dentine ve dentin kanalları aracılığı ile pulpaya ulaşması engellenerek; hassasiyet, sekonder çürük ve ileri dönemde pulpa hastalıkları ve pulpa nekrozu gibi klinik problemlerin önüne geçilebilecektir (Duke ES 1992,1993).

Adeziv restorasyonlarda klinik başarı kullanılan bağlayıcı sistem ve teknikle bağlantılıdır. Bağlayıcı sistemler reçine monomer solüsyonlarından oluşan, restoratif materyal ile diş dokusunu monomer polimerizasyonu ile birbirine bağlayan materyallerdir. Adeziv bağlantı iki yüzey arasında oluşurken diş hekimliğinde adezyon mine-dentin bağlayıcı sistem kompozit, porselen, amalgam vb. gibi daha kompleks yapılar arasında gerçekleşir (Perdigão J 2007).

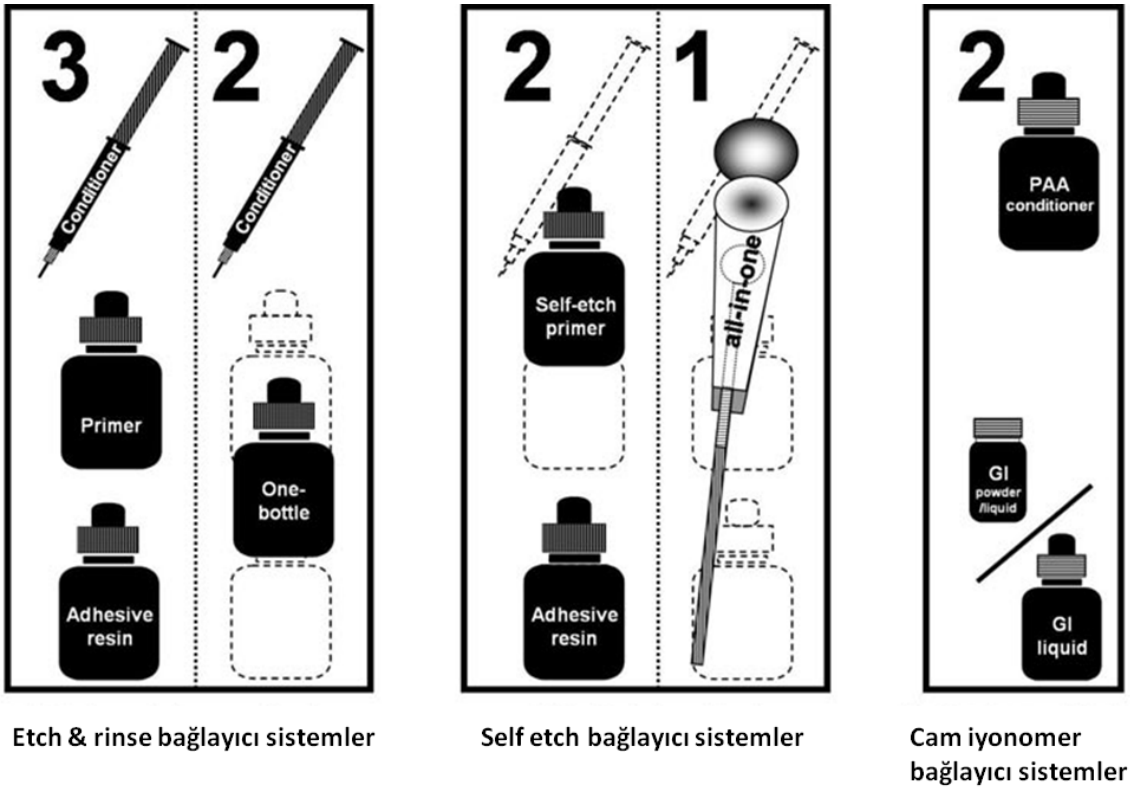
Dentin bağlayıcı sistemler, birçok farklı kritere göre sınıflandırılmaktadır. Primer içeriği, smear tabakasına etkileri ve asidik özelliklerine göre yapılan sınıflandırmalar yaygın olarak kullanılmaktadır (Van Meerbeek B ve ark. 1992(a); Dayangaç B 2000). Dentin bağlayıcıların sınıflandırılması Van Meerbeek tarafından, klinik uygulamadaki basamaklara ve adeziv sistemlerin dentin dokusuyla etkileşim biçimlerine göre yapılmıştır (Van Meerbeek B ve ark. 1992(a).

Bu sınıflamaya göre bağlayıcı sistemler üç gruba ayrılmıştır (Şekil 2.1) :

1. Etch&Rinse Bağlayıcı Sistemler

   (asitleme ve yıkama işlemleri gerektiren sistemler)

2. Self-Etch Bağlayıcı Sistemler
3. Cam İyonomer Bağlayıcı Sistemler



Şekil 2.1: Dentin Bağlayıcı Sistemler (Van Meerbeek B ve ark. 2001)

2.3.1. Etch & Rinse Sistemler

Bu sistemler, mine ve dentin yüzeyini %30 - %40 konsantrasyonunda fosforik asit ile asitleme ve yıkama işlemlerini gerektirir. Asitleme işlemi sonrası smear tabakası tamamen uzaklaşır ve yüzeysel hidroksiapatit kristalleri demineralize olur. Geleneksel etch & rinse sistemlerde asitleme işlemini takiben primer ve ardından bağlayıcı reçine uygulaması yapılmaktadır (Van Meerbeek B ve ark. 2003). Aşamalarını azaltmak ve basitleştirmek için iki aşamalı etch & rinse bağlayıcı sistemler geliştirilmiştir. Bu sistemlerde primer ve adeziv uygulaması tek aşamada yapılmakta olup, one bottle bağlayıcılar olarak da isimlendirilmektedir. Etch & rinse sistemler, smear tabakasını tamamen ortadan kaldırıp, yüzeysel dentinde demineralizasyon meydana getirerek sadece mikromekanik adezyonla bağlanmayı sağlar, başka bir deyişle dentine bağlanma mekanizmaları esas olarak difüzyon temeline dayanmaktadır. İki ya da üç aşamalı etch & rinse adeziv sistemlerin dentine bağlanma mekanizmaları birbirine benzer şekilde olmaktadır. Dentinin fosforik asitle dağlanması kollajen ağını açığa çıkartmakta ve

hemen hemen bütün hidroksiapatitleri ortamdan uzaklaştırmaktadır (Latta MA ve Naughton WT 2005; Summitt JB ve ark. 2006).

2.3.2. Self etch bağlayıcı sistemler

Yıkama gerektirmeyen asidik reçine monomerlerin kullanılması ile asit ile pürüzlendirme ve primer ajanın aynı aşamada uygulandığı sistemlere "self-etch bağlayıcı" sistemler denilmektedir (Summitt JB ve ark. 2006).

Self-etch adeziv sistemler, smear tabakasını asidik monomerler ile çözerek ya da modifiye ederek adezyon proçesine katılmakta ve yüzeysel dentindeki kalsiyum ile de kimyasal bağlanma sağlayabilmektedir (Van Meerbeek B ve ark. 2003). Self-etch sistemler ile sağlanan demineralizasyon derinliği, asidik monomerlerin tipine, konsantrasyonuna, uygulama süresine ve dentinin yapısına bağlıdır (Latta MA ve Naughton WT 2005). Ko-monomerlerin asitlenmiş mine ya da dentin kanalları ile intertübüler dentin içine reçine uzantıları oluşumu ile difüzyonu sonucu, hibrid tabaka meydana gelmektedir (Nakabayashi N ve ark. 1982).

Self-etch bağlayıcı sistemler uygulama prosedürleri ve asiditelerine göre alt gruplara ayrılabilirler (Summit JB ve ark. 2006) :

Uygulama prosedürlerine göre:

- İki basamaklı self-etch adezivler
- Tek basamaklı (all-in-one) self-etch adezivler

İki aşamalı sistemlerde asidik monomer içeren primer uygulamasının ardından hidrofobik bağlayıcı reçine uygulanırken, tek aşamalı sistemlerde asit monomer ve bağlayıcı reçine tek bir şişede toplanmış, böylece uygulama tek aşamaya indirilmiştir (Tay FR ve Pashley DH 2001).

Asiditelerine göre:

1- Hafif asidik self-etch adezivler (pH ≥ 2)

2- Orta kuvvetli asidik self-etch adezivler (pH ≈ 1.5)

3- Kuvvetli asidik self-etch adezivler (pH ≤ 1)

Hafif self-etch sistemlerin pH'ı genellikle 2 civarında olup, dentin dokusunda 1µm'lik derinlikte bir demineralizasyon alanı oluştururlar. Bu yüzeyel demineralizasyon hem bölgesel hem de hidroksiapatitin çevrelediği kollajene bağlı biçimde gerçekleşir. Burada hidroksiapatit tam olarak kollajenden ayrılmamıştır. Hibrit tabakanın kalınlığı, kuvvetli self-etch bağlayıcıların oluşturduğundan daha incedir; fakat bu, bağlanma etkinliğinde çok büyük önem taşımamaktadır (Van Meerbeek B ve ark. 2003; Yoshida Y ve ark. 2004; Van Meerbeek B ve ark. 2005).

Orta kuvvetli asidik self-etch adezivler hafif ve kuvvetli self-etch adezivler arasında özelliklere sahiptirler. Mikromekanik bağlanma için gerekli yüzey porözitesi elde edilir. Hafif self-etch adezivlere göre mine ve dentin ile daha iyi mikromekanik bağlanma elde edilir. Hibrit tabakasının kalınlığı kuvvetli self etch bağlayıcı sistemlerin oluşturduğu hibrit tabakasına göre daha incedir (Van Meerbeek B ve ark. 2003; Yoshida Y ve ark. 2004; Van Meerbeek B ve ark. 2005).

Kuvvetli self-etch bağlayıcıların pH değerleri genellikle 1 ve daha altındadır. Bu kuvvetli asit değeri güçlü bir demineralizasyon etkisi göstererek, mine dokusunda etch&rinse sistemlerdeki asitlenmiş yüzeye benzer bir yüzey oluşturur (Van Meerbeek B ve ark. 2003; Yoshida Y ve ark. 2004; Van Meerbeek B ve ark. 2005).

2.3.3. Cam İyonomer Bağlayıcı Sistemler

Cam iyonomer bağlayıcı sistemler, diş yüzeyinde herhangi bir ön hazırlık yapılmadan diş dokusuna kimyasal adezyon ile tutunan materyallerdir. Ayrıca yüzeyin zayıf bir polialkenoik asit ile hazırlanmasının bağlanma etkinliğini arttırdığı bildirilmiştir. Kısa süreli polialkenoik asit uygulaması yüzeyi temizler, smear tabakasını kaldırır ve kollagen fibrilleri 0,5-1µm derinliğe kadar açığa çıkarır. Daha sonra cam iyonomer bileşenler bu bölgeye difüze olur ve mikromekanik bir bağlanma meydana

gelir. Ayrıca polialkenoik asitin karboksil grupları ile hidroksiapatitin kalsiyum iyonları arasında bir kimyasal bağlanma meydana gelir, böylece kollajen fibrillerine bağlı bir halde bulunur (Summit JB ve ark. 2006).

2.4. Kompozit Reçine Materyaller

Kompozit terimi genel olarak, birbiri içerisinde tamamen çözünmeyen iki ya da daha fazla kimyasal maddenin fiziksel bir karışımı anlamına gelmektedir (Van Noort R 1994; McCabe JF ve John F 1999).

Kompozit reçineler diş hekimliğinde 1940'lı yıllarda akrilik reçinelerin olumsuz etkilerini ortadan kaldırmak amacıyla geliştirilmeye başlanmıştır. 1955 yılında Buonocore reçinelerin adezyonunu güçlendirmek amacıyla ilk defa ortofosforik asiti mine yüzeyinde kullanmaya başlamıştır (Bowen RL ve Marjenhoff WA 1992). Daimi restorasyon materyali olarak kullanılan kompozit reçineler, ilk olarak 1960'lı yılların başlarında Bowen tarafından tanıtılmış ve günümüze kadar önemli gelişmeler göstermiştir (Palin WM ve Fleming GJ 2003).

2.4.1. Kompozit Reçine Materyallerin Yapısı

Diş hekimliğinde kullanılan kompozit reçineler; inorganik partiküllerin taşıyıcı bir reçine matriks içerisinde dağılması ile meydana gelir. Kompozit reçineler üç ana bileşenden oluşmaktadır (Craig RG 1981; Van Noort R 1994; Peutzfeldt A 1997; McCabe JF ve John F 1999; Wilson KS ve ark. 2005):

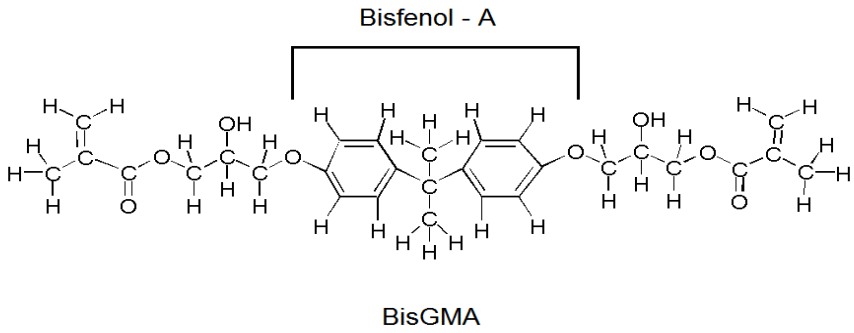
1. Organik Polimer Matriks (Taşıyıcı Faz [Continuous Phase])
2. İnorganik Matriks (Doldurucular, Dağılan Faz [Dispersed Phase])
3. Ara Faz (Bağlayıcı Ajan [Silane Coupling Agent])

2.4.1.1. Organik Polimer Matriks

Organik polimer matriks fazı, kimyasal olarak kompozitin aktif bileşenidir(Van Noort R 1994). Monomerler, iniatörler (polimerizasyon başlatıcılar), aktivatörler (polimerizasyon arttırıcılar) ve inhibitörlerinden (polimerizasyon durdurucu) oluşur (Craig RG 1981; Peutzfeldt A 1997; Yap AU ve ark. 2004).

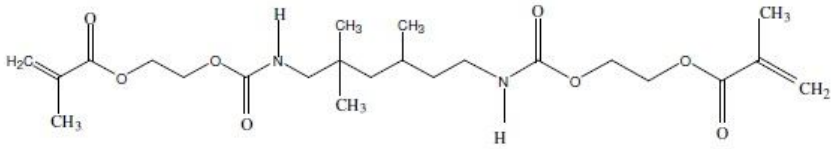
Kompozit materyali yapısında bulunan monomerler; polimerize olmamış restorasyon materyaline işlenebilir özellik vererek kaviteye yerleştirilmesine olanak sağlarlar (Roberson TM ve ark. 2006). Üretici firmalar tarafından farklı oranlarda hazırlanarak kullanılırlar. Hazırlanan bu oranlar kompozit materyalinin başta polimerizasyon büzülmesi olmak üzere bir çok özelliğini etkilemektedir. Monomer karışımının viskozitesi ne kadar düşükse eklenebilen doldurucu miktarı aynı oranda fazla olacaktır. Doldurucu miktarının arttırılması da materyalin fiziksel özelliklerini arttıracaktır.

Diş hekimliğinde monomer teknolojisi ilk olarak metakrilatın sentezlenerek polimerize edilmesi esasına dayanmaktadır. Metakrilatların polimerizasyon büzülmelerinin yüksek ve aşınma dirençlerinin düşük olması nedeniyle öncelikle epoksi reçineler ardından bisfenol-A ve glisidil metakrilatın reaksiyonu sonucu meydana gelen Bis-GMA (bisfenol A glisidil dimetakrilat) monomeri geliştirilmiştir (Şekil 2.2). Bis-GMA metakrilatlara göre daha hızlı ve yüksek polimerizasyon derecesine, buna bağlı olarak daha az polimerizasyon büzülmesi ve daha yüksek aşınma direncine sahiptir (Craig RG 1981; Van Noort R 1994; Peutzfeldt A 1997; Roberson TM ve ark. 2006).



Şekil 2.2: Bis GMA

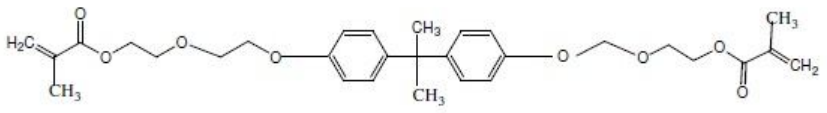
Kompozit reçine materyallerin renk stabilizasyonu ve diş dokularına adezyon özelliklerinin arttırılması için Bis-GMA monomerinde bir takım değişiklikler yapılmıştır. Renk stabilizasyonu daha iyi olan ve daha yüksek adezyon özelliğine sahip olan UDMA (üretan dimetakrilat) reçine matriksi olarak kullanılmaya başlanmıştır. Bis-GMA ile benzer molekül ağırlığı ve benzer, yüksek viskozite özelliklerine sahiptir (Van Noort R 1994; O'Brien WJ 2002; Palin WM ve Fleming GJ 2003).



UDMA

Şekil 2.3: UDMA

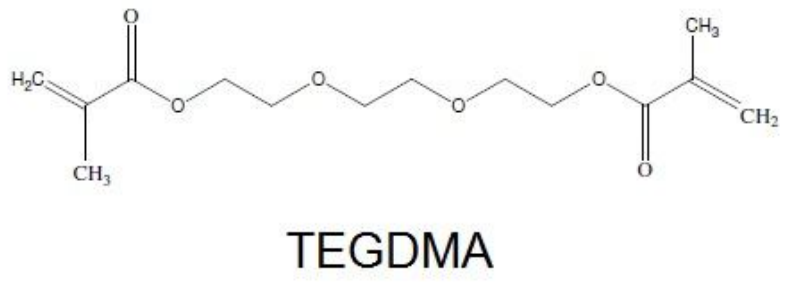
Hidrofilik olan Bis-GMA monomeri su emilimine izin verdiği için doldurucuda ve bağlayıcı ara fazda erozyona ve polimer ağında su moleküllerinin yer almasına neden olmaktadır. Hidrofilik özelliği polimerizasyon sonrasında dayanıklılık ve aşınma direncinin düşmesine neden olmaktadır (Feilzer AJ ve ark. 1990). Bu problemleri azaltmak amacı ile Bis-GMA'nın farklı bir kimyasal formülizasyonu olan Bis-EMA (bis-etilen glikol dimetakrilat) geliştirilmiştir. Bu monomer moleküler yapı açısından Bis-GMA'ya benzemektedir. Yalnızca yapısında hidroksil grubu içermemektedir. Bu farklılık Bis-EMA'nın visközitesinin daha düşük olmasını sağlamasının yanı sıra bu monomere hidrofobik özellik de kazandırmaktadır (Craig RG 1981; Dayangaç B 2000).



BisEMA

Şekil 2.4: Bis EMA

Monomerlerin molekül ağırlığının arttırılması reçinenin visközitesini artıracağından klinik kullanımını, işlenebilirliğini ve içerisine doldurucu eklenmesini zorlaştıracaktır (Van Noort R 1994). Bis-GMA materyaline doldurucu partiküllerin daha iyi yerleştirilebilmesi için materyalin dilue edilmesi gerekir. Dilüe edilen kompozit reçine daha iyi fiziksel özelliklere sahip olacaktır ancak polimerizasyon büzülmesinin artması gibi bir dezavantajı da bulunmaktadır (Van Noort R 1994; Peutzfeldt A 1997) Kompozit reçinenin dilüe edilmesi amacıyla daha düşük molekül ağırlığında, viskozite kontrol edici olarak adlandırılan ko-monomerlerler kullanılmaktadırlar (Van Noort R 1994; Peutzfeldt A 1997; Palin WM ve Fleming GJ 2003). Bu ko-monomerler; MMA (metil metakrilat), EDMA (etilen glikol dimetakrilat) ve moleküler ağırlığı, viskozitesi daha düşük olan ve yüksek ıslatıcılık özelliğine sahip olan TEGDMA (trietilen glikol dimetakrilat)'dır. (Van Noort R 1994; Peutzfeldt A 1997; Lee IB ve ark. 2003; Oberholzer TG ve ark. 2005; Lee JH ve ark. 2006).



TEGDMA

Şekil 2.5: TEGDMA

Polimerizasyon reaksiyonunun ilk evresinde serbest radikaller oluşmaktadır. Serbest radikallerin oluşumunu tetikleyen maddeler iniatör (başlatıcı), hızlandıran maddeler ise aktivatör olarak isimlendirilirler (Van Noort R 1994; Peutzfeldt A 1997). İniatörler polimerizasyon mekanizmasına göre iki başlık altında incelenirler :

1. Termokimyasal Başlatıcılar

   (Benzoil Peroksit, Aromatik Tersiyer Amin [aktivatör])

2. Fotokimyasal Başlatıcılıar

   (Kamforokinon, Alifatik Amin [aktivatör])

Termokimyasal başlatıcılar kimyasal kompozitler ve kimyasal olarak da polimerize olma özelliğine sahip kompozitlerde bulunan iniatörlerdir. Kimyasal olarak polimerize olan kompozit reçinelerde iniatör olarak sıklıkla benzoil peroksit, aktivatör olarak ise aromatik tersiyer amin kullanılır.

Fotokimyasal başlatıcılar ışık ile polimerize olabilen kompozitlerde bulunan iniatörlerdir. Işık ile polimerize olan kompozit reçinelerde iniatör olarak sıklıkla diketon bileşiklerinden olan kamforokinon, aktivatör olarak ise alifatik amin kullanılır (Craig RG 1981; Van Noort R 1994; Vasudeva G 2009).

Polimerizasyon inhibitörleri ise kompozit reçinelerin içerdikleri monomerlerin, raf ömürleri süresince, kendi kendine polimerize olmalarını engellemek amacıyla kompozit reçine materyallerine katılmaktadır. 2,4,6-tritersiyer bütilfenol (BHT) ve 4 metoksifenol (PMP) kullanılmaktadır (Craig RG 1987; Peutzfeldt A 1997).

2.4.1.2. İnorganik Matriks

Kompozit reçine materyaller kendilerinden önce restorasyon amacı ile kullanılan akrilik ve silikat gibi materyallere göre üstün fiziksel özelliklere sahiptirler. Kompozit reçinelerin fiziksel özelliklerini arttırmak amacıyla yapılarına cam, yitriyum cam, baryum, borosilikat, lityum aluminyum silikat, baryum aluminyum silikat, zirkonyum oksit, aluminyum oksit, silikon dioksit, stronsiyum, baryum gibi inorganik doldurucu partiküller eklenmektedir. İnorganik doldurucular kompozit reçinelerin aşınmaya dirençlerini; sertlik, basma dayanıklılığı ve elastik modülüslerini arttırırlar. Termal genleşme katsayılarını düşürür, polimerizasyon büzülmelerini azaltırlar. Estetik özelliklerinin gelişmesini sağlar; translüsens özelliklerini ve radyoopasitelerini kazandırırlar (Li Y ve ark. 1985; Craig RG 1981; Bowen RL ve ark. 1991; Van Noort R 1994; Baum L ve ark. 1995; Federlin M ve ark. 2000; Nicholson JW 2002; Davis N 2003; Yap AU ve ark. 2004; Roberson TM ve ark. 2006).

Silika partikülleri kompozit reçinenin içinden ışığı geçirir ve yayar. Saf silika kristalin ve non kristalin formlarında bulunur. Kristalin formu daha sert ve dayanıklıdır ancak kompozit reçinenin bitirme ve polisaj işlemlerini güçleştirir. Bu nedenle günümüzde bir çok kompozitte silikat cam (non kristalin) tercih edilmektedir (Dayangaç B 2000; Roberson TM ve ark. 2006).

Kompozit materyalinin içeriğinde bulunan doldurucu partiküller ile organik matriks karışımının akıcılığını; monomer akıcılığı, doldurucu partikül miktarı ve partikül büyüklüğü belirler. Monomer ve doldurucu partikül yüzeyi arasındaki sürtünme, akıcılığı kontrol eder. Dolduruculların yüzey alanı arttıkça karışımın akıcılığı azalır (Craig RG 1981; Roberson TM ve ark. 2006; Murchison DF ve ark. 2006).

Partikül büyüklüğü kompozit reçinenin aşındırma, bitirme ve polisaj işlemlerinden sonraki yüzey pürüzlülük düzeyini belirler. Partiküllerin büyüklüğü, şekli ve miktarı reçinelerin fiziksel özelliklerini belirler. Partikül miktarı arttıkça, organik matriks oranı düşer; ısısal genlesme katsayısı, polimerizasyon büzülmesi, su absorbsiyonu azalır, dayanıklılık artar (Craig RG 1981; Roberson TM ve ark. 2006; Murchison DF ve ark. 2006).

2.4.1.3. Ara Faz

Kompozit reçinelerin fiziksel, mekanik ve estetik özelliklerinin yüksek olması ve uzun süre bu özelliklerini korumaları için doldurucu partiküllerin ve reçinenin birbirine çok iyi bağlanmış olması önemlidir. Kompozit reçinelerde organik polimer matriks ile inorganik matriks arasındaki bu bağlanmayı ara faz sağlamaktadır. Organik silisyum bileşiği olan silanlardan oluşmakta olan ara faz; reçine matriksin, kuvvetleri dolduruculardan polimer matrikse aktarmasını sağlar (Craig RG 1981; Van Noort R 1994; Baum L ve ark. 1995; Roberson TM ve ark. 2006; Murchison DF ve ark. 2006).

Silan bağlanma ajanları, reçinenin fiziksel, mekanik ve estetik özelliklerini geliştirdiği gibi, reçine-partikül arayüzü boyunca suyun geçişini önleyerek hidrolitik dengeyi sağlar, reçinenin çözünürlüğünü ve su emilimini azaltır. Silan bağlayıcı ajanlar inorganik fazın partiküllerine, özellikle silika partiküllerine bağlanmada olumlu sonuçlar vermiş, bu nedenle kompozit reçinelerin büyük bir çoğunluğunda silika içerikli inorganik doldurucular kullanılmıştır. Ara faz eksikliğinde ise, bağlayıcı kütlenin dayanıklılığı azalmakta ve doldurucu yüzeyden ayrılmaktadır (Roberson TM ve ark. 2006; Murchison DF ve ark. 2006).

2.4.2. Kompozitlerin Reçine Materyallerin Sınıflandırılması

Kompozit reçineler polimerizasyon yöntemleri, inorganik doldurucu partikül büyüklükleri, doldurucu partiküllerin ağırlık ve hacim olarak yüzdelerine ve viskozitelerine göre sınıflandırılabilmektedir (Craig RG 1981; Bayne SC ve ark. 1994).

2.4.2.1. Polimerizasyon Yöntemlerine Göre Kompozit Reçine Materyaller

Kompozit reçineler polimerizasyon yöntemlerine göre üç başlık altında incelenmektedir (Bayne SC ve Thompson JY 2006) :

1. Polimerizasyonu kimyasal yolla olan kompozit reçineler
2. Polimerizasyonu ışık ile olan kompozit reçineler
3. Polimerizasyonu hem kimyasal yolla hem de ışık ile olan kompozit reçineler

Kimyasal yolla polimerize olan kompozit reçine tiplerinde, pat-pat, pat-likit gibi kullanım şekilleri bulunmaktadır. Komponentlerin karıştırılması ile polimerizasyon başlar. Komponentlerden biri iniatörü, diğeri ise aktivatörü içermektedir. İki pat karıştığı zaman, iniatör ile aktivatör reaksiyona girer ve polimerizasyon başlamış olur. Kimyasal yolla polimerize olan bu tür reçinelerde, içerdikleri tersiyer aromatik aminlerin ağız ortamında kimyasal değişikliklere uğraması nedeni ile amin renkleşmesi ortaya çıkmaktadır (Dayangaç B 2000).

Işıkla polimerize olan sistemler tek bir yapı halinde bulunmaktadır. Bu yapının içeriğinde monomerler, komonomerler, doldurucular, iniatörler, aktivatörler ve inhibitörler bulunmaktadır. İniatörler UV veya yüksek yoğunluktaki görülür ışık altında aktive olmaktadır. UV içindeki bazı dalga boylarıyla karşılaştıklarında, radyasyon absorbsiyonu ve heterolitik parçalanma sonucu serbest kökler oluşturma özelliğine sahiptirler. Açığa çıkan bu serbest kökler polimerizasyonu başlatırlar. Günümüzde, UV ile aktive olan sistemler, UV ışığın taşıdığı tehlikelerden dolayı kullanılmamaktadır. Ayrıca ultraviyole ışığın penetrasyon derinliği sınırlı olduğu için, kompozit reçinenin polimerizasyonu tam olarak gerçekleşmemektedir (McCabe JF 1999).

Görünür ışıkla aktive olan sistemlerde ise, iniatör diketon, aktivatör ise aminden oluşmaktadır. 400-470nm dalga boyundaki görülür mavi ışığa duyarlı fotoiniatörler (kamforokinon) içermektedir. Kamforokinon grubu ışık ile polimerize olan kompozit reçine materyallerin yapısında bulunan; uygun dalga boyu ve yoğunluktaki ışık varlığında hızla serbest kökler oluşturan bir diketondur olarak ışıkla polimerize olan kompozit reçinelerin yapısında bulunmaktadır (McCabe JF 1999; Nicholson JW 2002).

Hem kimyasal hem de ışık ile polimerize olan kompozit reçineler, hem kimyasal katalizör hem de ışık aktivatörleri içermektedirler. Bu nedenle polimerizasyon, ışık aktivasyonu ile başlar ve kimyasal mekanizma ile devam ederek tamamlanır. Polimerizasyonun tam olarak gerçekleştirilemeyeceği düşünülen derin kavitelerde, girişin zor olabileceği derin ara yüzey bölgelerinde ve ışık demetinin ulşamayacağı bölgelerde başarılı sonuçlar vermektedirler (Powers ve Sakaguchi 2006).

2.4.2.2. İnorganik Doldurucu Partikül İçeriklerine Göre Kompozit Reçine Materyaller

İnorganik doldurucu partiküller, kompozit reçine materyallerinin radyoopasite, aşınma dayanımları, cilalanabilirlik, elastisite modülüsü, sertlik değerleri, termal genleşme katsayısı, polimerizasyon büzülmesi gibi estetik, fiziksel ve mekanik özelliklerini belirlemektedir. Bu nedenle kompozit reçine materyaller doldurucu içeriklerine göre de sınıflandırılmaktadır.

Kompozit reçineler içeriklerindeki inorganik partiküllerin dağılımına göre sınıflandırıldığında; homojen kompozitler, heterojen kompozitler ve hibrit kompozitler olarak sıralanmaktadır. Kompozitlerin doldurucu ve organik matriksinde herhangi bir modifikasyon yoksa materyal "homojen kompozit" ismini almaktadır. Eğer önceden polimerize edilmiş mikrofil kompozit reçine; 1 - 20 µm boyutlarındaki parçalar halinde öğütülerek monomer matrikse eklenmekte ise "heterojen kompozit" olarak adlandırılmaktadır (Bayne SC ve Thompson JY 2006).

Hibrit kompozitler ise mikrodoldurucu ve makrodoldurucu kompozitler ile benzer fiziksel ve mekanik özellikler taşırlar. Yaklaşık olarak 0,04-1µm boyutları arasında değişen, %75 - 80 oranında inorganik doldurucu partikül içeriğine sahiptir. Yüksek inorganik doldurucu partikül içerikleri, geleneksel kompozitler reçinelere göre daha yüksek fiziksel ve mekanik özelliklere sahip olmalarını sağlamaktadır. 0,04 µm

boyutlarındaki doldurucu partiküllerin daha büyük boyutlardaki doldurucu partiküller arasına dağıtılması sayesinde cilalanabilirlik özelliği yüksek bir materyal ortaya çıkmaktadır. Bu özellikleri ile ön ve arka grup dişlerde yüksek estetik sonuçlara sahip restorasyonların elde edilmesine yardımcı olmaktadırlar (Roberson TM ve ark. 2006). Hibrit kompozitlerin doldurucu partiküllerinin farklı boyutlarda ve homojen bir şekilde organik polimer matriks içinde dağılması sayesinde; diş dokularını iyi taklit edebilmeleri ve geniş renk seçenekleri sunmaları sağlanmıştır. Bunlara ek olarak hibrit kompozit reçineler geleneksel kompozitler ile karşılaştırıldıklarında; aşınma dirençleri daha yüksek, daha düşük polimerizasyon büzülmesine ve diş dokularına daha yakın termal genleşme katsayılarına sahip, daha düşük su absorbsiyonu gösteren kompozit reçine materyallerdir (Baum L ve ark. 1995; Wakefield CW ve Kofford KR 2001; Braga RR ve ark. 2005; Roberson TM ve ark. 2006).

Kompozit reçine materyaller içeriklerindeki inorganik doldurucu partiküllerinin aglomerasyonuna ek olarak inorganik doldurucu partiküllerin boyutlarına göre de sınıflandırılmaktadır. Günümüzde Lutz ve Philips'in, inorganik doldurucular göz önünde bulundurularak yapmış olduğu sınıflandırma (Lutz F ve Phillips RW 1983), bazı eklentiler ile modifiye edilmiş olsa da, halen geçerliliğini korumaktadır. 1994 yılında Bayne (Bayne SC ve ark. 1994), kompozit reçine materyalleri doldurucu boyutlarına göre makrofil, midifil, minifil ve mikrofil olarak gruplara ayırmıştır. Daha sonraki yıllarda kompozit reçinelerdeki gelişmelere birlikte inorganik doldurucu partikül büyüklüklerine göre kompozit reçinelerin sınıflandırılmaları bir çok araştırmacı tarafından kısmen geliştirilmiştir (Leinfelder KF 1991; Bayne SC ve ark. 1994; Moszner N ve Klapdohr S 2004; Roberson TM ve ark. 2006).

Tablo 2.1: İnorganik Doldurucu Partikül Boyutuna Göre Kompozitler

Kompozit Reçine	Doldurucu Partikül Büyüklüğü	İnorganik Doldurucu Hacmi (%)
Megafil Kompozitler	50 - 100 μm	
Makrofil Kompozitler	10 - 100 μm	% 70 - 80
Midifil Kompozitler	1 - 10 μm	% 70 - 80
Minifil Kompozitler	0,1 - 1 μm	% 75 - 85
Mikrofil Kompozitler	0,01 - 0,1 μm	% 35 - 60
Nanofil Kompozitler	0,005 - 0,01 μm	
Hibrit Kompozitler [midi-mikro kompozit; mini-mikro kompozit; mikro- nano kompozit]	0,04 - 1 μm	% 75 - 80

Megafil Kompozit Reçineler : İnorganik doldurucu partikül boyutları genel olarak 50-100 μm büyüklüğündedir. Okluzal değim yüzeylerine ya da çok aşınan bölgelere yerleştirilmesi önerilen, "insert" veya "megafil" olarak adlandırılan cam partikülleri de (0.5-2mm) mega doldurucu partiküller olarak değerlendirilmektedir (Dayangaç B 2000; Bayne SC ve Thompson JY 2006).

Makrofil Kompozit Reçineler : İnorganik doldurucu partikül boyutları 10-100µm büyüklüğünde olan kompozit reçinelerdir. Geleneksel kompozitler makrofil olarak adlandırılmaktadır. Makrofil kompozit reçinelerde inorganik doldurucular ağırlıkça % 70-80 oranında kuartz partiküllerinden oluşmaktadır. Kuartz partiküllerinin büyük ve sert olması, organik matriksin inorganik doldurucu partiküllerden daha fazla aşınmasına neden olmaktadır. Bu da yüzey pürüzlülüğü ve renkleşme problemlerine neden olur. Bu nedenle ön bölge dişlerinde yeterli estetiği sağlayamazlar. Aşınma dirençlerinin düşük olması nedeniyle de arka bölge dişlerinde kullanımları da yeterli başarıyı sağlayamayacaktır (Bayne SC ve ark. 1994; Dayangaç B 2000; Bayne SC ve Thompson JY 2006).

Midifil Kompozit Reçineler : İnorganik doldurucu partikül boyutları 1-10 µm büyüklüğündedir. İnorganik doldurucu partiküller ağırlıkça % 70-80 oranındadır.

Minifil Kompozit Reçineler : İnorganik doldurucu partikül boyutları 0.1–1µm büyüklüğünde olan kompozit reçinelerdir. İnorganik doldurucu partikül miktarı makrofil kompozit reçinelere oranla daha fazladır; ağırlıkça % 75-85 oranındadır. İnorganik doldurucu partiküllerinin küçük ve çok sayıda olması makrofil kompozit reçinelere oranla daha iyi cilalanabilir bir yüzey elde edilmesini sağlar. İnorganik doldurucu partükülleri kuartzdan daha kırılgan, baryum ve stronsiyum gibi ağır metaller içeren, cam ile yoğunlaştırılmış partiküllerdir. Bu sayede aşınmaya karşı dirençleri arttırılmış, daha düzgün bir yüzey elde edilmesine imkan sağlanmıştır. Bununla birlikte kompozit reçine daha radyoopak hale getirilmiştir. Aşınmaya direnci daha yüksek olduğu için bu tür kompozit reçineler II. ve V. sınıf kavitelerde rahatlıkla kullanılabilmektedir (Dayangaç B 2000; Bayne SC ve Thompson JY 2006).

Mikrofil Kompozit Reçineler : Mikrofil kompozit reçineler, 1970'li yılların sonlarında kullanıma sunulmuştur. İnorganik doldurucu partikül boyutları 0,01-0,1µm büyüklüğünde olan kompozit reçinelerdir (Bayne SC ve Thompson JY 2006). Mikrofil kompozit reçinelerde inorganik doldurucu partikül miktarı makrofil kompozit reçinelere

oranla daha az olup; inorganik doldurucu partikül oranı ağırlıkça yaklaşık olarak %35-60 civarındadır (Bayne SC ve Thompson JY 2006).

Mikrofil kompozit reçinelerde inorganik doldurucular; boyutları yaklaşık 0,04 μm olan kolloidal silika partiküllerinden oluşmaktadır. Bu doldurucu partiküller makro dolduruculardan 200-300 kez daha küçüktür. Böylelikle organik matrikse daha fazla partikül eklenmiş ve daha iyi cilalanabilir kompozit yüzeyi elde edilmiştir. İnorganik doldurucu partikül oranını yükseltmek kompozit yüzeyini cilalanabilirlik açısından olumlu yönde etkilemiş ancak viskozitenin artmasına neden olmuştur. İnorganik doldurucu partikül oranındaki ağırlıkça azalmaya bağlı olarak da monomerlerin fazlalaşması su absorbsiyonunu arttırmış, termal genleşme katsayısını yükseltmiş, polimerizasyon büzülmesini arttırmış, elastisite modülünü düşürmüştür. Olumsuz özelliklerine rağmen elastisite modülü düşük olduğu için, servikal bükülmenin önemli olduğu V. Sınıf kavitelerde başarıyla uygulanmaktadır (Bayne SC ve Thompson JY 2006; Powers JM ve Sakaguchi RL 2006).

Mikrofil kompozitlerin inorganik doldurucu partikül oranı geleneksel kompozit reçineler ve hibrit kompozit reçinelere oranla, ağırlıkça daha düşük olduğu için (inorganik doldurucu partikül oranı ağırlıkça %35-60), fiziksel ve mekanik özellikleri de daha az gelişmiştir. Mikrofil kompozit reçinelerde oluşan bu sorunu çözebilmek amacı ile heterojen mikrofil kompozit reçineler geliştirilmiştir. Heterojen mikrofil kompozit reçinelerde önceden polimerize edilmiş mikrofil kompozit kitlesi, 1-20 μm boyutlarında öğütülerek doldurucu olarak monomer matrikse ilave edilmiştir. Organik doldurucu partiküller olarak da adlandırılan bu partiküller organik matrikse kimyasal olarak bağlanarak polimer matriks içinde çok daha iyi özellikler gösteren kümeler oluşturmaktadır. Kolloidal silika ve Bis-GMA içeren prepolimerden elde edilen mikro boyutlardaki bu organik doldurucu partiküllerin, doldurucu olarak matrikse eklenmesi ile mikrofil kompozit reçinelerde %35-60 olan partikül oranı, %70-80 düzeyine çıkarılmıştır (Dayangaç B 2000; Bayne SC ve Thompson JY 2006; Powers JM ve Sakaguchi RL 2006).

Nanofil Kompozit Reçineler : Bir nanometre bir metrenin milyarda biri (10^{-9} m) veya bir mikronun binde biridir (10^{-3} μm). Nanoteknoloji terimi genellikle, bileşenlerinin çapları 0,1-100 nm arasında olan materyalleri tanımlamaktadır.

Nanoteknolojinin amacı; ürünleri daha dayanıklı, daha hafif ve daha hassas olarak üretebilmektir (Ure D ve Harris J 2003; Yücel T ve ark. 2004). Bu teknoloji sayesinde dental materyallerde de önemli gelişmeler sağlanmıştır. Nanoteknoloji ile düşük polimerizasyon büzülmesine sahip ve aşınma direnci daha yüksek, nano ve mikro yapılarda kompozitler oluşturubilmektedir (Moszner N ve Klapdohr S 2004).

Günümüz diş hekimliğinde nano boyutlarda inorganik doldurucu partikül içeren kompozit reçineler sıklıkla üretilmektedir. Nanofil kompozit reçine teknolojisi 90'lı yılların başlarında geliştirilmeye başlamış ve ilk olarak 2002 yılında (Filtek Supreme, 3M ESPE, St Paul, MN, USA) ticari olarak kullanıma sunulmuştur. Nanofil kompozit reçine materyalleri fiziksel olarak hibrit kompozit reçinelerin özelliklerini, estetik özellikleri açısından mikrofil kompozit reçinelerin özelliklerini taşımaktadır (Bayne SC ve Heymann HO 1994; Davis N 2003; Duke ES 2003; Mitra SB ve ark. 2003; Ure D ve Harris J; 2003; Yap AU ve ark. 2004).

Nanofil kompozit reçine materyalleri organik yapıları açısından diğer kompozit reçine materyallerine benzer polimer yapılardan oluşmaktadır. Geleneksel kompozit reçine materyallerinde inorganik doldurucu partiküller, polimerize edilmiş büyük kompozit parçalarının öğütülmesi sonucu küçük partiküllerin elde edilmesi esasına dayanmaktadır. Nanofil kompozit reçine materyallerinde ise geleneksel kompozit reçine materyallerinin aksine küçük birimlerden bütün oluşturulmaktadır. Elde edilen inorganik doldurucu partiküller atomun atoma, molekülün moleküle ilave edilmesi ile oluşturulmaktadır. Nano partiküllerin çok daha küçük hacimli olmaları nedeni ile, organik reçine matriks ile temas etmekte olan yüzey alanları artmıştır. Böylelikle organik ve inorganik fazların bağlantısının çok daha kuvvetli olması sağlanmaktadır (Mitra SB ve ark. 2003; Ure D ve Harris J 2003; Yücel T ve ark. 2004; Roberson TM ve ark. 2006).

Nanofil kompozit reçine materyallerde, inorganik doldurucu partiküllerinin oluşturduğu yapı, iki ayrı komponentten meydana gelmektedir. Bu yapı silika nano doldurucu partiküller ve zirkonyum/silika nanokümelerden oluşmaktadır. Nanofil kompozit reçine materyallerinin polimer matriksinin içine, bu nanomer ve nanomer grupları ağırlıkça % 72-87 oranlarında katılmaktadır. İnorganik doldurucu partiküllerin oranının yüksek olmasına bağlı olarak organik polimer matriks hacmi daha az miktarda olacaktır. Organik matriks hacminin geleneksel kompozitlere göre daha az olmasının

sonucunda polimerizasyon büzülmesi de azalmaktadır. Bunun yanı sıra polimer matriks oranının düşük olmasına bağlı olarak su absorbsiyon oranı da azalacaktır.

Nanokümeler 50 nm'den küçük nano parçacıkların gevşek bağlar ile meydana getirdiği yapılardır. Zayıf bağlantılı kümeler, termodinamik faktörler yardımı ile tek bir yapı halinde hareket ederler ve kompozitin monomer miktarının minimum miktarda kalmasını sağlarlar. Polimerizasyonun son sertlik safhasına kısa sürede; polimerizasyona bağlı gerilim oluşturmadan ulaşırlar. Restorasyonun maruz kaldığı basınçlara karşı tek bir partikül şeklinde direnç gösterirler. Aşınmaya neden olan bu kuvvetler karşısında yalnızca nanometre boyutlarında kopmalar meydana gelmektedir. Yüksek seviyelerde olan mekanik özellikler, kopma ve aşınma direnci; yalnızca nano kopmalar söz konusu olduğu için uzun süre devamlılığını sürdürebilmektedir. Benzer şekilde nanofil kompozit reçine materyallerin estetik özellikleri de, yalnızca nano kopmalar meydana geldiği için, uzun süre devamlılığını sürdürmektedir. Yüzey pürüzlülüğü açısından geleneksel kompozit reçine materyallere oranla başarılı sonuçlara sahiptirler. Bunun yanı sıra nano doldurucu partiküllerin boyutlarının görülür ışığın dalga boyundan daha küçük olması nanofil kompozit reçinelere yüksek estetik ve optik özellikler kazandırmaktadır (Pagniano RP ve Johnston WM 1996; Martin N ve Jedynakiewicz N 1998; Imazato S ve ark. 1999; Ortengren U ve ark. 2001; Condon JR ve Ferracane JL 2002; Davis N 2003; Duke ES 2003; Mitra SB ve ark. 2003; Ure D ve Harris J 2003; Yücel T ve ark. 2004;).

Dişhekimliğinde kompozit reçine materyallerin polimerizasyonunu arttırmak amacı ile, kompozit restorasyonların indirekt olarak tamamlanması da düşünülebilmektedir. Materyalin indirekt olarak polimerize edilmesindeki temel amaç, kompozit reçine materyalinin polimerizasyonu sırasında oluşan polimerizasyon büzülmesinin önlenmesi ya da azaltılmasıdır. Kompozit reçine materyali, diş ile bağlanmadan önce polimerize edilerek artık monomer oranı düşürülmekte, polimerizasyon büzülmesi engellenmekte ve bu sayede materyal ile diş arasında başarılı bir bağlantı sağlanmakta ve materyalin mekanik özellikleri arttırılmaktadır (Baum L ve ark. 1995; Hampson EL. 1980; Dietschi D ve ark. 2002; Malmström HS ve ark. 2002; Ozcan M ve ark. 2002; Radhika M ve ark. 2010). Kompozit reçine materyallerinin indirekt olarak polimerizasyonunun tamamlanması sırasında oluşan polimerizasyon büzülmesi, kavite içine simantasyonu sırasında oluşan polimerizasyon büzülmesinden

çok daha yüksek oranda olmaktadır (Hampson EL. 1980, Crispin BJ 2002; Ozcan M ve ark. 2002). İndirekt olarak polimerize edilerek simantasyonu yapılan kompozit insertler ve inleylerde polimerizasyon büzülmesinin daha düşük olması ve böylelikle mikrosızıntı, postoperatif hassasiyet ve sekonder çürüklerin önlenmesi; daha başarılı kenar uyumu, proksimal kontur ve kontakt oluşturulması sağlanabilmektedir (Crispin BJ 2002; Jayasooriya PR ve ark. 2003; Montes MA ve ark. 2003; Radhika M ve ark. 2010).

Olmez A ve ark. 1998 yılında insertler ile yaptıkları çalışmalarında; gingival marjinde insertlerin kullanımının, farklı tabakalama teknikleri ile insert kullanılmadan yapılan restrasyonlara göre daha az mikrosızıntı değerleri verdiğini bildirmişlerdir (Olmez A ve ark. 1998). Salim S ve ark. 2005 yılında yaptıkları çalışmalarında; kompozit ve akışkan kompozit ile insertlerin kaviteye yerleştirilerek polimerize edilmelerini incelemişlerdir. Akışkan kompozit ile kavite içine yerleştirilerek polimerize edilen insertlerin en düşük mikrosızıntı değerlerini verdiklerini bildirmişlerdir (Salim S ve ark. 2005).

2.4.2.3. Viskozitelerine Göre Kompozit Reçine Materyaller

Kompozit reçineler viskozitelerine göre iki başlık altında incelenmektedir (Bayne SC ve Thompson JY 2006) :

1. Kondanse Edilebilen Kompozitler (Packable Kompozit)
2. Akışkan Kompozitler (Flowable Kompozit)

Kondanse edilebilen kompozit reçine materyaller yüksek oranda inorganik doldurucu partikül içerikleri ile amalgam materyaline alternatif bir seçenek ve estetik bir çözüm olarak gösterilmektedirler. Viskoziteleri yapılarına katılan %80 ve üzerindeki oranlarda inorganik doldurucu partikül miktarı ile düşürülmüştür. Yapılarında bulunan yüksek oran ve büyüklükteki inorganik doldurucu partiküller sayesinde fiziksel ve mekanik özellikleri arttırılmış ve bu olumlu özellikleri ile, özellikle arka grup dişlerin restorasyonlarında kullanım olanağı bulmuşlardır. Düşük viskozitelerine bağlı olarak

restorasyonun uygulanması sırasında modelajı rahatlıkla yapılabilmektedir. Özellikle interproksimal restorasyonlarda ara yüz bandı ve interdental kama yardımı ile ideal kontur ve morfolojik özellikler elde edilmektedir (Perry R ve ark. 1999; Jackson RD ve Morgan M 2000; Manhart J ve ark. 2000).

Kondanse edilebilen kompozit reçinelerin yüksek mekanik ve fiziksel özelliklerine karşılık, içerdikleri inorganik doldurucu partiküllerin boyutlarının çok büyük olması cilalanabilirlik özelliklerini düşürmektedir. İnorganik doldurucu partiküllerin büyük boyutlarda olması nedeni ile bitirme ve cilalama işlemleri sonrasında çok iyi cilalanmış bir yüzey elde edilememektedir. Cilalama işlemi sırasında yüzeyden kopan inorganik partiküllerin büyüklüğüne bağlı olarak çok iyi olmayan cilalanabilirlik özellikleri nedeni ile ön grup dişlerde estetik beklentilere çok iyi cevap vermezler (Jackson RD ve Morgan M 2000).

Akışkan kompozit reçine materyaller ilk olarak 1996 yılında kullanıma sunulmuştur. Geleneksel kompozit reçine materyallerin farklı bir modifikasyonudur. Hibrit kompozit reçinelerin yapılarına benzer şekilde, ancak inorganik doldurucu oranları çok daha düşük, organik polimer matriks fazı daha yüksek oranda üretilmiş kompozit reçine materyallerdir (Bayne SC ve ark. 1998; Albers HF 2002;). Akışkan kompozit reçinelerin, düşük inorganik doldurucu partikül oranına ve buna bağlı olarak geneksel kompozitlere göre daha düşük viskoziteye sahip olmaları, bu kompozit reçinelere “akışkan” özelliklerini kazandırmaktadır. Bu özelliklerine bağlı olarak pit ve fissürler gibi dar ve derin kavitelerde rahatlıkla kullanılabilmektedir (Burgess JO ve ark. 1996; Wakefield CW ve Kofford KR 2001; Albers HF 2002; Koray F ve Yücel T 2002; Moon PC 2002; Chaitra TR ve ark. 2010). Ek olarak düşük viskozite oranına sahip olmalarına bağlı olan yüksek olan ıslatabilirlik özellikleri, diş dokularındaki tüm yüzeylere kolaylıkla penetre olabilmelerini sağlamaktadır. Bu özellikleri ile posterior bölgelerde kompozit reçine materyallerinin altında liner olarak kullanılabilirler (Bayne SC ve ark. 1998; Olmez A ve ark. 2004; Sabatini C ve ark. 2010).

Akışkan kompozit reçineler, düşük elastik modülüsleri sayesinde yüksek kırılma dirençlerine sahiptirler. Kavite geometrisinin uygun olamadığı kavite preperasyonlarında, oluşabilecek polimerizasyon büzülmesini engelleyen ve kuvvetleri kıran bir tabaka olarak kullanılabilmektedirler (Bayne SC ve ark. 1998; Labella R ve ark.. 1999; Olmez ve ark. 2004; Radhika M ve ark. 2010; Oliveira LC 2010).

Akışkan kompozit reçine materyallerin içeriklerindeki inorganik doldurucu partiküller, geleneksel kompozit reçine materyallerden düşük; fissür örtücü materyallerden yüksek oranlardadır. Geleneksel kompozitlere göre düşük olan inorganik doldurucu partikül oranının yüksekliğinin dezavantajı olarak polimerizasyon büzülmelerinin arttığı, aşınma dayanımlarının ve dayanıklılıklarının azaldığı belirtilmektedir (Albers HF 2002).

Tablo 2.2: Akışkan Kompozit Reçinelerin Fiziksel ve Mekanik Özellikleri

Akışkan Kompozit Reçinelerin Fiziksel ve Mekanik Özellikleri
1. İnorganik Doldurucu Partikül Oranları Daha Düşüktür
2. Organik Polimer Matriks Oranları Yüksektir
3. Viskoziteleri Düşüktür
4. Islatabilirlik Özellikleri Yüksektir
5. Elastik Modülüsleri Düşüktür
6. Kırılma Dirençleri Yüksektir
7. Polimerizasyon Büzülmeleri Yüksektir
8. Aşınma Dayanımları ve Dirençleri Düşüktür

(Burgess JO ve ark. 1996; Bayne SC ve ark. 1998; GL ve Liebenberg WH 1999; Wakefield CW ve Kofford KR 2001; Albers HF 2002; Roberson TM ve ark. 2006)

Tablo 2.3: Akışkan Kompozit Reçinelerin Endikasyonları

Akışkan Kompozit Reçinelerin Endikasyonları
1. Pit ve Fissür Koruyucu
2. Koruyucu Reçine Restorasyonlar
3. Minimal İnvaziv Preperasyonlar
4. Air Abrazyon Preperasyonlar
5. Küçük Boyutlardaki Mine Defektleri
6. Dişlerin Kontakt Noktalarındaki Boşluklar
7. Restorasyonların Eksik ve Protezlerin Gingivalindeki Açık Bölgeler
8. Sabit Protezlerde Porselen Tamiri
9. V. Sınıf Kaviteler - Servikal Lezyonlar
10. III. Sınıf Kaviteler (Küçük Boyutlardaki)
11. II. Sınıf Kaviteler (gingival basamakta stresi ve mikrosızıntıyı azaltmak)

(Bayne SC ve ark. 1998; Haller B ve Trojanski A 1998; Payne JH 4th 1999; Roberts HW ve ark. 1999; Unterbrink GL ve Liebenberg WH 1999; Beznos C 2001; Leevailoj C 2001; Wakefield CW ve Kofford KR 2001; Kubo S ve ark. 2004)

Akışkan kompozit reçinelerin bir çok endikasyonunun yanı sıra en başarılı endikasyonu ve avantajı; ikinci sınıf restorasyonlarda en büyük başarısızlık nedeni olan mikrosızıntının engellenmesinde etkin rol oynamalarıdır (Bayne SC ve ark.. 1998; Labella R ve ark.. 1999; Radhika M ve ark. 2010). Yüksek ıslatabilirlik özelliği ile

kompozit reçine materyallerin altında, tabandaki ilk tabaka olarak, diş dokuları ile restorasyon yüzeyi arasında kalan boşlukların ve restorasyon sınırında oluşabilecek mikroçatlakların kapatılmasını sağlamakta; bu sayede mikrosızıntının engellenmesini; oluşacak kuvvetler ve streslerin absorbe edilmesinde rol oynamaktadırlar (Haller B ve Trojanski A 1998; Payne JH 4th 1999; Unterbrink GL ve Liebenberg WH 1999; Kleverlaan CJ ve Feilzer AJ 2005; Sadeghi M 2009; Oliveira LC ve ark. 2010).

2.5. Fiber Materyaller

Diş hekimliğinde fiber kullanarak güçlendirmeyle ilgili denemeler, 1960'lı ve 1970'li yıllarda, araştırmacıların standart polimetilmetakrilatların cam ya da karbon fiberler ile güçlendirmeye çalışmalarıyla başlamış (Schreiber CK 1971,1974; Freilich MA ve ark. 1998; Keyf F ve Uzun G 2000; Freilich MA ve Meiers JC 2004); 1980' li yıllarda da benzer denemelerin tekrarlanarak geliştirilmesiyle devam etmiştir (DeBoer J ve ark. 1984; Grave AM ve ark. 1985; Malquarti G ve ark. 1990). 1980'li yılların sonlarında, araştırmacılar, fiberlerin reçine matriks tarafından tam doyurulmasının; diğer bir deyişle fiber ile reçine matriks arasındaki etkili birleşmenin önemine dikkat çekerek, diş hekimliği için uygun teknikler geliştirmeye başlamışlardır (Freilich MA ve ark. 2000).

Fiber materyaller, fiziksel ve mekanik özelliklerinin, gelişen teknoloji ışığında artması sonucunda, dişhekimliğinde bir çok alanda kullanım imkanını elde etmişlerdir. Modern dişhekimliğinde fiber lifler; avülse dişlerin stabilizasyonunda, periodontal splintleme amacıyla, ortodontik splint yapımında, sabit protetik tedavilerde, endodontik post sistemlerinde, derin ya da büyük kavitelerde restorasyon materyalinin altında, diastema kapatılması amacıyla sıklıkla kullanılmaktadırlar (Goldberg AJ ve Burstone CJ 1992; Miller TE 1993; Karna JC 1996;Vallittu PK 1999,2004; Ferreira ZA ve ark. 2000;).

Günümüzde fiber ile güçlendirilmiş kompozit materyaller, fiber ve organik reçine matriksin kombinasyonundan oluşmaktadır. Sınıflandırmaları kullanılan fiber materyalinin dizilimine, organik reçine matriks ile doyurulmuş olup olmamasına, şekillendirilme tipine, dizilim ve dokuma tarzlarına; en önemlisi fiberlerin tipine; aramid, karbon, cam ya da polietilen; göre yapılmaktadır (Jain P ve Cobb D 2002; Dyer RS ve ark. 2004).

Dişhekimliğinde kullanılan fiber ile güçlendirilmiş materyaller sıklıkla içerdikleri fiber tiplerine göre sınıflandırılmaktadır (Goldberg AJ ve Burstone CJ 1992; Freilich MA ve ark. 2000; Butterworth C ve ark 2003):

- Karbon-Grafit Fiber Sistemler
- Aramid Fiber Sistemler
- Polietilen Fiber Sistemler
- Cam Fiber Sistemler

2.5.1. Karbon-Grafit Fiber Sistemler

Karbon fiber sistemler ilk kez 19. yüzyılın sonlarında ince bambu filizleri ve pamuk fiberlerin karbonize edilmesi ile elde edilmiştir. Karbon fiberlerin kullanımı ilk kez 1971'de Schreiber tarafından akrilik reçineler üzerinde denenmiş, akriliğin kırılma dayanıklılığını %50 arttırdığı görülmüştür (Schreiber CK 1971).

Karbon fiber sistemler; kütlesinin büyük kısmını oluşturan poliakrilonitritinin öncelikle 200-250 ^{o}C havada ve takiben 1200 ^{o}C'de durağan atmosferde ısıtılması ile elde edilir. Bu ısıtma işlemi sonucunda, hidrojen, nitrojen ve oksijen uzaklaştırılarak karbon atom zincirleri bırakılır ve ince tabakalardan meydana gelen grafitlerin birbiri içine dağılmış fibrillerinden karbon fiber lifler oluşturulur (Yazdanie N ve Mahood M 1985; Jagger DC ve ark. 1999; Petrulyte S 2008). 1,8 $^{g}/_{cc}$ yoğunlukta, 565 MPa bükülme direncine ve 272 GPa elastikiyet modülüse sahiptir (Goldberg AJ ve Burstone CJ 1992).

Karbon fiber sistemler polimetilmetakrilatların yapısını güçlendirmek amacıyla, implant destekli sabit bölümlü protezlerde, kök kırıklarının engellenmesi amacıyla kanal postları olarak kullanılarak ve polimerlerin kırılma dayanıklılıklarını arttırmıştır (Schreiber CK 1971,1976; Manley TR ve ark. 1979; DeBoer ve ark. 1984; Vallittu PK 1996).

Karbon fiber sistemlerinin sitotoksik ve karsinojenik etkisinin olmadığı bir çok arastırmada bildirilmiştir (Ekstrand K ve ark. 1987; Goldberg AJ ve Burstone CJ 1992; Vallittu PK ve Ekstrand K 1999). Fareler ile yapılan, karbon implantasyonu içeren bir çalışmada, farelerde herhangi bir toksik etki ile karşılaşılmadığı ancak örneklerin

yerleştirilmesi esnasında deride bazı problemlerle karşılaşıldığı bildirilmiştir (Yazdanie N ve Mahood M 1985).

Karbon fiber liflerin diş hekimliğinde kullanımı siyah renkte olması ve estetik beklentileri karşılamaması nedeni ile sınırlı kalmıştır (Braden M ve ark. 1988; Goldberg AJ ve Burstone CJ 1992; Powell DB ve ark. 1994). Estetik olarak en büyük dezavantajı oluşturan rengi nedeni ile son yıllarda genellikle estetiğin çok önemli olmadığı, kanal postları dışında çok fazla kullanılmamaktadır (Schreiber CK 1971,1976; Raygot CG ve ark. 2001; Aydın C ve ark. 2002).

2.5.2. Aramid Fiber Sistemler

Aromatik poliamid fiber sistemler poliparafenilen terftalamid aramid yapıdaki sentetik organik bileşiklerdir. Organik polimerik yapıdaki bu fiberler poli (paraphenylene terephthalamide) likit kristalin solüsyonlarından üretilmektedir. 1,44 $^{g}/_{cc}$ yoğunluğa, 104.8 MPa çekme direncine ve 98,6 GPa'a kadar elastikiyet modülüsü değerine sahiptirler (Goldberg AJ ve Burstone CJ 1992). Gerilmeye karşı yüksek kuvvet ve dayanım göstermesine karşın mikro fibril yapısından dolayı sıkıştırma ve bükülme kuvvetlerine karşı diğer fiberlere oranla daha düşük dayanım göstermektedir (Vallittu PK ve Lassila VP 1992; Vallittu PK 1993,1996). Ticari olarak Kevlar ismiyle Du Pont (Du Pont, Wilmington, DE) tarafından üretilmiştir (Vallittu PK 1996).

Aramid fiber sistemler naylondan iki kat, cam fiberden ise 20 kat daha fazla esneme oranına sahiptirler. Aromatik poliamid fiberlerin termal stabilitesi ve ısısal iletim katsayısı, cam ve karbon fiberlere oranla daha düşüktür. Görünür ve ultraviyole ışıktan korunarak muhafaza edilmeli ve uygulanmalıdır. Işık mekanik özelliklerinin azalmasına ve renk değişikliklerine neden olacaktır (Jagger DC ve ark. 1999; Ellakwa AE ve ark. 2002).

Aramid fiberler, karbon fiberlere göre daha yüksek ıslanabilirlik özelliğine sahiptirler. Sarı renkli olmalarından dolayı estetik bölgelerde kullanımları sınırlıdır. Zaman içerisinde kompozit yüzeyinde açığa çıkan fiber liflerin, düzensiz bir yüzey oluşturması, kullanımlarını kısıtlamaktadır (Jagger DC ve ark. 1999).

Aramid fiberlerin protez kaide reçine içinde kullanıldıklarında toksik olmadıkları belirtilmiştir (Berrong JM ve ark. 1990). Ancak zaman içerisinde protez

yüzeyinde açığa çıkan liflerin mukoza irritasyonlarına yol açabilecekleri belirtilmiştir (Jagger DC ve ark. 1999).

2.5.3. Polietilen Fiber Sistemler

Polietilen fiberler, ilk kez Braden ve ark. tarafından 1988 yılında protez kaidesini güçlendirmek amacıyla kullanılmışlardır (Braden M ve ark. 1988). Polietilen materyali doğal polimer yapısı ile 0,97 $^{g}/_{cc}$ yoğunluğunda, 171GPa elastik modülüse ve yüksek molekül ağırlığına sahip, doğrusal, homopolimer bir etilendir. Karbon-karbon çift bağı içeren bir hidrokarbon olan etilenin serbest radikal polimerizasyonu ile polietilen oluşmaktadır (Vallittu PK 1996). Düşük sürtünme katsayısına ve yüksek aşınma direncine sahip bir fiber tipidir (Ellakwa AE ve ark. 2002). Doğal translusent renkte, hidrofobik, dayanıklı ve çözünürlüğe karşı dirençli olması; biyolojik uyumluluğa, düşük yoğunluğa ve yüksek molekül ağırlığına sahip olması; rijit ve kırılgan olmaması önemli avantajları arasında sıralanabilmektedir (Braden M ve ark. 1988; Jagger DC ve ark. 1999). En önemli dezavantajı ise 140 ^{o}C'den sonra yapısal olarak bozulması, buna bağlı olarak yüksek ısı ile polimerizasyonunu tamamlayan kompozit reçine materyaller ile kullanılamamasıdır (Braden M ve ark. 1988; Ladizesky NH ve ark. 1992; Freilich MA ve ark. 2000).

Diş hekimliğinde, Ribbond (Ribbond, Seattle, WA, USA) markası altında geliştirilmiş olan polietilen fiber lif sistemi, 90'lı yıllardan bu yana bir çok klinik uygulamada (avülse dişlerin sabitlenmesi, periodontal splint, ortodontik retanier, güçlendirilmiş sabit protezler, hareketli protezlerin tamiri, endodontik tedavi görmüş dişlerin güçlendirilmesi) başarı ile kullanılmıştır (Miller TE 1993; Miller TE ve ark. 1995).

Polietilen fiberden üretilmiş olan Ribbond; dayanıklı, biyolojik uyumlu, renksiz ve translusent bir materyaldir. Bükülebilir ve yumuşak olmasına bağlı olarak, kolay uygulanabilir, direkt ve indirekt restorasyonlarda rahatlıkla kullanılabilir bir materyaldir. Bu özelliklerinin yanı sıra, uygun koşullarda; nem, ısı, ve diğer kontaminasyonlardan (lateks vb) uzakta muhafaza edildiği takdirde raf ömrü sınırsız olarak kabul edilebilecek bir materyaldir (Miller TE ve ark. 1995; Rudo DN ve Karbhari VM 1999; Smidt A 2002). Ribbond materyalinin uygulanmış olduğu kompozit reçine materyallerde, kalan diş dokularının kırılma direncinin artmış olduğu

belirtilmiştir. Bununla birlikte bağlanma dayanımlarının arttığı, boyutsal stabilitenin korunduğu; mikroçatlakların, polimerizasyon büzülmesinin ve mikrosızıntının azaldığı bildirilmiştir (Ozel E ve Soyman M 2009).

2.5.4. Cam Fiber Sistemler

Cam materyalleri metal oksitlerin oluşturduğu yüksek mekanik özelliklere sahip, ısı ve neme dirençli, cilalanabilirlik özellikleri yüksek olan materyallerdir (Stipho HD 1998). Cam materyalini primer olarak oluşturan metal oksitler; silisyum oksit (SiO_2) (en sık kullanılan cam yapıcı oksit), bor oksit (B_2O_3), germanyum oksit (GeO_2), fosfor oksit (P_2O_5) ve arsenik oksit (As_2O_3) gibi oksitlerdir. Primer oksitler başka bir reaksiyona ihtiyaç duymadan cam oluşturabilirler ancak bu oksitlerin yanı sıra, camın fiziksel özelliklerini arttırmak amacıyla düzenleyici olarak nitelendirilen başka oksitlerin de kullanılması gerekmektedir. Sodyum oksit (Na_2O), potasyum oksit (K_2O), kalsiyum oksit (CaO), magnezyum oksit (MgO), baryum oksit (BaO) ve civa oksit (HgO) düzenleyici oksitler olarak cam materyallerinin oluşturulmasında rol almaktadırlar. Düzenleyici oksitlere bağlı olarak cam materyalinin akışkanlığı arttırılarak çalışma süresi uzatılabilmektedir. Ayrıca bu düzenleyiciler camın iyonik karakterinin arttırılmasını sağlayarak optik ve termal özelliklerinin belirlenmesinde önemli rol oynamaktadırlar (Freilich MA ve ark. 2000).

Cam fiber lifler, camın ince flamentler haline getirilmiş şekilleridir. Doğrusal, dağınık veya örgü şeklindeki fiber demetlerden oluşan ve polimerler reçineleri güçlendiren farklı formlarda yapılardır. Tek yönlü cam fiberler 1000-200000 cam flamentin bir araya gelmesiyle oluşmaktadırlar. İçeriklerindeki cam materyallerinin miktarı, bileşimin % 20'si oranında bulunmaktadır (Jagger DC ve ark. 1999; Ellakwa AE ve ark. 2002).

Diş hekimliğinde farklı amaçlarla kullanılan cam fiberler materyallerinin kompozisyonları birbirinden farklılıklar göstermektedirler. Fiber ile güçlendirilmiş kompozitlerde kullanılan devamlı fiberler genellikle alkalisiz camdan oluşmakta ve elektriksel cam (E-cam) olarak isimlendirilmektedirler (Vallittu PK 1998). E-cam [SiO_2-Al_2O_3-CaO-MgO] sistemine dayanır ve bu sistem iyi cam oluşturabilme özelliğine sahiptir (Björk N ve ark. 1986; Vallittu PK 1998). Cam fiberlerin E-cam dışında bir çok farklı tipi elde edilebilmektedir (S-cam, R-cam, V-cam, Cemfil). Ancak

alümina miktarı yüksek, alkali ve borsilikat miktarı düşük olan E-cam ([SiO_2-Al_2O_3-CaO-MgO]), bükülme dayanımı açısından en yüksek değerlere sahip olan cam tipidir (Solnit GS 1991; Vallittu PK 1998,1999; Uzun G ve ark. 1999; Freilich MA ve ark. 2000). Cam fiberler polimer reçinelerin yapısına katılarak birlikte kullanıldığında, yüksek değerler elde edebilebilmesi için, güçlendirmek için katılan E-cam fiberler ile polimer matriks arasında kuvvetli bir adezyonun oluşturulmuş olması gerekmektedir (Jagger DC ve ark. 1999; Ellakwa AE ve ark. 2002). Polimer reçine ile fiber arasındaki kimyasal bağlanma ideal olarak kovalent yapıdadır. Kovalent bağlar ile elde edilen uygun bir adezyon, gerilimin matriksten fiberlere transferini kolaylaştıracaktır (Freilich MA ve ark. 2000; Butterworth C ve ark. 2003).

Diş hekimliğinde cam fiber sistemlerinde en pratik ve en sık kullanılan markalarndan biri olan Stick (Stick Tech Ltd, Turku, Finland) silanlanıp pöröz polimerlerle doyurularak yüzey işlemi yapılan, sürekli tek yönlü fiber demetleri halinde üretilmiş bir materyaldir. Çapı 10-12 μm boyutlarında, ortalama 100-180000 tane cam liften oluşmaktadır. Yaklaşık % 45 oranında fiber içeren bir fiber sistemidir. Organik matriks, yerleştirme özelliğini de geliştirmek amacıyla, Bis-GMA matriks içerisinde polimetilmetakrilat zincirleri içeren tabakayla çevrelenmiştir (Tezvergil A ve ark. 2004). Aynı teknoloji ile üretilen dokuma formundaki 800 MPa bükülme dayanımına sahip StickNet materyaline ek olarak en son üretilen materyal olan EverStick ürününde bükülme dayanımı yaklaşık 1280 MPa'a yükseltilmiştir. Bu sayede fiber ile güçlendirilmiş kompozit reçinelerin esneme kuvveti altın alaşımlar ile aynı düzeye ulaştırılmıştır. Stick materyali fiberden zengin son halinde, EverStick ise ışıkla sertleşen jel matriks içerisinde yoğun olarak silanlanmış E cam fiberler içermektedir (Fennis WM ve ark. 2005; Belli S ve ark. 2007).

2.6. Mikrosızıntı

Mikrosızıntı; bakterilerin, sıvıların, iyon ya da moleküllerin kavite duvarı ve restorasyon materyalinin arasından, başlangıçta klinik olarak tespit edilemeyen mikroskobik geçişleri olarak tanımlanabilir (Kidd EA 1976; Taylor MJ ve Lynch E 1992; Gwinnett JA ve ark. 1999). Bir çok restoratif materyal, ağız sıvılarından gelen birçok mikroorganizmanın ve yan ürünlerinin dentine geçişine izin vermektedir (Jensen ME ve Chan DJN 1985).

Diş restorasyon ara yüzeyinde oluşan sızıntının dental dokular ve restoratif materyal arasındaki termal ekspansiyon katsayısı farklılığından kaynaklandığı düşünülmektedir. Restorasyon materyali ile diş sert dokuları arasındaki termal ekspansiyon farklılığı nedeniyle, ağız içi ısısının değişmesine bağlı olarak ağız içindeki sıvıların diş restorasyon sınırından sızdığı öne sürülmektedir. (Bullard RH ve ark. 1988; Saboia V de P ve ark. 2002)

Kompozit restorasyonlarda polimerizasyon büzülmesine bağlı boyutsal değişiklikler, su absorbsiyonu, tekrarlayan mekanik stresler ve ısı farklılıkları nedeniyle meydana gelen aşınmalar sonucunda kenar uyumu bozulmaktadır (Lutz F ve ark. 1991). Kenar uyumunun bozulması sonucunda diş restorasyon sınırında plak birikimi olacak, ağız sıvıları ve mikroorganizmaların geçişi ile birlikte mikrosızıntı oluşacak ve buna bağlı olarak postoperatif duyarlılık, kenar renkleşmesi, sekonder çürükler, restoratif materyalde kırılmalar, restorasyon kaybı, pulpa hasarları ve pulpa nekrozu gibi klinik problemler ortaya çıkacaktır (Déjou J ve ark. 1996; Gwinnett JA ve ark. 1999; Sasafuchi Y ve ark. 1999; Unterbrink GL ve Liebenberg WH 1999; Beznos C 2001; Saboia V de P ve ark. 2002; Hiraishi N ve ark. 2003; Hofmann ve ark. 2003; Owens BM ve Johnson WW 2005;).

Restorasyon sınırındaki diş dokuları ile ağız ortamı arasındaki ilişkinin kesilerek ikincil çürüklerin oluşumunun önüne geçilmesi ve pulpa ve diğer dokuların zarar görmesinin engellenmesi restoratif diş hekimliğinin en önemli amaçlarından birini oluşturmaktadır (De Munck J ve ark. 2005). İyi bir kenar uyumu sonucunda ağız sıvıları ile restorasyon diş sınırı arasındaki ilişki kesilecek, çürük oluşumu ve diş dokularının zarar görmesi önlenecek veya geciktirilebilecek, ağız sıvıları ile birlikte dentin kanalları vasıtasıyla pulpa hasarı oluşturabilecek değişimlere neden olan mikroorganizmaların sızıntısı engellenebilecektir (Going RE. 1972; Déjou J ve ark.. 1996).

Mikrosızıntıya neden olarak gösterilen, diş restorasyon sınırından mikroorganizmaların ve yan ürünlerinin geçişinin engellenmesi için, öncelikle bu geçişe neden olan faktörlerin ayrı ayrı incelenmesi gerekmektedir.

2.6.1. Polimerizasyon Büzülmesi

Polimer terimi, yunanca poli (çok) ve mer (birim) kelimelerinden türetilmiş, birleşik bir kelimedir. Polimer, birçok küçük molekülün birleşmesi ile oluşmuş makromoleküllere verilen genel isimdir (Danesh G ve ark. 2004). Belirli atom gruplarının arka arkaya sıralanması ile tekrarlayan molekül gruplarından (monomer) oluşan (McCabe JF ve Walls AWG 2008), yüksek molekül ağırlığına sahip, zincirimsi yapıdaki moleküllerdir (Danesh G ve ark. 2004).

Polimer molekülleri, 10^3 ile 10^7 adet monomerin birleşmesi ile oluşmaktadır. Yapıları sonsuz sayıda konfigürasyonu ve konversiyonu sonucunda ortaya çıkmaktadır. Meydana geldiği monomerlerin molekül ağırlıklarına bağlı olarak farklı molekül ağırlıklarında ve buna bağlı olarak farklı fiziksel özelliklerde bulunmaktadırlar. Ortalama molekül ağırlığının yüksek olması polimer kitlesinin çok sert ve dayanıklı olması anlamına gelmektedir. Ortalama molekül ağırlığının düşük olması durumunda ise, polimerizasyonun düşük olduğu ve sonucunda zayıf bir polimer yapısının söz konusu olduğu anlaşılmalıdır (Danesh G ve ark. 2004).

Kompozit reçine materyallerde, tüm polimer materyallerde olduğu gibi, kendisini meydana getiren monomerlerin polimerizasyonu esnasında bir büzülme söz konusu olmaktadır. Polimerizasyon polimer ağını oluşturan monomer moleküllerinin birbirlerine yaklaşması ile meydana gelmektedir (Choi KK ve ark. 2000; Neves AD ve ark. 2002,2005). Monomer molekülleri arasında başlangıçta 0,3-0,4 nm boyutlarında, zayıf van der Waals kuvvetlerinin oluşturduğu mesafe bulunurken, polimerizasyon esnasında monomerler arasında kovalent bağların kurulması ile bu mesafenin 0,15 nm boyutlarına kadar azalması söz konusu olmaktadır (Rueggeberg FA ve Tamareselvy K 1995; Peutzfeldt A 1997; Coelho Santos MJ ve ark. 2004; Lee IB ve ark. 2005). Mesafenin azalması sonucunda, materyalde hacim olarak %1,5-%3 arasında değişen bir büzülme ortaya çıkmaktadır. Oluşan bu reaksiyon sonucu materyalin hacminin azalması "sertleşme kontraksiyonu" ya da daha çok bilinen adı ile "polimerizasyon büzülmesi" olarak adlandırılmaktadır (Rueggeberg FA 1999; Dayangaç B 2000).

Kompozit reçine materyallerinin polimerizasyonu esnasında, monomerlerin polimere dönüşme miktarı konversiyon (polimerizasyon derecesi) olarak adlandırılmaktadır (Dewaele M ve ark. 2006). Polimer materyallerde konversiyon oranı

arttığında polimerizasyon büzülmesi oranı da artmaktadır (Bausch JR ve ark.. 1982; Uno S ve Asmussen E 1991). Kompozit reçine materyallerinin fiziksel, mekanik ve estetik özelliklerin ideal seviyede olması için, konversiyon oranının yüksek olmasının gerekliliği belirtilmektedir (Dewaele M ve ark. 2006). Polimerizasyon derecesi arttığı takdirde reçine içinde bulunan reaksiyona katılmayan artık monomer miktarı azalacak ve buna bağlı olarak mekanik, fiziksel ve estetik özellikleri yüksek seviyede olacaktır (Craig RG 1981). Polimerizasyon büzülmesini azaltmak amacıyla polimerizasyon derecesini azaltmak düşüncesi, kompozit reçine materyallerinin mekanik özelliklerini olumsuz yönde etkileyecektir. İdeal bir kompozit reçine materyali en yüksek konversiyon oranına sahipken, çok düşük miktarda polimerizasyon büzülmesi meydana getirmelidir (Dewaele M ve ark. 2006; McCabe JF ve Walls AWG 2008).

Kompozit reçine materyallerin polimerizasyon büzülmeleri pre-jel ve post-jel faz olmak üzere iki ana başlık altında gerçekleşmektedir. Kompozit reçine materyalinin, visköz yapıdan, jel haline gelinceye kadar geçen süre boyunca geçirdiği süre pre-jel fazı (jelasyon: moleküllerin kümeleşmesi) olarak adlandırılır. İkinci aşama ise post-jel fazı olarak adlandırılan katı devredir (Dayangaç B 2000; Bayne SC ve Thompson JY 2006). Pre-jel fazı esnasındaki polimerizasyon büzülmesine bağlı olan hacimsel değişim, post-jel fazındaki polimerizasyon büzülmesine bağlı olan hacimsel değişimden daha fazladır. Ancak pre-jel fazı, kompozit reçine materyalinin, visköz yapıdan jel haline gelinceye kadar geçirdiği süre içindeki süreç olduğu için, jel kıvamındaki kompozit reçine materyali kavite içine yayılabilir ve yapı içerisindeki stres azalır; polimerizasyon büzülmesi materyalin akışkanlık özelliğine bağlı olarak dengelenebilir. Post-jel fazında ise materyal katı devrededir ve akışkanlık özelliği ortadan kalkmış durumdadır. Materyal katı haldeyken polimerizasyon büzülmesine bağlı olan stresleri karşılayamaz. Post-jel fazı sırasında meydana gelen stresler, diş ile kompozit arasındaki bağlanma yüzeyine ve burayı çevreleyen diş dokularına iletilir (Bausch JR ve ark. 1982; Davidson CL ve ark. 1984; Davidson CL ve de Gee AJ 1984; Feilzer AJ ve ark. 1987; Sakaguchi RL ve ark. 1991; Yap AU ve ark. 2002).

Polimerizasyon sırasında meydana gelen büzülme ile oluşan hacimsel değişiklikler, kompozit reçine materyalinin diş dokuları ile bağlandığı bölgelerde klinik olarak saptanamayan gerilimlere yol açmaktadır. Bu gerilimler nedeni ile restorasyon yüzeyi ve diş dokularının adaptasyonunun yeterli derecede iyi olması engellenir. Tüm

bu faktörlere bağlı olarak yetersiz olan adaptasyon ile oluşan mikroaralıklar, ağız içindeki termal ve mekanik streslerin de eklenmesi ile, meydana gelecek olan mikrosızıntının temel nedenini oluşturmaktadırlar (Bausch JR ve ark. 1982; Eick JD ve Welch FH 1986; Rueggeberg FA ve ark. 1994; Versluis A ve ark. 2004; Sarret DC 2005).

2.6.2. Polimerizasyon Büzülmesine Etki Eden Faktörler

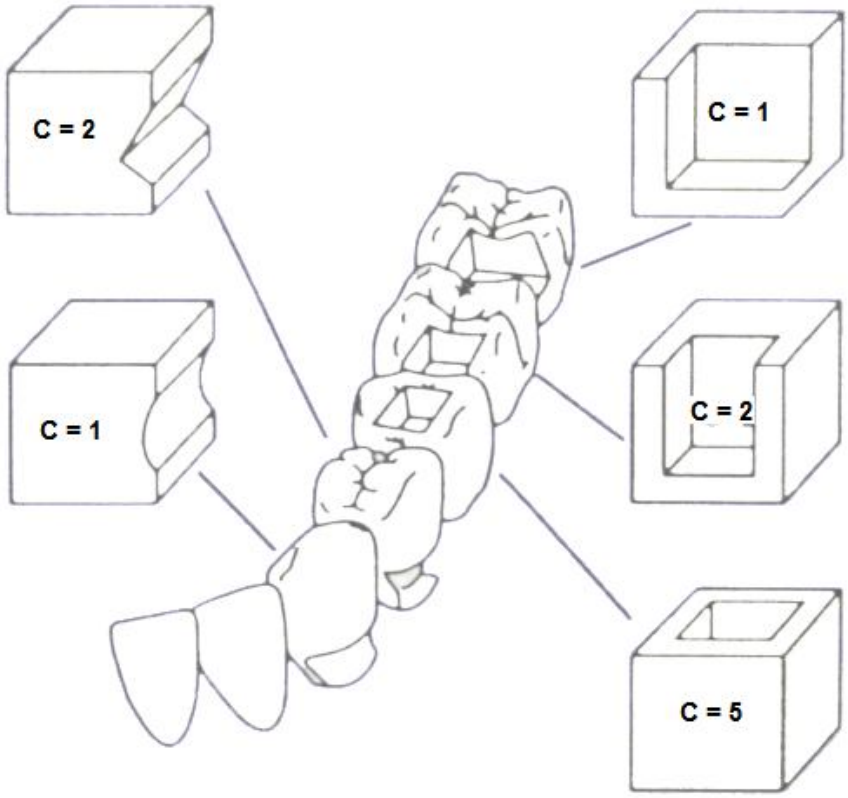
Kompozit reçine materyallerin polimerizasyonu sırasında meydana gelen polimerizasyon büzülmesini etkileyen bir çok faktör bulunmaktadır (Carvalho RM ve ark. 1996). Kompozit reçine materyalinin içeriği ve özellikleri en önemli başlıklardan birini oluşturmaktadır (Unterbrink GL ve Liebenberg WH 1999; Choi KK ve ark. 2000).

Kompozit reçine materyallerin içerdiği inorganik doldurucu partikül miktarı, polimerizasyon büzülmesini direkt olarak etkileyen önemli bir faktördür. Kompozit reçine materyalinin içeriğinde bulunan yüksek oranda inorganik doldurucu partikül miktarı, polimerizasyon büzülmesinin daha az miktarda olmasını sağlayacaktır (Van Noort R 2000; Aw TC ve Nicholls JI 2001; Weinmann W ve ark. 2005). Katı olan inorganik doldurucu partikül miktarı ile ters orantılı olarak azalan organik polimer matriks hacmi, polimerizasyon büzülmesinin azalmasındaki başlıca etkendir. Polimerizasyon sırasında katı halde olan inorganik doldurucu partiküller formlarını değiştirmezken, sıvı formda bulunan organik polimer matriks; polimerizasyonun başlangıcında jel formuna ve ardından katı forma dönüşecektir. Organik polimer matriksin sıvı formdan katı forma geçişi esnasında, monomerlerin birbirine bağlanması ve fiziksel deformasyon gerçekleşir. Bu nedenle inorganik dolducu partikül miktarının arttırılması polimerizasyon sırasında kompozit reçinenin büzülme oranını azaltacaktır (Aw TC ve Nicholls JI 2001). Polimerizasyon büzülmesini engellemek amacıyla, organik polimer matriksin hacmini azaltmak için çok fazla doldurucu ilavesi yapmak ise kompozit reçine materyalinin akıcılık özelliğini azaltacak, azalan akışkanlık özelliğinin geri kazandırılması için daha fazla diluent monomer ilavesi gerekecektir. Ancak diluent monomer ilavesinin arttırılması materyalin fiziksel özelliklerini azaltacaktır (Applequist EA ve Meiers JC 1996; Weinmann W ve ark. 2005).

Polimerizasyon büzülmesinin miktarı, kompozitin organik matriks fazı ile doğrudan ilişkili bir kavramdır (Peutzfeldt A 1997). Daha küçük partiküllü monomerlerin kullanımı viskoziteyi azaltmakta ve polimerizasyon büzülmesini arttırmaktadır. Kompozit reçine materyallere üretim aşamasında eklenen inorganik doldurucu partiküllere ek olarak, kompozit reçine materyalin uygulanması sırasında pre-polimerize reçine doldurucuların (Bausch ve ark. JR 1982; Applequist EA ve Meiers JC 1996) ilavesi veya polimerizasyonu tamamlanmış insertlerin (Bowen RL ve ark. 1991; Federlin M ve ark. 2000) ilave edilmesi de büzülmeyi azaltacaktır. Uygulanan bu yöntemler ile kullanılan polimerize olmamış kompozit oranı, bunun yanı sıra organik polimer matriks ve monomer miktarı azalacak ve reçinenin polimerizasyon büzülmesi miktarı da azalacaktır (Bowen RL ve ark. 1991).

Kompozit reçine materyallerde; materyalin uygulandığı kavitenin boyutları ve geometrisi; materyalin uygulanma şekli ve uygulama teknikleri polimerizasyon büzülmesine etki eden diğer faktörler arasındadır. Kompozit reçine materyallerin polimerizasyonları esnasında maruz kaldıkları iç gerilimler ve deformasyonlar; kavitenin boyutları ve geometrisi ile doğrudan ilgilidir. Bir çok araştırmacı polimerizasyon streslerinin ve deformasyonların oluşmasında konfigürasyon faktörünün (C-Faktör) önemini belirtilmişlerdir (Lutz F ve ark. 1991; Unterbrink GL ve Liebenberg WH 1999; Ilie N ve ark. 2006; Lee IB ve ark. 2006; Lee MR ve ark. 2007; Witzel MF ve ark. 2007; Watts DC ve Satterthwaite JD 2008; Spinell T ve ark. 2009; van Dijken JW 2010). Konfigürasyon faktörü restorasyon materyalinin bağlandığı yüzeylerin serbest yüzeylere oranı olarak tanımlanmaktadır. C-faktörün artması ile polimerizasyon büzülmesi stresi olumsuz yönde etkilenmektedir.

Düz ve derin olmayan kaviteler kompozit reçine materyali ve diş dokuları arasındaki bağlantının kuvvetli olması için ideal kavitelerdir (Hansen EK 1984; van Dijken JW 2010). Bu tip kavite preperasyonları kompozit materyalinin bir yöne akmasına izin verecek şekilde sınırlanır. Bu sayede polimerizasyon büzülmesine bağlı oluşacak gerilimler engellenecektir (Davidson CL ve ark. 1984; van Dijken JW 2010). Derin ve üç boyutlu kavitelerde polimerizasyon büzülmesi üç boyutta olacağı için polimerizasyon büzülmesinin artışı da engellenemeyecektir.



Şekil 2.6: Konfigürasyon Faktörü

Polimerizasyon büzülmesini C-faktöre sebep olan kavite geometrisinin yanı sıra, kavitenin derinliği ve boyutları da etkilemektedir. Kavite boyutları ve derinliği ne kadar düşük olursa, uygulanacak kompozit reçine materyalinin de miktarı o derece azalacak; buna bağlı olarak da polimerizasyon büzülmesi miktarı azalacaktır (Unterbrink GL ve Liebenberg WH 1999; Dayangaç B 2000; He Z ve ark. 2008). Derin kavitelerde kullanılacak restorasyon materyallerinin altında, kavite derinliğini azaltmak amacıyla, akışkan kompozit materyallerinin liner olarak kullanılması da polimerizasyon büzülmesine bağlı streslerin azaltılmasında başvurulacak bir yöntem olarak varlığını sürdürmektedir (Yap AU ve ark. 2002; Radhika M ve ark. 2010; Ariyoshi M ve ark. 2010; Sabatini C ve ark. 2010). Akışkan kompozit materyalleri düşük inorganik doldurucu partikül içeriklerine bağlı olarak her ne kadar yüksek oranlarda polimerizasyon büzülmesi gösterseler de, kavite tabanında düşük miktarlarda kullanıldıklarında, düşük olan elastikiyet modülüsleri sayesinde farklı streslere maruz kalan bölgelerde, elastik bir bariyer oluşturup stresleri absorbe ederek, kompozit reçine

materyalinin bütünlüğünü korumasına yardımcı olacaklardır (Labella R ve ark. 1999; Sadeghi M 2009). Polimerizasyon büzülmesine bağlı olarak azalan stresler ve materyalin bütünlüğünü koruması sonucunda mikrosızıntı daha düşük değerlerde olacaktır (Ozel E ve Soyman M 2009).

Polimerizasyon büzülmesine bağlı olarak oluşan streslerin engellenmesine yardımcı olan bir diğer yöntem ise kompozit reçine materyalinin tabakalar halinde parça parça uygulanmasıdır. Özellikle yüksek konfigürasyon faktörüne sahip olan kavite preperasyonlarında kullanımı, oluşacak stresleri engelleyecektir (Sarrett DC 2005). Tabakalama tekniği ile kavite içine yerleştirilen kompozit reçine materyalleri birbirlerinden bağımsız olarak polimerize olmaktadırlar. Restorasyonun yapımında kullanılacak olan toplam kompozit materyaline oranla daha az hacimli olan tabakalar, daha düşük oranlarda polimerizasyon büzülmesine neden olacaklardır (Ozel E ve Soyman M 2009). Kavitenin tamamında oluşan polimerizasyon büzülmesi miktarı azalmayacak ancak her bir tabakanın polimerizasyon büzülmesi, kendisinden sonra eklenen tabaka tarafından kompanse edilerek, polimerizasyon büzülmesine bağlı oluşan streslerin azalması sağlanacaktır (Carvalho RM ve ark. 1996; Davidson CL ve Feilzer AJ 1997; Jedrychowski JR ve ark. 2001; Sarrett DC 2005; Monteiro PM ve ark. 2010).

Polimerizasyon büzülmesine bağlı oluşabilecek streslerin elimine edilmesi için kullanılabilecek bir diğer yöntem indirekt restorasyonlardır. Ağız dışında polimerize edilen inley, onlay restorasyonlar, kompozit insertler gibi seçenekler, polimerizasyon büzülmesinin, materyel kavite içerisine yerleştirilmeden önce elimine edilmesinden dolayı tercih edilebilmektedirler (Radhika M ve ark. 2010). Restorasyonun ağız dışında polimerize edilmesi, diş restorasyon sınırında uyum sorununu ve posoperatif hassasiyet riskini ve en önemlisi mikrosızıntı riskini de azaltacaktır (Fruits TJ ve ark. 2006; Kenyon BJ ve ark. 2007).

2.7. Mikrosızıntı Araştırma Yöntemleri

Son yıllarda restoratif diş hekimliğindeki gelişmelerin hızlanması nedeni ile farklı yapılarda kompozit reçineler ve restorasyon materyalleri kullanıma sunulmuş ve bu konuda pek çok çalışma yapılmıştır (Williems G ve ark. 1992; Bayne SC ve ark. 1998; Labella R ve ark. 1999; Kenyon BJ ve ark. 2007; Radhika M ve ark. 2010). Mikrosızıntı çalışmaları *in vivo* ve *in vitro* yapılmakla beraber *in vivo* şartlardaki başarı

oranını tespit etmek uzun süren klinik takip ve zaman gerektirmektedir. Bu nedenle materyalin davranışının test edildiği ve ağız ortamını taklit etmeye yönelik *in vitro* yöntemler daha fazla kullanılmaktadır (Taylor MJ ve Lynch E 1992; Heintze SD 2007). Bu yöntemle elde edilen mikrosızıntı değerleri teorik olarak klinik şartlarda ağız içinde oluşabilecek mikrosızıntı hakkında bilgi verecektir (Charlton DG ve ark. 1992; Cohen PA 1992; Heintze SD 2007).

2.7.1. Boyar Madde Penetrasyon Yöntemi

Mikrosızıntı çalışmalarında boyar maddelerin kullanılması en çok kullanılan, en eski yöntemlerden bir tanesidir. Uygulama rahatlığı, kolay tekrarlanabilirliği ve düşük maliyeti nedeni ile sıklıkla tercih edilmektedir (Taylor MJ ve Lynch E 1992). Boyar madde penetrasyon yöntemi, başlangıçta organik boyalar kullanılarak yapılan bir yöntemdir. İlerleyen yıllarda floresan özelliğe sahip boyaların geliştirilmesi ile daha da yaygınlaşan bir yöntem haline gelmiştir.

Boyar madde penetrasyon yöntemi, restore edilen dişin apeksinin tıkanmasını takiben, restorasyon sınırları dışında kalan tüm yüzeylerin sızdırmaz bir materyal ile tıkanarak, boyar maddeyi içeren bir solüsyonun içerisinde bekletilmesi ve restorasyon diş dokuları arasından sızan boyanın, kesit alınarak çeşitli yöntemler ile incelenmesi esasına dayanmaktadır (Mjör IA 2005). Araştırmalarda farklı konsantrasyonlarda bir çok boya kullanılmaktadır. Bu tip çalışmalarda genellikle bazik fuksin, metilen mavisi, toluidin mavisi, anilin mavisi, eritrosin, rhodamine B, Fluorescein, kristal violet ve gümüş nitrat gibi maddeler kullanılmaktadır (Taylor MJ ve Lynch E 1992).

Mikrosızıntı çalışmalarında kullanılan boyaların özellikleri çalışmanın sonuçlarının değerlendirilmesi açısından çok önem taşımaktadır. Kullanılan boya partiküllerinin çapının dentin kanallarından ve bakterilerin çaplarından daha küçük boyutlarda olmaları gereklidir. Ek olarak boyar materyallerin diş dokuları ile karşılaştıklarında kendi renklerini muhafaza etmeleri gerekmektedir. Örneğin anilin mavisi dentin kanalları içindeki alkali pH'da rengini koruyamamaktadır; bu nedenle sızıntı çalışmalarında anilin mavisi çok fazla tercih edilmemektedir (Roulet JF ve ark. 1989; Taylor MJ ve Lynch E 1992).

2.7.2. Kimyasal İşaretleyici Yöntemi

Kimyasal ajanların kullanıldığı mikrosızıntı çalışmalarında, radyoaktif olmayan renksiz, iki aşamalı uygulanan kimyasal boyayıcılar kullanılmaktadır. Kullanılan komponentlerden birinin uygulanması ve sonrasında tamamlayıcı komponentin ilave edilmesi ile, komponentlerin kimyasal olarak reaksiyona girmelerine bağlı olarak uygulanan kimyasalların diş dokuları ile restorasyon ara yüzeyine çökelmesi esasına dayanmaktadır.

Mikrosızıntı çalışmalarında kullanılan her iki kimyasal işaretleyici ajanın da yüksek penetrasyon yeteneğine sahip olması gerekmektedir (Taylor MJ ve Lynch E 1992). Moleküler boyutları küçük ve yüksek penetrasyon yeteneğine sahip olan gümüş nitrat tuzlarının kullanımı en çok tercih edilen inceleme yöntemlerindendir (Alani AH ve Toh CG 1997). Gümüş iyonlarının bakterilerin boyutları ile karşılaştırıldığında çok daha küçük boyutlarda olması ve diş dokuları ile restorasyon arasında oluşan aralıktan kolayca sızabilmesi yöntemin duyarlı bir test yöntemi olmasını ve bu yöntemle objektif ölçümler elde edilebilmesini sağlamaktadır (Taylor MJ ve Lynch E 1992; Alani AH ve Toh CG 1997).

2.7.3. Bakteri Penetrasyon Yöntemi

Bakteri penetrasyon yöntemi, restorasyonu tamamlanan dişlerin bakteri kültürü içinde bırakılmasını takiben, diş ile restorasyon ara yüzeyinden sızan bakterilerin kolonizasyonunun ölçülmesi esasına dayanmaktadır (Taylor MJ ve Lynch E 1992). Yöntem sonucunda elde edilen verilerin kalitatif olması, bu yöntemin en büyük dezavantajını oluşturmaktadır. Bu dezavantajın dışında, yöntemin sonucundaki verilerin elde edilebilmesi için, diş dokuları ve restorasyon yüzeyi arasındaki boşluğun 0,5-1 μm ve daha büyük boyutlarda olması gereklidir. Diş restorasyon yüzeyi arasındaki boşluk daha küçük ise, bakteri ve yan ürünlerin geçişi mümkün olmayacaktır. Ayrıca dişlerin laboratuvar şartlarında hazırlanması ve kesitlerin alınması esnasında dış ortamdan veya örnekleri hazırlayan hekimin eli ya da steril olmayan aletlerden dolayı oluşabilecek bakteri kontaminasyonu nedeni ile sonuçların hatasız olarak değerlendirilmesi mümkün olmayacaktır (Taylor MJ ve Lynch E 1992; Alani AH ve Toh CG 1997).

2.7.4. Çürük Yöntemi

Çürük yöntemi; hazırlanan dişlerin sert dokularında çürük oluşturulması esasına dayanan bir yöntemdir. Çürük yönteminde oluşan çürük lezyonunun derinliklerinin ölçümü kolaylıkla yapılabilmektedir. Ancak çürük lezyonlarının *in vitro* koşullarda ilerlemesi çok zaman aldığı için fazla tercih edilmeyen ve kullanımı sınırlı bir yöntemdir (Taylor MJ ve Lynch E 1992).

2.7.5. Hava Basıncı Yöntemi

Hava basıncı yöntemi ilk defa 1912 yılında, II. Sınıf amalgam restorayonlarda diş restorasyon ara yüzeyinden çıkan hava kabarcıklarının değerlendirilmesi ile, kenar uyumlarının bozulup bozulmadığını incelemek amacıyla uygulanmıştır (Taylor MJ ve Lynch E 1992). Hava basıncı yöntemi basınçlı havanın kök kanalları ve pulpa odasına gönderilerek, azalan statik basıncın değişimine bağlı olarak kaybolan miktarın değerlendirilmesi esasına dayanmaktadır. Bu yöntemin yanı sıra, restorasyonu yapılmış olan dişlerin kökleri suyun dışında, restorayon diş birleşim sınırı ile dişin kuron kısmı su içerisinde kalacak şekilde yerleştirilmesini takiben, suyun içindeki diş restorasyon ara yüzeyinden sızan hava kabarcıklarının değerlendirilmesi ile de yapılabilmektedir (Taylor MJ ve Lynch E 1992; Alani AH ve Toh CG 1997).

2.7.6. Sıvı Filtrasyon Yöntemi

Sıvı filtrasyon yönteminde kullanılan sıvının, dişin bir tarafından basınç ile gönderilip, sızıntı beklenen diğer taraftan çıkışını izlenerek değerlendirilmesi esasına dayanan bir yöntemdir. Tekrarlanabilir ve üç boyutlu olarak izlenebilecek bir sızıntı yöntemidir (Taylor MJ ve Lynch E 1992).

2.7.7. Elektrokimyasal Yöntem

Elektrokimyasal yöntem, elektrolit solüsyonuna batırılmış iki metal arasındaki elektrik akımının ölçümü esnasındaki kaydedilen değişikliklerin değerlendirilmesine dayanmaktadır. Metal içerikli restorasyonlarda kullanılmayan bu yöntemde; elektrod

görevi görecek bir metal levhanın, dişin apikal kısmından restorasyon tabanına değecek kadar iletilmesi ve izole edilmiş dişin eloktrolit banyosuna daldırılarak mikrosızıntı olabilecek diş restorasyon arayüzeyinden geçen akımın ölçülerek değerlendirilmesi esasına dayanmaktadır (Alani AH ve Toh CG 1997).

2.7.8. Nötron Aktivasyon Yöntemi

Nötron aktivasyon yöntemi *in vivo* ve *in vitro* koşulların bir arada kullanılarak ölçüm yapılmasına izin veren bir mikrosızıntı inceleme yöntemidir. Diş restorasyon birleşim yüzeyine manganez benzeri kimyasal bir işaretleyici yerleştirip, sızıntı olması için geçen süreyi takiben dişin çekimi ve bir nükleer reaktörün çekirdeğine yerleştirilerek nötron bombardımanına tutulması esasına dayanan bir yöntemdir. Diş restorasyon birleşim yüzeyi arasındaki mangan miktarı ölçülerek sızıntının miktarı tespit edilmekte ancak sızıntının restorasyonun hangi kısmında ne kadar olduğu belirlenememektedir (Taylor MJ ve Lynch E 1992; Alani AH ve Toh CG 1997).

2.7.9. Radyoaktif İzotop Yöntemi

Radyoaktif izotop yönteminde boya taneciklerinin yaklaşık olarak 1/3'ü oranında boyutlara sahip olan radyoizotopların kullanılması esasına dayanmaktadır. Restorasyon materyali ile diş dokuları arasından geçen radyoaktif izotopların, radyoaktif solüsyonların içerisinde belirli bir süre bekletilmesinin ardından uzunlamasına kesit alınarak röntgen filmi üzerine bırakılması ve sonrasında otoradyografi sonucunda gözlendiği alanların hesaplanması ile sızıntı ölçümü yapılmaktadır. Kısa sürede derin bir penetrasyon sağlayan radyoaktif izotop yöntemi, boya penetrasyon yönteminden sonra en sık kullanılan yöntemlerden bir tanesidir. Radyoaktif izotop yönteminin doğru ve kantitatif veriler ortaya koymasının yanı sıra; özel cihazlar, yüksek maliyet ve bilgi gerektirmesi gibi dezavantajları ve insan sağlığı açısından olumsuz etkileri bulunmaktadır (Taylor MJ ve Lynch E 1992; Alani AH ve Toh CG 1997).

2.7.10. Taramalı Elektron Mikroskobu Yöntemi

Taramalı elektron mikroskobu yöntemi, direkt ve replika teknik olmak üzere iki farklı yöntem ile uygulanabilmektedir. Her iki yöntem de restorasyon materyali ile diş dokuları arasındaki mesafenin ve kavite kenar uyumunun, taramalı elektron mikroskobu ile analizine bağlı olarak sızıntı değerinin saptanması esasına dayanmaktadır. Direkt teknikte *in vitro* şartlarda hazırlanmış örneklerin mikroskop altında direkt olarak incelenmesi sağlanmaktadır. Replika tekniğinde ise ağız içinde bulunan restorasyon materyali ile diş dokularının, hazırlanan replikalar ile mikroskop altında incelenmesi sağlanmaktadır (Taylor MJ ve Lynch E 1992).

2.7.11. Konfokal Lazer Taramalı Elektron Mikroskobu Yöntemi

Konfokal lazer taramalı elektron mikroskobu yöntemi ile, 100 nm'den küçük boyutlardaki düzlemlerin, floresan boyalar kullanılarak tomografik olarak incelenmesi sağlanmaktadır. Mikroskobik yapılara odaklanan, 488 nm dalga boyundaki argon-ion lazerinin yansıyarak, saptanan yansımaların incelenmesi ve bu sayede materyallerin incelenmesi sağlanmaktadır. Ek olarak floresan boyayıcı ajanın dağılımı kaydedilerek penetrasyon yolları da incelenebilmektedir (Pioch T ve ark. 2001; Watson TF ve ark. 2008).

2.7.12. Şeffaflaştırma Yöntemi

Şeffaflaştırma yöntemi kök kanal sistemi morfolojisinin incelenmesi amacıyla geliştirilmiş bir tekniktir. 1913 yılında Herrmann Prinz adlı araştırmacı, 1906 yılında yılında Spaltholz'un belirlediği prosedür ile dişleri şeffaflaştırarak incelemiştir. Şeffaflaştırma yöntemi ile diş dokularının orjinal yapıları bozulmamakta, düşük maliyet ile örnekler uzun süre saklanabilmekte ve kolaylıkla tekrar incelenebilmektedir. Şeffaflaştırma yöntemi demineralizasyon, dehidratasyon ve şeffaflaştırma başlıkları altında 3 temel bölümden oluşmaktadır. Demineralizasyon aşaması nitrik asit ya da EDTA gibi asit solüsyonları yardımı ile yapılmaktadır. Demineralizasyon aşamasının ardından farklı konsantrasyondaki alkol banyoları ile dişler dehidratasyona uğratılarak

yönteme devam edilmektedir. İçerdikleri sudan arındırılan örnekler metil salisilat içerisinde muhafaza edilerek şeffaflaştırılmış hale getirilmektedir (Rosler S 2010).

Şeffaflaştırma yöntemi ile diş ve restorasyon yüzeyi arasındaki mikrosızıntı alanlarının, kimyasal işaretleyici ajanlar kullanılarak boyanması ve üç boyutlu olarak incelenmesi söz konusudur. Şeffaflaştırma yöntemi ile dişlerden kesit alınması yerine, dişlere zarar verilmeden mikrosızıntı oluşturan bölgelerin, sayısal olarak alan hesapları, skorlanması ve tekrar incelenmesi mümkün olmaktadır (Federlin M ve ark. 2002).

2.8. Adeziv Restorasyonlarda Farklı Materyallerin ve Restorasyon Yöntemlerinin Mikrosızıntı Açısından Değerlendirilmesi ile İlgili Yapılan Çalışmalar

Tay FR ve ark. (1995a) yaptıkları çalışmalarında, bir kenarı mine yüzeyinde diğer kenarı mine sement birleşim hattının altındaki dentin yüzeyinde olacak şekilde hazırladıkları V. Sınıf kavitelerde, gümüş nitrat sulu solüsyonu kullanarak, iki farklı bonding materyalinin mikrosızıntı değerlerini şeffaflaştırma yöntemi ile incelemişlerdir. Restorasyon sınırlarında oluşan mikrosızıntının, diş restorasyon ara yüzeyinin farklı bölgelerinde düzenli bir şekilde dağılım göstermediğini ve şeffaflaştırma yönteminin dentin dokusunda sınırlarında bulunan diş restorasyon yüzeylerinin incelenmesi için daha etkin bir yöntem olduğunu belirmişlerdir.

Tay FR ve ark. (1995b) yaptıkları başka bir çalışmalarında, bir etch&rinse bağlayıcı sistemin (All Bond 2) üç farklı şekilde uygulanması sonucunda oluşan mikrosızıntı değerlerini, şeffaflaştırma ve taramalı elektron mikroskobu yöntemlerini kullanarak incelemişlerdir. Çalışmalarının üç gruba ayırdıkları örneklerde kontrol grubundaki dişlerde üretici firma önerisi doğrultusunda, primer içeriğinde bulunan solvent tamamen uzaklaştırılmış ve adeziv 20 sn süre boyunca 420 mW/cm^2 gücündeki ışık kaynağı ile polimerize edilmiştir. İkinici grupta primer solventi aynı şekilde uzaklaştırılmış ancak bağlayıcı sistemin adeziv bölümü 68 mW/cm^2 gücündeki ışık kaynağı ile polimerize edilmiştir. Üçüncü grupta ise primer içerisindeki solvent tamamen uzaklaştırılmadan adeziv 20 sn süre boyunca 420 mW/cm^2 gücündeki ışık kaynağı ile polimerize edilmiştir. Çalışmanın sonuçları incelendiğinde en yüksek mikrosızıntı değerleri üçüncü grupta tespit edilmiştir.

Gwinnett JA ve ark. 1995 yılında yaptıkları bir çalışmada, üç farklı mikrosızıntı tespit yöntemini etkinlik açısından karşılaştırmışlardır. P-50 kompozit reçine materyali

ile restore edilen V. Sınıf kavitelerde Scotchbond 2 bağlayıcı sistem kullanılmıştır. Araştırmacılar gümüş nitrat solüsyonu kullanarak mikrosızıntı ölçümlerini yaptıkları çalışmalarında, kullandıkları örnekleri 10 dişten oluşan üç gruba ayırmışlardır. Çalışmalarında belirledikleri ilk gruptaki dişlerde oluşan mikrosızıntı değerlerini, tek yönde dikey olarak aldıkları kesitler üzerinde incelemişlerdir. İkinci gruplarında bulunan dişlerin mikrosızıntı değerlendirmeleri için, restorasyonların bulunduğu yüzeyler üzerinde sıralı aşındırmalar yaparak oluşan mikrosızıntı değerlerini kaydetmişlerdir. Son gruplarında ise oluşan mikrosızıntı değerlerini ise şeffaflaştırma yöntemi kullanarak belirlemişlerdir. İkinci ve üçüncü gruplar arasında mikrosızıntı değerleri açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır. Ancak bu iki grupta geleneksel mikrosızıntı tespit yöntemine oranla istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha fazla mikrosızıntı tespit edilmiştir.

Hilton TJ ve Ferracane JL (1998) yaptıkları çalışmada farklı kavite preparasyon şekillerinin, farklı bitirme işlemlerinin ve restorasyon yüzeylerine uygulanan re-bonding işleminin mikrosızıntıya olan etkilerini, gümüş nitrat solüsyonu kullanarak şeffaflaştırma yöntemi ile incelemişlerdir. Toplam 20 adet mine kırığı ve restorasyonu olmayan, çürüksüz insan büyük azı dişlerinde, oklüzal yüzeyde 3 mm, gingival yüzeyde 3,5 mm genişliğinde ve 1,25 mm derinliğinde, mine sement sınırında sonlanan, II. Sınıf slot kavite preperasyonları hazırlamışlardır. Aksiyal-oklüzal mine restorasyon ara yüzeylerinde en düşük mikrosızıntı değerleri tespit edilirken, oluşan mikrosızıntı değerleri gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark göstermemiştir. Bizotaj yapılarak hazırlanan proksimal duvarlarda oluşan mikrosızıntı değerleri, karşılaştırılan diğer gruplarda oluşan mikrosızıntı değerlerine göre istatitiksel olarak anlamlı düzeyde daha düşük mikrosızıntı değerleri tespit edilmiştir.

Ziskind D ve ark. (1998) yapmış oldukları çalışmalarında, direkt kompozit restorasyonların, kompozit ve seramik inleylerin mikrosızıntı açısından etkinliğini incelemişlerdir. 24 adet büyük azı dişini, her dişe iki adet II. Sınıf kavite preparasyonu hazırlayarak, üç gruba ayırmışlardır. Oluşturdukları gruplardan birincisinde, kavite preparasyonlarını horizontal tabakalama tekniği kullanarak kompozit reçine materyali ile restore etmişlerdir. İkinci gruplarındaki 16 kavite preperasyonunu hazırlamış oldukları indirekt kompozit inley restorasyonlar ile restore etmişlerdir. Üçüncü gruplarındaki dişlerin restorasyonlarını ise laboratuvarda hazırlanan indirekt seramik

inleyler ile restore etmişlerdir. 24 sa bazik fuksin solüsyonunda bekletilen örneklerin mikrosızıntı incelemeleri yapılarak, belirlenen mikrosızıntı değerleri oklüzal bölgeden (aksiyal duvarda) kaynaklanan ve servikal bölgeden (gingival duvarda) kaynaklanan sızıntı olarak ayrı ayrı skorlanmıştır. Oklüzal bölgeden kaynaklanan sızıntı değerleri incelendiğinde, kompozit reçine ile restore edilen ve kompozit inley kullanılan grupların sızıntı değerlerinin dentin yüzeyine ulaşmadığı, mine ile sınırlı kaldığı belirlenmiştir. Belirlenen üç gruptaki mikrosızıntı değerleri incelendiğinde, seramik inley kullanılan grutaki mikrosızıntı değerlerinin istatistiksel olarak anlamlı derecede diğer iki gruptan daha yüksek olduğu bildirilmiştir. Servikal bölgeden kaynaklanan sızıntı değerleri incelendiğinde, kompozit ve seramik inley ile restore edilen grupların, horizontal tabakalama tekniği ile restore edilen gruba oranla istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha düşük mikrosızıntı değerleri gösterdiği belirtilmiştir. Kompozit ve seramik inley restorasyonların mikrosızıntı değerleri incelendiğinde, kompozit inley kullanılan grubun daha başarılı sonuçlar verdiği ancak iki grup arasında istatitiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı bildirilmiştir. Araştırmacılar çalışmalarının sonucu olarak, seramik inley kullanımının mikrosızıntının engellenmesi amacıyla kullanılabilecek etkili bir teknik olmadığını, indirekt kompozit inley restorasyonların horizontal tabakalama tekniği ile karşılaştırıldığında mikrosızıntının engellenmesinde etkili olarak kullanılabileceğini belirtmişlerdir.

Youngson CC ve ark. (1999) üç farklı dentin bağlayıcı sistem (Fuji Bond LC, ScotchBond MP Plus, Prime&Bond 2.1) kullanarak restore ettikleri dişlerde, özel bir test düzeneği yardımı ile sıvı akışını ve aynı dişlere uyguladıkları gümüş nitrat solüsyonunun diş restorasyon ara yüzeyinde dağılımını şeffaflaştırma yöntemi kullanarak karşılaştırmış; her iki yöntemde ısı banyosunun mikrosızıntıya olan etkisini incelemişlerdir. Farklı dentin bağlayıcı uygulanan gruplar arasında, sıvı filtrasyon değerleri açısından istatitiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilememiştir. Bu çalışmada ısı banyosu sıvı filtrasyon değerlerinin artışında istatistiksel olarak herhangi bir farka neden olmamıştır. Bununla birlikte inceledikleri tüm gruplarda mikrosızıntı değerleri saptanmıştır.

Cilli R ve ark. (2000) akışkan kompozit materyalini (Flow it!) kavite liner olarak kullandıkları çalışmalarında, 15 adet dişi üç gruba ayırarak, üç farklı kompozit reçine materyali kullanmışlardır. Her grupta 5 diş üzerinde hazırladıkları II. Sınıf kavitelere

akışkan kompozit reçine materyalini kavite tabanına uygulamışlardır. Ardından kavitelerin restorasyonları ilk iki grupta kondanse edilebilir kompozit ile (Alert, Solitaire) tamamlanmış, üçüncü grupta ise kondanse edilebilir kompozit reçine materyali (Filtek Z 100) uygulanmıştır. Isı banyolarında 300 siklus termal devinim uygulanan dişler, %50'lik gümüş nitrat sulu solüsyonuna aktarılarak bekletilmiş ve film banyo solüsyonuna alınarak mikrosızıntı işlemleri tamamlanmıştır. Mikrosızıntı işlemlerinin ardından dişler, mesio-distal yönde üç kesit alınarak incelenmeye hazır hale getirilmiştir. Belirlenen mikrosızıntı değerleri incelendiğinde tüm gruplarda dentin ile sonlanan yüzeylerde mine ile sonlanan yüzeylere oranla anlamlı derecede yüksek oranda daha fazla mikrosızıntı değerleri saptanmıştır. Tüm değerler mine ve dentin yüzeylerinde ayrı ayrı incelendiğinde, gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bildirilmemiştir.

Estafan D ve ark. (2000) 15 diş üzerinde yaptıkları çalışmalarında, kontrol grubunda hibrit kompozit reçine materyalini tek başına, kalan iki grupta ise kondanse edilebilen kompozit reçine materyalini kullanmışlardır. Kondanse edilebilen kompozit reçine materyali ile oluşturdukları iki grupta, gingival basamakta akışkan kompozit materyali uygulayarak ve uygulamayarak, kompozit ile diş dokuları arasında oluşan mikroaralıkları taramalı elektron mikroskobu kullanarak incelemişlerdir. Akışkan kompozit uyguladıkları grubun, taramalı elektron mikroskobu inceleme sonuçlarında, diş dokuları ile restorasyon yüzeyleri arasında mikroaralık oluşmadığını bildirmişlerdir. Kontrol grubundaki örnekler ile akışkan kompozit reçine materyali uygulanan grupların arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmasa da, kontrol grubundaki dişlerin taramalı elektron mikroskobunda incelenen yüzeylerinde, gingival bölgede ve restorasyonun yapısında boşluk benzeri bulut şeklinde kümelenmeler saptandığını bildirmişlerdir.

Leevailoj C ve ark. (2001) kondanse edilebilir 4 farklı kompozit reçine materyalinin (Alert, Surefil, Pyramid, Solitaire) altında akışkan kompozit reçine materyalinin mikrosızıntı değerleri açısından etkinliğini incelemişlerdir. Kontrol gruplarında mikrohibrit kompozit materyali kullanan araştırmacılar, 50 adet çürüksüz insan üçüncü büyük azı dişinde, mine sement sınırının 1 mm altında sonlanan II.Sınıf kaviteler hazırlamışlardır. Her dişte hazırlanan II.Sınıf kavitelere, dişin bir yüzeyinde akışkan kompozit ve kompozit reçine materyali bir arada, diğer yüzeyinde kondanse

edilebilir kompozit reçine materyali tek başına uygulanmıştır. Çalışmada elde edilen mikrosızıntı sonuçlarına göre, gingival bölgede dentin ile sonlanan kavitelerde mine ile sonlanan duvarlara oranla en yüsek mikrosızıntı değerleri elde edilmiştir. Akışkan kompozit materyalinin kullanılmadığı kavitelerde, kontrol grubunda elde edilen değerlere oranla istatitiksel olarak anlamlı derecede yüksek mikrosızıntı değerleri elde edildiği, akışkan kompozit kullanılan kavitelerde mikrosızıntı değerlerinin istatistiksel olarak anlamlı derecede azaldığı bildirilmiştir.

Chuang SF ve ark. (2001) yaptıkları çalışmalarında, farklı tecrübeye sahip iki araştırmacının, II. Sınıf kavitelerde farklı viskoziteye sahip iki akışkan kompozit (Revolution, Tetric Flow) ve iki farklı hibrit kompozit (Prodigy, Tetric Ceram) kullanarak restore ettikleri dişlerde meydana gelen mikrosızıntı değerlerini ve oluşan mikroboşlukları incelemişlerdir. Araştırmacılar gingival bölgede akışkan kompozit kullanımının mikroboşlukların azaltılmasında etkili oduğunu, ancak çalışmamızda elde ettiğimiz verilerin aksine mikrosızıntı değerleri üzerine herhangi bir etkisi olmadığını bildirmişlerdir. Daha düşük viskoziteye sahip olan akışkan kompozit uygulanan gruplarda (Tetric Flow) diş restorasyon arayüzeyinde oluşan mikroboşlukların daha iyi doldurulduğunu bildirmişlerdir. Elde ettikleri bu verilerin ışığında, daha düşük viskoziteye sahip olan akışkan kompozit materyalinin, kompozit konusunda deneyimli bir kişi tarafından uygulandığı takdirde, mikroboşlukları ve beraberinde diş restorasyon arayüzeyinde oluşan bağlanmanın kalitesini arttırdığını bildirmişlerdir.

Bedran de Castro AK ve ark. (2002) yaptıkları çalışmalarında, 90 adet sığır dişi üzerinde hazırladıkları II.Sınıf slot kavitelerde farklı kompozit reçine materyallerinin ve bonding sistemlerinin, akışkan kompozit kullanılması ile birlikte mikrosızıntı üzerine etkilerini incelemişlerdir. %4'lük metilen mavisi solüsyonunda tutulan dişlerden kesit alınarak stereomikroskopta mikrosızıntı değerleri skorlanmıştır. Çalışmada elde edilen mikrosızıntı değerleri sonucunda, kullanılan akışkan kompozit materyalinin mikrosızıntının azaltılmasında istatistiksel olarak anlamlı derecede etkisi olduğu bildirilmiştir.

Peutzfeldt A ve Asmussen E (2002) 60 adet büyük azı dişi üzerinde yaptıkları çalışmalarında, II. Sınıf kavitelerin gingival basamağında kimyasal olarak sertleşebilen kompozit reçine materyali ve akışkan kompozit reçine materyalinin, mikrosızıntı açısından etkinliği incelemişlerdir. Çalışma yaptıkları dişleri 6 gruba ayırarak grupların

iki tanesinde 0,5-1 mm kalınlığında akışkan kompozit reçine materyali kullanmışlardır. Stereomikroskopta inceledikleri örneklerde, mine sınırlarındaki diş restorasyon yüzeyleri arasında oluşan mikrosızıntı değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir sonuç olmadığını bildirmişlerdir. Ancak dentin yüzeylerinde ölçülen mikrosızıntı değerleri incelendiğinde akışkan kompozit reçine materyalinin kullanıldığı iki grubun istatistiksel olarak diğer dört gruptan daha düşük mikrosızıntı değerleri gösterdiği bildirilmiştir.

Peris AR ve ark. (2003) 40 adet büyük azı dişinde hazırladıkları 80 adet II. Sınıf kavite üzerinde yapmış oldukları mikrosızıntı çalışmasında, hazırladıkları kaviteleri 4 gruba ayırmışlardır. Hibrit ve kondanse edilebilir kompozit reçine materyali kullandıkları dişlerin restorasyonları için, iki grupta restorasyonların gingival basamağında 0,5-1 mm'lik akışkan kompozit reçine materyali yerleştirmişlerdir. Horizontal tabakalama tekniği ile tamamlanan restorasyonlar, gümüş nitrat solüsyonunda bekletilerek stereomikroskop altında incelenmiştir. Aksiyal duvardaki mikrosızıntı değerleri incelendiğinde kondanse edilebilir kompozit reçine materyalinin, akışkan kompozit olmadan kullanıldığında, en yüksek mikrosıntı değerini verdiği bildirilmiştir. Akışkan kompozit materyalinin kullanıldığı her iki grup, gingival bölgede oluşan mikrosızıntı değerleri açısından incelendiğinde, diğer iki gruptaki değerlere göre istatistiksel olarak anlamlı derecede daha düşük mikrosızıntı skorları göstermişlerdir.

Wahab FK ve Shaini FJ'nin (2003) yapmış oldukları bir çalışmada, kompozit insertlerin mikrosızıntı açısından etkinlikleri incelenmiştir. Çalışmada kullanılan 30 adet büyük azı dişine, 60 adet II. Sınıf kavite preparasyonu hazırlanmıştır. Hazırlanan dişler üç ayrı gruba ayrılmıştır. İlk grupta bulunan kaviteler kompozit reçine materyali ile üç ayrı horizontal tabaka ile restore edilerek hazırlanmıştır. İkinci ve üçüncü grupta bulunan kaviteler, ilk gruptaki kavitelere benzer şekilde üç tabaka halinde restore edilmiş, ancak ikinci tabakada kompozit reçine materyalinin içerisine yerleştirilmiş iki faklı boyutta (2.Grup 1x3 mm, 3.Grup 1,25x3 mm) kompozit insertler kullanılmıştır. Mikrosızıntı aşamaları tamamlanan örnekler 4 X büyütmede stereomikroskop altında incelenmiş ve oluşan mikrosızıntı değerleri 0-3 arasında skorlanmıştır. Birinci grupta incelenen dişlerin mikrosızıntı skorları değerlendirildiğinde, 0 skoru verilen örnek sayısının olmadığı, skorların büyük oranda 2 ve 3 olduğu belirtilmiştir. İkinci ve üçüncü grupta incelenen, kompozit insertlerin kullanıldığı grupların mikrosızıntı değerleri

incelendiğinde, toplam 12 örnekte 0 skorunun belirlendiği, 18 örnekte ise 1 skorunun verilmiş olduğu belirtilmiştir. İstatistiksel inceleme sonucunda Grup 1 ile Grup 2 arasında ve Grup 1 ile Grup 3 arasında istatistiksel olarak anlamlı farklar olduğu bildirilmiştir. Farklı boyutlarda kompozit insertler kullanılan Grup 2 ve Grup 3 arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı bildirilmiştir.

Abbas G ve ark. (2003) yaptıkları, II. Sınıf kavitelerde iki farklı ışık kaynağının ve iki farklı yerleştirme tekniğinin mikrosızıntı üzerine etkilerini değerlendirdikleri çalışmalarında; tek tabaka yerleştirme tekniği ile oblik yerleştirme tekniklerini karşılaştırmışlardır. Tek tabaka uygulama tekniğinin her iki ışık kaynağı kullanımında da oblik tabakalama tekniğine göre anlamlı derecede daha fazla mikrosızıntıya neden olduğunu bildirmişlerdir.

Poskus LT ve ark. (2004) 100 adet küçük azı dişinde hazırlamış oldukları 200 adet II. Sınıf kavite üzerinde yaptıkları çalışmalarında, iki farklı dentin bağlayıcı sistemi ve beş farklı kompozit reçine materyalini, iki farklı yerleştirme tekniği kullanarak mikrosızıntı açısından incelemişlerdir. Çalışmalarında kullandıkları horizontal tabakalama tekniği, diğer ana gruplarını oluşturan tek tabaka uygulama tekniğine göre anlamlı derecede daha düşük mikrosızıntı değerleri göstermiştir.

Tredwin CJ ve ark. (2005) 240 adet II.Sınıf kavite üzerinde yaptıkları çalışmalarında, hazırladıkları kavitelerin yarısını mine sement sınırının altında, diğer yarısını ise mine sement sınırının üzerinde sonlandırmışlardır. Kondanse edilebilir ve geleneksel mikrohibrit kompozit materyallerini tek başına ve akışkan kompozit materyali ile birlikte kullanarak; akışkan kompozit reçine materyalinin mikrosızıntıya olan etkisini incelemişlerdir. Restorasyonların tamamlanmasını takiben dişler 1500 tur ısı banyosu işlemine tabi tutulmuş ardından %0,1'lik metilen mavisi içerisinde bırakılmışlardır. Kesit alınarak incelenen dişlerde, mine sement sınırının üzerinde sonlandırılan kavitelerde istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha düşün mikrosızıntı değerleri saptanmıştır. Kullanılan iki farklı kompozit tipi mikrosızıntı açısından incelendiğinde, iki kompozit arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmamıştır. Araştırmacılar akışkan kompozit kullanılan geruplarda ise, incelenen mikrosızıntı değerlerinin istatistiksel olarak anlamlı derecede artmış olduğunu bildirmişlerdir.

Lindberg A ve ark. (2005) ortodontik çekim endikasyonu olan küçük azı dişlerinde *in vivo* hazırladıkları 48 kavite üzerinde yapmış oldukları çalışmalarında, restorasyonların diş dokuları ile adaptasyonlarını incelemişlerdir. Restorasyonların yapılması için kaviteler iki grup altında toplanmıştır. Grupların birinde akışkan kompozit reçine materyali gingival basamakta 2 mm'yi aşmayacak kalınlıkta kullanılmış, diğer grupta ise akışkan kompozit materyali kullanılmadan yalnızca kompozit reçine materyali ile restorasyonlar tamamlanmıştır. Bir aylık süre sonrasında dişlerin çekimi yapılarak taramalı elektron mikroskobu ile incelenmiştir. İncelenen örneklerde rakamsal olarak akışkan kompozit kullanılmayan gruplarda daha fazla mine çatlakları saptanmıştır. Ancak dişlerin minelerinde oluşan mikroçatlaklar ve diş dokuları ile restorasyon sınırında oluşan mikroaralıklar incelendiğinde gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmamıştır. Dişlerin restorasyonların bağlandığı yüzeyleri oklüzal mine yüzeyi, servikal mine yüzeyi ve dentin yüzeyi olarak incelenmiş; oklüzal mine bölgesinde servikal mine bölgesine göre mikroaralık oranı istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük, servikal mine bölgesindeki değerler ise dentin bölgesine göre anlamlı derecede düşük saptanmıştır. Akışkan kompozit reçine materyallerin diş restorasyon sınırında oluşan mikroaralıkların azalmasına etki etmediği ancak minede oluşan mikroçatlakların rakamsal olarak azalmasında etkili olduğu bildirilmiştir.

Soares CJ ve ark. (2005) yapmış oldukları bir çalışmada, direkt ve indirekt kompozit restorasyon tekniklerinin mikrosızıntı açısından etkinliğini incelenmişlerdir. Çalışmalarında kullandıkları 30 adet kesici dişin kesici kenarlarını, dişlerin pulpaları açılmayacak şekilde separe ile keserek, II. Sınıf slot kaviteler hazırlamışlardır. Hazırladıkları 60 kaviteyi iki ayrı gruba ayırarak direkt ve indirekt restorasyon tekniklerini uygulamışlardır. Direkt tekniği kullandıkları grupta kompozit reçine materyali, kaviteye üç ayrı horizontal tabaka halinde yerleştirilerek restorasyonlar tamamlanmıştır. İkinci grup bulunan kaviteler ise indirekt teknik ile hazırlanan kompozit reçine materyalinin, reçine siman ile simantasyonu ile tamamlanmıştır. Dişler %50'lik gümüş nitrat solüsyonu içerisinde bekletilip mikrosızıntı aşamaları tamamlandıktan sonra, mezio-distal yönde kesit alınarak incelenmeye hazır hale getirilmiştir. Stereomikroskopta incelenen örneklerin mikrosızıntı değerleri incelendiğinde dentin ile sonlanan bölgelerde, mine ile sonlanan bölgelere oranla daha yüksek mikrosızıntı değerleri saptanmıştır. Mine ile sonlanan bölgeler göz önünde bulundurulduğundai direkt ve indirekt teknik arasında istatistiksel olarak anlamlı bir

fark bulunmamıştır. Ancak dentin ile sonlanan diş restorasyon ara yüzeylerinde oluşan mikrosızıntı değerleri incelendiğinde, indirekt restorasyonların istatistiksel olarak anlamlı derecede daha düşük mikrosızıntı değerleri gösterdiği bildirilmiştir.

Fruits TJ ve ark. (2006) yaptıkları çalışmalarında, direkt ve indirekt kompozit reçine materyal sistemlerinin, mikrosızıntı açısından etkinliğini incelemişlerdir. 60 adet insan büyük azı dişinde hazırladıkları II. Sınıf kavite preperasyonlarını, dişin bir yüzeyinde mine sement birleşim hattının 0,5-1 mm altında, diğer yüzeyinde mine sement birleşim hattının 0,5-1 mm üzerinde hazırlamışlardır. Altı farklı bağlayıcı ajan kullandıkları gruplardan, direkt restorayon ile restore edilen gruplarda, kompozit reçine materyali 2 mm kalınlığı aşmayacak şekilde horizontal tabakalar halinde uygulanmıştır. İndirekt gruplarda uygulanan restorasyonlar, laboratuvar şartlarında indirekt olarak polimerize edildikten sonra reçine siman ile kavite içerisine simante edilmiştir. %50'lik gümüş nitrat solüsyonunda bekletilen örnekler, mikrosızıntı aşamalarının tamamlanmasının ardından, proksimal duvarlara paralel olacak şekilde 0,25 mm'lik 6 tur aşındırma yapılarak incelenmiştir. Aşındırılan her tabaka sonrasında kalan diş restorasyon yüzeyleri incelenerek oluşan mikrosızıntı değerleri kaydedilmiştir. Oluşan mikrosızıntı değerleri her duvarda (gingival, proksimal) ayrı ayrı ölçülerek, ölçüldüğü duvarların toplam uzunluğuna oranlanmış, böylelikle her duvarda oluşan sızıntı değerleri yüzde olarak kaydedilmiştir. Bunun yanı sıra toplam sızıntı uzunlukları, toplam yüzey uzunluklarına bölünerek, toplam mikrosızıntı değerleri yüzde olarak ayrıca hesaplanmıştır. Kaydedilen mikrosızıntı değerleri gingival bölge için incelendiğinde mine sement birleşim sınırının altında ve üzerinde yapılan her iki grupta da indirekt restorasyonların istatistiksel olarak anlamlı derecede daha düşük mikrosızıntı değerleri gösterdiği belirtilmiştir. Toplam mikrosızıntı değerleri incelendiğinde indirekt kompozit restorasyonların uygulandığı grubun sızıntı değerlerinin, direkt restorasyon yapılan bir grup haricinde tüm gruplardan istatistiksel olarak anlamlı derecede daha düşük mikrosızıntı değerleri verdiği, istatistiksel olarak anlamlı fark olmayan grup ile karşılaştırıldığında ise rakamsal olarak daha düşük mikrosızıntı değerleri gösterdiği bildirilmiştir.

Duquia R de C ve ark. (2006) yapmış oldukları bir çalışmada, direkt ve indirekt kompozit uygulama tekniklerinin mikrosızıntı açısından etkinlikleri değerlendirilmiştir. Çalışmalarında 48 adet insan büyük azı dişinde II. Sınıf kavite preperasyonları

hazırlamışlardır. Üç gruba ayırdıkları dişlerin ilk grubunda bulunan kaviteleri kompozit reçine materyalini direkt uygulama ile, oblik tabakalama tekniği kullanarak restore etmişlerdir. İkinci ve üçüncü grupta bulunan kaviteleri indirekt restorasyon prosedürleri ile, iki farklı kompozit reçine materyali kullanarak laboratuvar şartlarında hazırlayarak, kompozit reçine siman ile restorasyonları tamamlamışlardır. Araştırmacılar meziodistal yönde kesit alarak stereomikroskopta inceledikleri örnekleri, mine ve dentin yüzeylerinde oluşan mikrosızıntı değerleri başlıkları altında gruplandırmışlardır. Mine ile sonlanan diş restorasyon kontakt noktalarında oluşan mikrosızıntı skorları değerlendirildiğinde, direkt grupta bulunan dişlerde 0 skoru elde edilememiştir. İndirekt teknikle restore edilen iki grup benzer sonuçlar göstermiş ve direkt teknik ile restore edilen grupta bulunan dişlere oranla istatistiksel olarak anlamlı derecede daha düşük mikrosızıntı değerleri göstermiştir. Ek olarak incelenen tüm gruplarda 3 skoru saptanmamış; 2 skoru direkt teknik ile restore edilen gruptaki örneklerden yalnızca bir tanesinde belirlenmiştir. Dentin ile sonlanan diş restorasyon arayüzeylerinde oluşan mikrosızıntı değerleri incelendiğinde gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır. Ancak incelenen grupların skor değerlendirmelerine bakıldığında, direkt teknik ile restore edilen grupta toplam dört adet 2 skoru saptanmışken, indirekt teknikle restore edilen gruplardaki skor değerlendirlmeleri sonucunda iki grupta toplam bir dişte 2 skoru belirlenmiştir. Sonuç olarak mine ile sonlanan restorasyon sınırlarında, kimyasal yapısı ve içeriği fark etmeksizin indirekt restorasyonların daha başarılı sonuçlar verdiği ancak dentin ile sonlanan diş restorasyon sınırlarında, direkt ya da indirekt restorasyon yöntemlerin mikrosızıntı değerleri arasındaki farkın anlamsız olduğu bildirilmiştir.

El-Mowafy ve ark. (2007) fiber lif uygulamasının II. Sınıf kavitelerde gingival bölgede oluşan mikrosızıntı üzerine olan etkilerini incelemişlerdir. Çalışmalarında kullandıkları II. Sınıf kavite prererasyonu yapılmış 54 adet dişi üç ana gruba ayırarak, üç farklı bonding sistemini kullanmışlardır. Her ana grubun üç alt grubunu da fiber lif kullanmadan, cam fiber lif ve polietilen fiber lif kullanarak, kondanse edilebilir kompozit reçine materyali ile restore ederek oluşturmuşlardır. Fiber lifleri kullanmadıkları kontrol gruplarındaki restorayonları; kondanse edilebilir kompozit reçine materyalinin ilk tabakasını 2 mm'lik horizontal bir tabaka ile, ardından oblik yerleştirme tekniği ile uyguladıkları prizma şeklindeki oblik tabakalar halinde hazırlamışlardır. Fiber materyallerin kullanıldığı gruplarda ise fiber materyallerini,

kavite tabanına uygulanmış olan kompozit reçine materyalinin ilk tabakasının içerisine yerleştirmişlerdir. Mikrosızıntı verilerinin istatistiksel incelemesinin sonuçlarına göre cam fiber lif ve polietilen lif kullanılan gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir sonuç bulunamamıştır. Ancak fiber lif kullanılan grupların kullanılmayan gruplara oranla istatistiksel olarak anlamlı derecede daha düşük mikrosızıntı değerleri gösterdiği bildirilmiştir.

Belli S ve ark. (2007) yapmış oldukları çalışmalarında tek tabakalama uygulama tekniği, akışkan kompozit kullanımı ve fiber liflerin akışkan kompozitler ile birlikte kullanımının, mikrosızıntı üzerine etkilerini incelemişlerdir. Çalışmalarında kullandıkları 40 adet büyük azı dişinin her iki proksimal yüzeyine II. Sınıf kaviteler hazırlamışlardır. Her diş üzerinde açılan kavitelerin bir tanesi mine sement birleşim sınırının 1 mm altında, diğeri mine sement birleşim sınırının 1 mm üzerinde hazırlanmıştır. 4 gruba ayırdıkları dişlerin ilk grubunda bulunan kavite preperasyonlarının restorasyonlarını tek tabaka uygulama tekniği ile, kompozit reçine materyali kullanarak tamamlamışlardır. İkinci gruptaki örneklerin kavite tabanlarında öncelikle akışkan kompozit reçine materyali kullanılmış; ardından aynı kompozit reçine materyali ile tek tabaka uygulama tekniği ile dişler restore edilmiştir. Üçüncü ve dördüncü gruplardaki kaviteler benzer prosedürler eşliğinde, akışkan kompozit reçine materyalinin polimerizasyonu öncesinde içerisine polietilen ve cam fiber lif ağ örgülerin, gingival ve aksiyal duvar boyunca yerleştirilmesi ile hazırlanmıştır. Fiber ağ örgü yerleştirilmesinin ardından polimerize edilen akışkan kompozit reçine materyalinin üzerine aynı şekilde tek tabaka yerleştirme tekniği uygulanarak kompozit reçine materyali polimerize edilmiştir. İstatistik inceleme sonucunda, restorasyonların mine sement birleşim sınırının 1 mm üzerinde ya da 1 mm altında olmasının istatistiksel olarak anlamlı olmadığı gözlemlenmiştir. Ancak mine sement sınırının 1 mm üzerinde hazırlanan kavite preperasyonlarının, fiber lifler ile akışkan kompozit kullanımı ile restore edildiği grupların aksiyal bölgelerinde, fiber liflerin kullanılmadığı gruplara oranla istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha düşük mikrosızıntı değerleri gösterdiği bildirilmiştir.

Korkmaz Y ve ark. (2007) yapmış oldukları çalışmalarında, 80 adet II. Sınıf kavite 8 ayrı gruba ayrılarak kullanılmıştır. 8 grup akışkan kompozit reçine materyali kullanılarak ve kullanılmayarak iki ayrı başlık altında toplanmıştır. İstatistiksel analiz

sonucunda akışkan kompozit reçine kullanılan grupların anlamlı derecede daha düşük mikrosızıntı değerlerine sahip oldukları belirtilmiştir.

Duarte S Jr ve Saad JR (2008); oblik, tek tabaka ve önce eksik olan kavite duvarının yapıldığı, ardından horizontal tabakalamanın yapıldığı centripetal teknik kullanarak 60 adet büyük azı dişinde restore ettikleri II. Sınıf kavitelerde, uygulama tekniklerinin oklüzal bölgelerde istatistiksel olarak anlamlı derecede daha etkin olduğunu, gingival duvarda oluşan mikrosızıntıyı rakamsal olarak olarak azalttığını ancak anlamlı düzeyde etkilemediğini bildirmişlerdir.

Özel E ve Soyman M (2009) yaptıkları çalışmalarında II. Sınıf kavitelerde farklı yerleştirme tekniklerinin, akışkan komzpozit reçine materyallerin ve fiber liflerin uygulanmasının mikrosızıntı ve polimerizasyon büzülmesi açısından etkinliğini incelemişlerdir. 80 adet diş ile yaptıkları çalışmalarında II. Sınıf kaviteleri sekiz farklı gruba ayırmışlardır. Grupların oluşturulmasında tek tabaka yerleştirme tekniğini ve horizontal tabakalama tekniğini anma iki başlık olarak oluşturmuşlardır. Alt gruplarında kompozit reçine materyalini tek başına, kompozit reçine materyalini akışkan kompozit ile birlikte, kompozit reçine materyalini akışkan kompozit reçine materyali ile birlikte cam fiber ağ örgü ile ve polietilen fiber ağ örgü ile birlikte kullanmışlardır.Fiber lif ağ örgü materyallerini akışkan kompozit reçine materyalinin içerisine yerleştirerek, fiber lif ve akışkan kompozit reçine materyalini bir arada polimerize etmişler, ardından kompozit reçine materyalini iki farklı yerleştirme tekniği ile uygulamışlardır. Mikrosızıntı istatistiksel analizleri sonucunda horizontal tabakalama tekniği ile uygulanan kompozit reçine materyallerinin, tek tabaka tekniği ile restore edilen gruplardaki örneklere göre istatistiksel olarak anlamlı derecede daha az mikrosızıntı değerleri gösteridiği bildirilmiştir. Yalnızca akışkan kompozit kullanılan grupların kullanılmayan gruplara oranla rakamsal olarak daha düşük mikrosızıntı değerleri gösterirken, her iki materyal arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır. Fiber lif ağ örgü uygulanan grupların istatistiksel analizi sonucunda ise, fiber lif kullanılan grupların istatistiksel olarak anlamlı derecede daha düşük mikrosızıntı değerleri gösterdiği ve kullanılan iki farklı fiber lif ağ örgü materyali arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı bildirilmiştir.

Sadeghi M ve Lynch CD (2009) tarafından yapılan bir çalışmada araştırmacılar, iki farklı kompozit reçine materyalini, iki farklı ışık kaynağını ve iki farklı tipte akışkan

restorasyon materyalini mikrosızıntı açısından incelemişlerdir. 72 adet II. Sınıf kavite üzerinde yapılan çalışmada kondanse edilebilir kompozit reçineler ile nanohibrit kompozit reçineler, akışkan restorasyon materyalleri kullanılarak ve kullanılmayarak, iki farklı ışık kaynağı ile yapılan polimerizasyonları sonucunda mikrosızıntı etkinliklikleri açısından karşılaştırılmıştır. Gruplarda kullanılan farklı ışık kaynakları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmamıştır. Kullanılan akışkan kompozit ve akışkan kompomer restorasyon materyalleri arasında yapılan istatistiksel inceleme sonucunda da anlamlı bir fark saptanmamıştır. Akışkan restorasyon materyalinin kompozit ya da kompomer olması farketmeksizin, akışkan materyallerin kullanıldığı gruplar kullanılmayan gruplara oranla istatistiksel olarak anlamlı derecede daha düşük mikrosızıntı değerleri göstermişlerdir. Farklı ışık kaynakları ya da farklı tipte kompozitlerin kavite içerisine yerleştirilmesinden önce gingival bölgede akışkan restorasyon materyalinin kullanımının, mikrosızıntı açısından anlamlı derecede etkili sonuçlar verdiğini bildirmişlerdir.

Radhika M ve ark. (2010) II. Sınıf kavitelerde farklı yerleştirme tekniklerinin mikrosızıntı üzerine etkilerini inceledikleri çalışmalarında, akışkan kompozit reçine materyali ile oblik tabakalama tekniği kullanarak restore ettikleri kavitelerin, prepolimerize insert kullanılarak ve standart oblik tabakalama tekniği ile restore edilen kavitelere oranla daha düşük mikrosızıntı sonuçları verdiğini bildirmişlerdir. Araştırmacılar II.Sınıf kavitelerde ilk tabakanın akışkan kompozit reçine materyali ile yapılması gerektiğini bildirmişlerdir.

Kumbuloğlu O ve ark. (2011) yaptıkları çalışmada direkt ve indirekt kompozit restorasyonların mikrosızıntı açısından etkinliğini fiber lif ağ örgü kullanarak incelemişlerdir. Çalışmalarında inceledikleri 40 adet büyük azı dişini II. Sınıf kavite preperasyonu ile hazırlamışlardır. Çalışmalarında 4 gruba ayırdıkları örneklerin ilk grubu olan kontrol grubunda, kavitenin gingival ve aksiyal duvarlarına ince bir akışkan kompozit materyali yerleştirildikten sonra, kompozit reçine materyalinin horizontal tabakalama tekniği ile kavite içerisine uygulanması ile hazırlanmıştır. İkinci gruplarında kullandıkları dişler alçı model üzerinde, kontrol grubundaki prosedürler izlenerek, laboratuvar ortamında hazırlanarak reçine siman ile kavitelere simante edilerek polimerize edilmiştir. Üçüncü gruplarında, kontrol grubunda uygulanan direkt teknik, akışkan kompozit reçine materyalinin içerisine cam fiber ağ örgü eklenerek uygulanmış

ve restorasyonlar kompozit reçine materyali yine tabakalar halinde uygulanarak polimerize edilmiştir. Son gruplarında ise restorasyonlar üçüncü gruptaki prosedür takip edilerek, alçı model üzerinde, laboratuvar ortamında hazırlanarak reçine siman ile kavitelere simante edilerek polimerize edilmiştir. Stereomikroskopota incelenen örneklerde öncelikle indirekt restorasyonların simantasyonu için kullanılan reçine simanın kalınlığının mikrosızıntı açısından etkinliği incelenmiş, reçine siman kalınlığının mikrosızıntı açısından istatistiksel olarak anlamlı sonuçlar vermediğini bildirmişlerdir. Uygulanan indirekt ve direkt teknik istatistiksel olarak karşılaştırıldığında, her iki tekniğin mikrosızıntı değerleri açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark göstermediği bildirilmiştir. Ancak cam fiber lif ağ örgü materyali kullanılan grupların kullanılmayan diğer iki gruba oranla istatistiksel olarak daha düşük mikrosızıntı değerleri gösterdiği, restorasyonların direkt ya da indirekt teknikle hazırlanmasına bakılmaksızın, fiber lif kullanımının mikrosızıntı değerlerini istatistiksel olarak anlamlı derecede azalttığı bildirilmiştir.

3. GEREÇ VE YÖNTEM

Bu çalışmada, II.Sınıf adeziv restorasyonlarda, farklı materyallerin ve farklı restorasyon tekniklerinin, dekalsifikasyon/şeffaflaştırma yöntemi kullanılarak, mikrosızıntı açısından *in vitro* olarak incelenmesi amaçlanmıştır.

Çalışmamızda bonding ajan olarak Adper™ Scotchbond™ Multi-Purpose (3M ESPE, St Paul, MN, USA) (Şekil 3.1) 4. jenerasyon etch&rinse üç aşamalı dentin bonding sistemi, kompozit restorasyon materyali olarak Filtek™ Ultimate Universal A2 Body (3M ESPE, St Paul, MN, USA) (Şekil 3.2) nanohibrid kompozit reçine materyali, Filtek™ Ultimate Flowable A2 (3M ESPE, St Paul, MN, USA) (Şekil 3.3) nanohibrid akışkan kompozit reçine materyali, everStick®NET (Stick Tech Ltd, Turku, Finland) (Şekil 3.4) fiber ile güçlendirilmiş cam ağ örgü, Ribbond®THM (Ribbond, Seattle, WA, USA) (Şekil 3.5) fiber ile güçlendirilmiş polietilen ağ örgü kullanılmıştır. Çalışmamızda kullanılan materyallerin kimyasal içerikleri ve üretici firmalar Tablo 3.1'de gösterilmektedir.

Tablo 3.1: Çalışmada Kullanılan Materyaller ve Kimyasal İçerikleri

Materyal	*Kimyasal İçerik*	*Üretici Firma*
Scotchbond Etchant	%37'lik Fosforik Asit Jel	3M ESPE, St Paul, MN, USA
Scotchbond Multi Purpose	Primer : HEMA, Polialkenoik Asit, Kopolimer, Su Adeziv : BIS-GMA, HEMA	3M ESPE, St Paul, MN, USA
Filtek Ultimate Universal	Reçine : BIS-GMA, BIS-EMA, UDMA, TEGDMA Doldurucu : Nano Silika, Zirkonya/Silika	3M ESPE, St Paul, MN, USA
Filtek Ultimate Flow	Reçine : BIS-GMA, TEGDMA, BIS-EMA Doldurucu : Nano Silika, Nano Zirkonya, Zirkonya/Silika	3M ESPE, St Paul, MN, USA
everStick	E tipi Cam Fiber, Epoksi Silan, Polimetil Metakrilat, Bisfenil Propan, Kamforokinon, Etil Metakrilat, Hidrokinon	Stick Tech Ltd, Turku, Finland
Ribbond	Polietilen Fiber, Homopolimer $H\text{-}(CH_2\text{-}CH_2)n\text{-}H$	Ribbond, Seattle, WA, USA

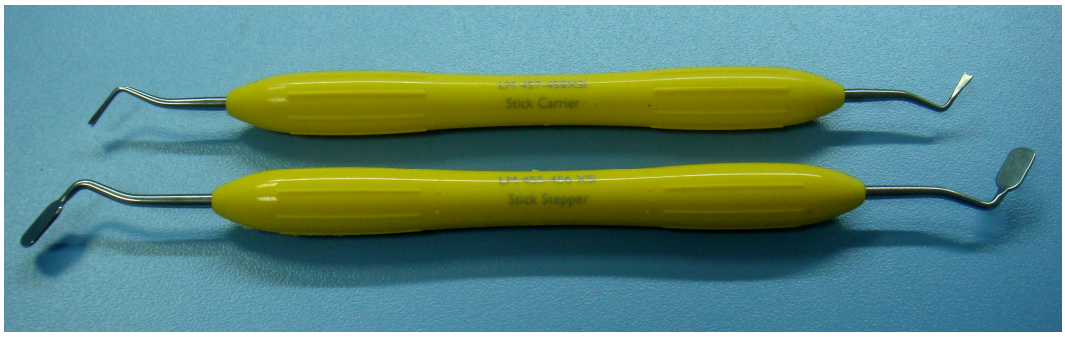
Şekil 3.1: Adper™ Scotchbond™ Multi-Purpose Bonding - Etchant

Şekil 3.2: Filtek™ Ultimate Universal A2 Body

Şekil 3.3: Filtek™ Ultimate Flowable A2

Şekil 3.4: Cam Fiber Ağ Örgü everStick®NET

Şekil 3.5: Polietilen Fiber Ağ Örgü Ribbond®THM



Şekil 3.6: Fiber Ağ Örgü Taşıyıcı ve Yerleştirici El Aletleri

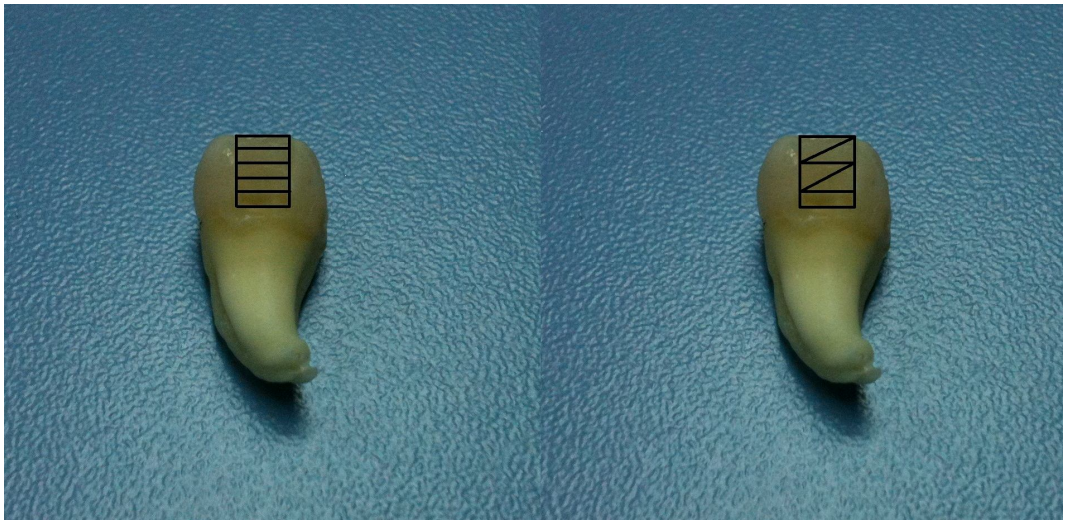
3.1. Diş Sayısının Belirlenmesi ve Gruplandırma

Çalışmamızdaki deney grupları iki farklı kompozit yerleştirme tekniği (Şekil 3.7) uygulanan, farklı materyal ve uygulama seçeneklerine göre beş alt gruba ayrılmıştır. Çalışmamızda kullanılacak diş sayısı, incelenecek her grup için 10 adet olarak belirlenmiştir.

Çalışmamızda her grupta 10 adet diş olmak üzere on farklı deney grubu ve bir kontrol grubu olmak üzere toplam 110 adet diş kullanılmıştır (Tablo 3.2).

Tablo 3.2: Kontrol ve Deney Grupları

Tek Tabaka (Kontrol)	Grup K			Kompozit
Horizontal Tabakalama	Grup 1			Kompozit
	Grup 2	Akışkan Kompozit		Kompozit
	Grup 3	Akışkan Kompozit	Cam Fiber	Kompozit
	Grup 4	Akışkan Kompozit	Polietilen Fiber	Kompozit
	Grup 5	Akışkan Kompozit	İndirekt Uygulama	Kompozit
Oblik Tabakalama	Grup 6			Kompozit
	Grup 7	Akışkan Kompozit		Kompozit
	Grup 8	Akışkan Kompozit	Cam Fiber	Kompozit
	Grup 9	Akışkan Kompozit	Polietilen Fiber	Kompozit
	Grup 10	Akışkan Kompozit	İndirekt Uygulama	Kompozit

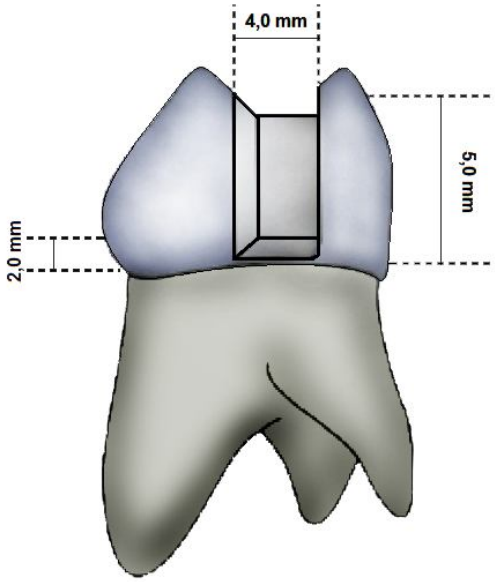


Şekil 3.7: Horizontal ve Oblik Tabakalama Teknikleri

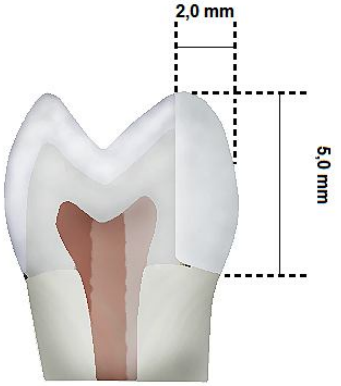
3.2. Diş Seçimi ve Hazırlanması

Çalışmamızda çeşitli nedenlerden dolayı çekilmiş 110 adet apeksifikasyonu tamamlanmış ve sürmemiş, herhangi bir anomalisi ve restorasyonu bulunmayan, çürüksüz, insan üçüncü büyük azı dişleri kullanılmıştır. Çekimi takiben dişler akan su altında yumuşak doku artıkları ve eklentilerinden periodontal küretler yardımı ile dikkatli bir şekilde temizlenmiştir. Dişler temizlendikten sonra herhangi bir defektin, madde kaybının ve mine çatlağının olup olmadığı incelenmiştir. Temizlenen dişler kullanılana kadar inkübatör içerisinde +37 ^{o}C'de distile suyun içine transfer edilmiş ve en geç 1 ay içerisinde kullanılmıştır. Dişlerin bekletildiği distile su 24 saatte bir periyodik olarak değiştirilmiştir.

II. Sınıf slot kavite preperasyonu, her grupta dişler rastgele seçilerek, 4 mm genişliğinde (Bukko-Lingual), 5 mm yüksekliğinde (Oklüzo-Servikal) ve 2 mm derinliğinde (Mezio-Distal) hazırlanmıştır (Şekil 3.8-3.9). Hazırlanan kaviteler dijital kumpas yardımı ile ölçülerek standardize edilmiştir. Kavite preperasyonu yapılırken dişlerin mezial ya da distal yüzeyleri randomize seçilmiş ve kullanılan silindirik frez (ISO 806 104 107524 021, Komet Dental, UK) her beş dişte bir yenilenmiştir.



Şekil 3.8: Kavite Preperasyonu



Şekil 3.9: Restorasyonların Lokalizasyonu

3.3. Deney Örneklerinin Hazırlanması

Çalışmamızda kullanacağımız deney örneklerinin hazırlanma aşaması üç ayrı ana başlık altında toplanmıştır. Kaviteleri standardize olarak hazırlanmış dişler öncelikle "Restorasyon Prosedürü", bunu takiben "Mikrosızıntı Prosedürü" ve en son olarak "Şeffaflaştırma Prosedürü" başlıkları altında işlemlere tabi tutulmuş ve incelenmeye hazır hale getirilmiştir.

3.3.1. Restorasyon Prosedürü

Kaviteler hazırlandıktan sonra, üretici firmanın önerilerine uygun olarak Scotchbond Etchant (3M ESPE, St Paul, MN, USA), %37 konsantrasyonda fosforik asit, kavite dış sınırlarından başlanmak şartı ile tüm yüzeylere 15 sn süre boyunca uygulanmış, ardından 30 sn basınçlı hava su spreyi ile yıkanmış ve ardından dentinin nemli kalması amacı ile 2 cm mesafeden 5 sn süre boyunca hava ile hafifçe kurutma yapılmıştır. Asitin uygulandığı yüzeylere öncelikle, Adper Scotchbond Multi Purpose primer 5 sn süre boyunca parlak bir yüzey elde edilene kadar dentin yüzeyine yayılması sağlanarak uygulandı ve hafifçe kurutuldu. Primerin uygulamanmasını takiben Adper Scotchbond Multi Purpose adeziv kavitelerin tüm yüzeylerine, hafif bir basınç altında dairesel hareketler ile uygulandı. Bonding ajan uygulanmasını takiben, 400 $^{mW}/_{cm^2}$ güçte halojen ışık kaynağı (VIP, Variable Intensity Polymerizer, Bisco Inc, Schaumburg, IL, USA) (Şekil 3.9) ile, her 5 dişte bir radyometre (Hilux Ledmax Light Curing Meter, Benlioglu Dental Inc, Ankara, Turkey) (Şekli 3.10) ile kontrol edilerek, 20 sn süre boyunca ışık uygulanarak polimerize edildi.

Dentin bonding ajanın polimerizasyonunun ardından kaviteler, anatomik uyumlu otomatik matriks (Hawe Adapt SuperCap Matrix, Kerr Corp, West Collins Orange, CA, USA) (Şekil3.11) kullanılarak restorasyon materyallerinin uygulanmasına hazır hale getirildi.

Şekil 3.10: Halojen Işık Kaynağı - Radyometre

Şekil 3.11: Anatomik Uyumlu Otomatik Matriks

3.3.1.1. Tek Tabaka Uygulama Tekniği (Kontrol Grubu)

***GK*:** Kontrol grubu içine dahil etmiş olduğumuz kavitelere (n=10), kavitenin tamamının restorasyonu yapılacak şekilde tek bir tabaka halindeki nano kompozit materyali uygulanmıştır. Restorasyon materyali, kaviteye uygulanmasını takiben halojen ışık kaynağı kullanılarak 2 mm mesafeden 40 sn boyunca polimerize edilmiştir. Polimerizasyon işlemi her bir örnek için 2 mm mesafeden 3 kere tekrar edilerek toplam 120 sn polimerizasyon süresine ulaşılmıştır.

3.3.1.2. Standart Horizontal Tabakalama Tekniği

***Grup 1 (GHK)*:** Standart horizontal tabakalama tekniği kullandığımız Grup 1 içine dahil etmiş olduğumuz kavitelere (n=10), nano kompozit materyali ile, kavite yüksekliğinin ilk 1 mm'lik gingival bölümü birinci tabaka (4 x 1 x 2 mm) olacak şekilde tabakalama tekniğine başlanmıştır. Uygulanan ikinci tabaka ilk tabakanın üzerine aynı boyutlarda (4 x 2 x 1 mm) konumlandırılmıştır. Üçüncü, dördüncü ve beşinci tabakalar

ise restorasyonun kalan kısmını tamamlayacak şekilde, ilk iki tabaka ile aynı form ve özelliklerde hazırlanmıştır. Her bir tabaka için restorasyon materyali, kaviteye uygulanmasını takiben halojen ışık kaynağı kullanılarak 2 mm mesafeden, ilk tabaka 40 sn boyunca, kalan her bir tabaka ise 20 sn boyunca polimerize edilmiştir.

3.3.1.3. Akışkan Kompozit ile Horizontal Tabakalama Tekniği

***Grup 2 (GHAK)*:** Akışkan kompozit ile horizontal tabakalama tekniği kullandığımız Grup 2 içine dahil etmiş olduğumuz kavitelere (n=10), kavite yüksekliğinin ilk 1 mm'lik gingival bölümü birinci tabaka (4 x 1 x 2 mm) olacak şekilde akışkan kompozit materyali ile, tabakalama tekniğine başlanmıştır. Uygulanan ikinci tabaka ilk tabakanın üzerine aynı boyutlarda (4 x 2 x 1 mm) konumlandırılmıştır. Üçüncü, dördüncü ve beşinci tabakalar ise restorasyonun kalan kısmını tamamlayacak şekilde, ikinci tabaka ile aynı form ve özelliklerde hazırlanmıştır. Akışkan kompozit materyalinin polimerizasyonu için halojen ışık kaynağı kullanılarak 2 mm mesafeden 40 sn boyunca uygulama yapılmıştır. Kalan her bir tabaka için restorasyon materyali, kaviteye uygulanmasını takiben halojen ışık kaynağı kullanılarak 2 mm mesafeden 20 sn boyunca polimerize edilmiştir.

3.3.1.4. Akışkan Kompozit ve Cam Fiber Ağ Örgü ile Horizontal Tabakalama Tekniği

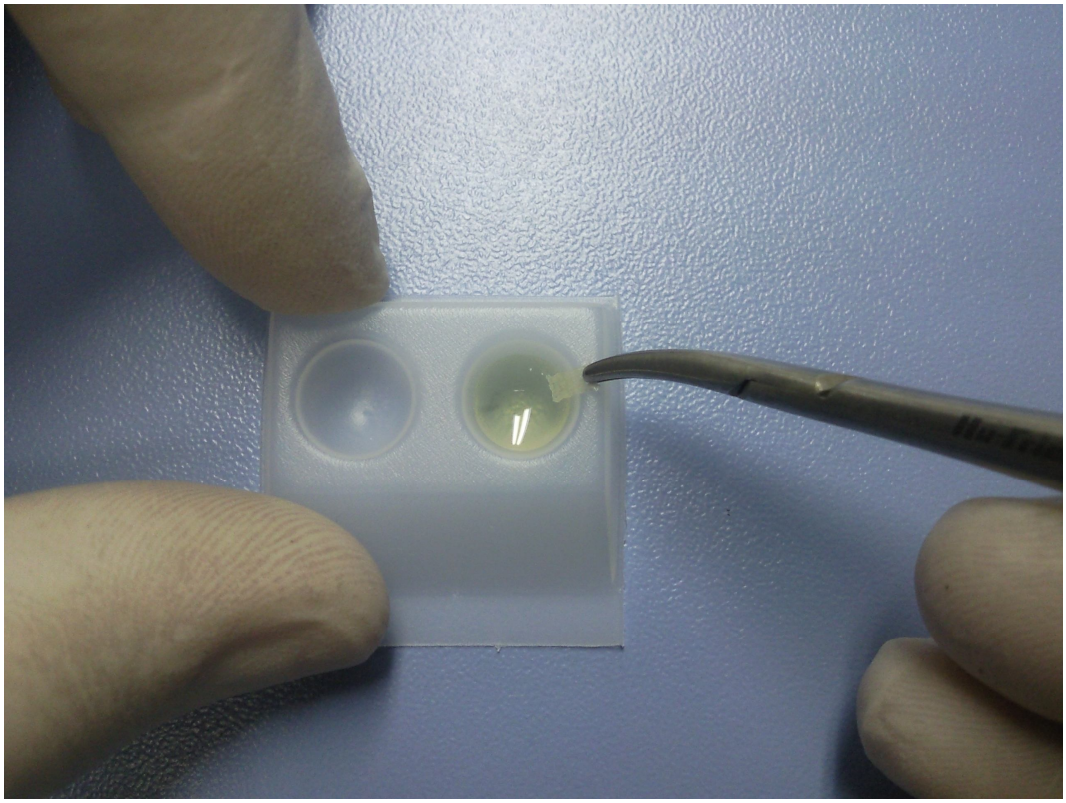
***Grup 3 (GHCF)*:** Akışkan kompozit ve cam fiber ağ örgü ile horizontal tabakalama tekniği kullandığımız Grup 3 içine dahil etmiş olduğumuz kavitelere (n=10), kavite yüksekliğinin ilk 1 mm'lik gingival bölümü birinci tabaka (4 x 1 x 2 mm) olacak şekilde akışkan kompozit materyali ve içine gömülü olarak hazırlanan cam fiber ağ örgü ile restorasyonun uygulanmasına başlanmıştır. Uygulanan ikinci tabaka ilk tabakanın üzerine aynı boyutlarda (4 x 2 x 1 mm) konumlandırılmıştır. Üçüncü, dördüncü ve beşinci tabakalar ise restorasyonun kalan kısmını tamamlayacak şekilde, ikinci tabaka ile aynı form ve özelliklerde hazırlanmıştır. Akışkan kompozit materyalinin polimerizasyonu için halojen ışık kaynağı kullanılarak 2 mm mesafeden 40 sn boyunca uygulama yapılmıştır. Kalan her bir tabaka için restorasyon materyali, kaviteye uygulanmasını takiben halojen ışık kaynağı kullanılarak 2 mm mesafeden 20 sn boyunca polimerize edilmiştir.

3.3.1.5. Akışkan Kompozit ve Polietilen Fiber Ağ Örgü ile Horizontal Tabakalama Tekniği

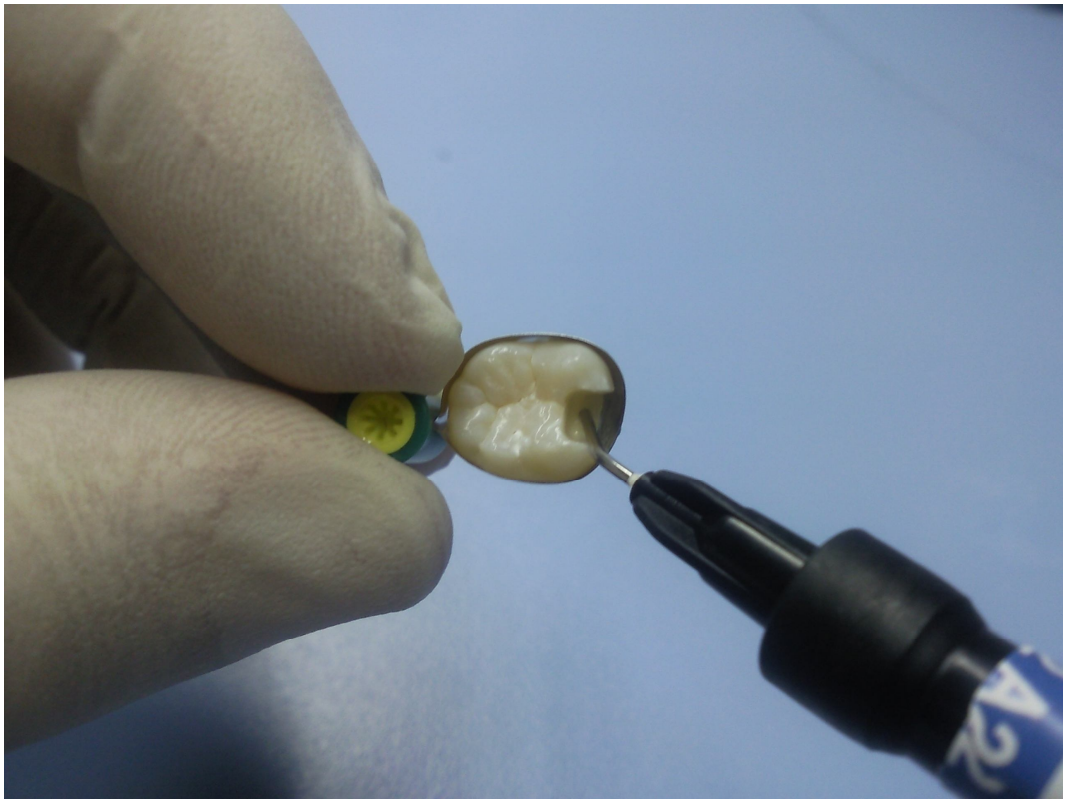
***Grup 4 (GHPF)*:** Akışkan kompozit ve polietilen fiber ağ örgü ile horizontal tabakalama tekniği kullandığımız Grup 4 içine dahil etmiş olduğumuz kavitelere (n=10), kavite yüksekliğinin ilk 1 mm'lik gingival bölümü birinci tabaka (4 x 1 x 2 mm) olacak şekilde akışkan kompozit materyali ve içine gömülü olarak hazırlanan polietilen fiber ağ örgü ile restorasyonun uygulanmasına başlanmıştır. Uygulanan ikinci tabaka ilk tabakanın üzerine aynı boyutlarda (4 x 2 x 1 mm) konumlandırılmıştır. Üçüncü, dördüncü ve beşinci tabakalar ise restorasyonun kalan kısmını tamamlayacak şekilde, ikinci tabaka ile aynı form ve özelliklerde hazırlanmıştır. Akışkan kompozit materyalinin polimerizasyonu için halojen ışık kaynağı kullanılarak 2 mm mesafeden 40 sn boyunca uygulama yapılmıştır. Kalan her bir tabaka için restorasyon materyali, kaviteye uygulanmasını takiben halojen ışık kaynağı kullanılarak 2 mm mesafeden 20 sn boyunca polimerize edilmiştir.

3.3.1.6. Akışkan Kompozit ve İndirekt Yöntem ile Horizontal Tabakalama Tekniği

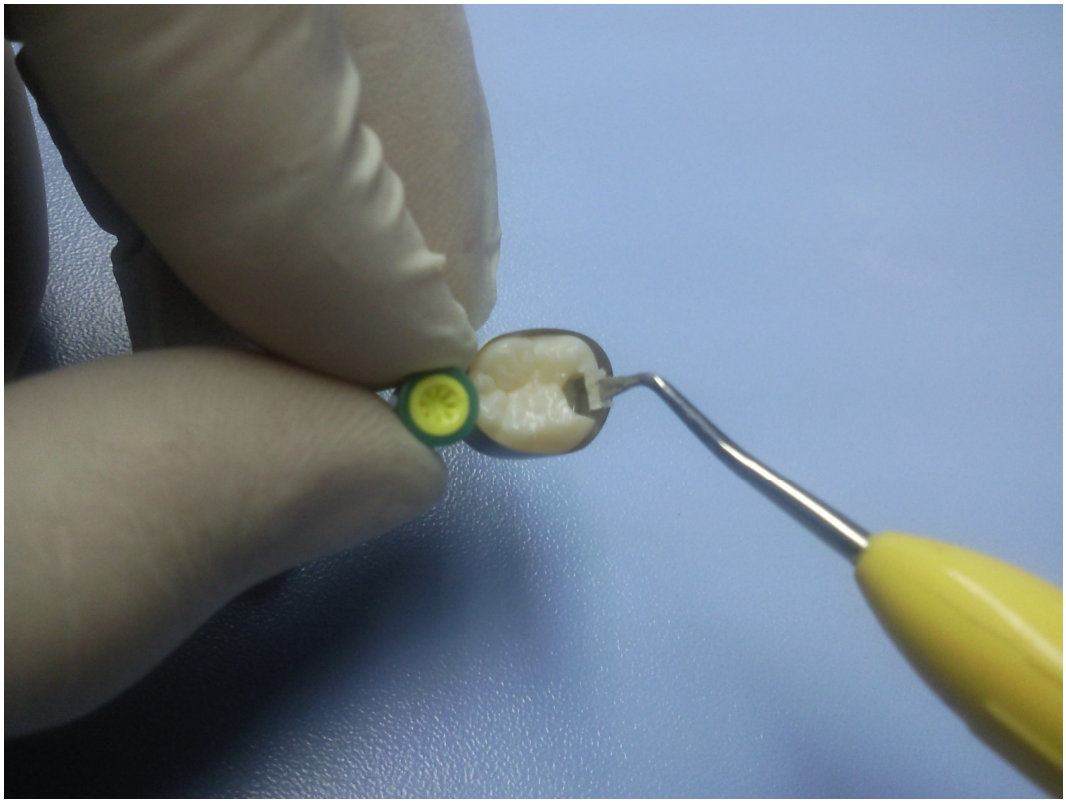
***Grup 5 (GHI)*:** Akışkan kompozit ve indirekt yöntem ile horizontal tabakalama tekniği kullandığımız Grup 5 içine dahil etmiş olduğumuz kavitelerden (n=10) ölçü alınarak, laboratuar ortamında replika model üzerinde, nano kompozit materyali ile, kavite yüksekliğinin ilk 1 mm'lik gingival bölümü birinci tabaka (4 x 1 x 2 mm) olacak şekilde restorasyonun uygulanmasına başlanmıştır. Uygulanan ikinci tabaka ilk tabakanın üzerine aynı boyutlarda (4 x 2 x 1 mm) konumlandırılmıştır. Üçüncü, dördüncü ve beşinci tabakalar ise restorasyonun kalan kısmını tamamlayacak şekilde, ilk iki tabaka ile aynı form ve özelliklerde hazırlanmıştır. Her bir tabaka için restorasyon materyali, kaviteye uygulanmasını takiben halojen ışık kaynağı kullanılarak 2 mm mesafeden, ilk tabaka 40 sn boyunca, kalan her bir tabaka ise 20 sn boyunca polimerize edilmiştir. İndirekt yöntem ile elde ettiğimiz kompozit reçine materyali kavite içerisine akışkan kompozit yardımı ile yerleştirildi ve halojen ışık kaynağı kullanılarak 2 mm mesafeden, oklüzalden 40 sn boyunca, ardından bukkal ve lingualden 40 sn boyunca, toplam üç kez polimerize edilmiştir.



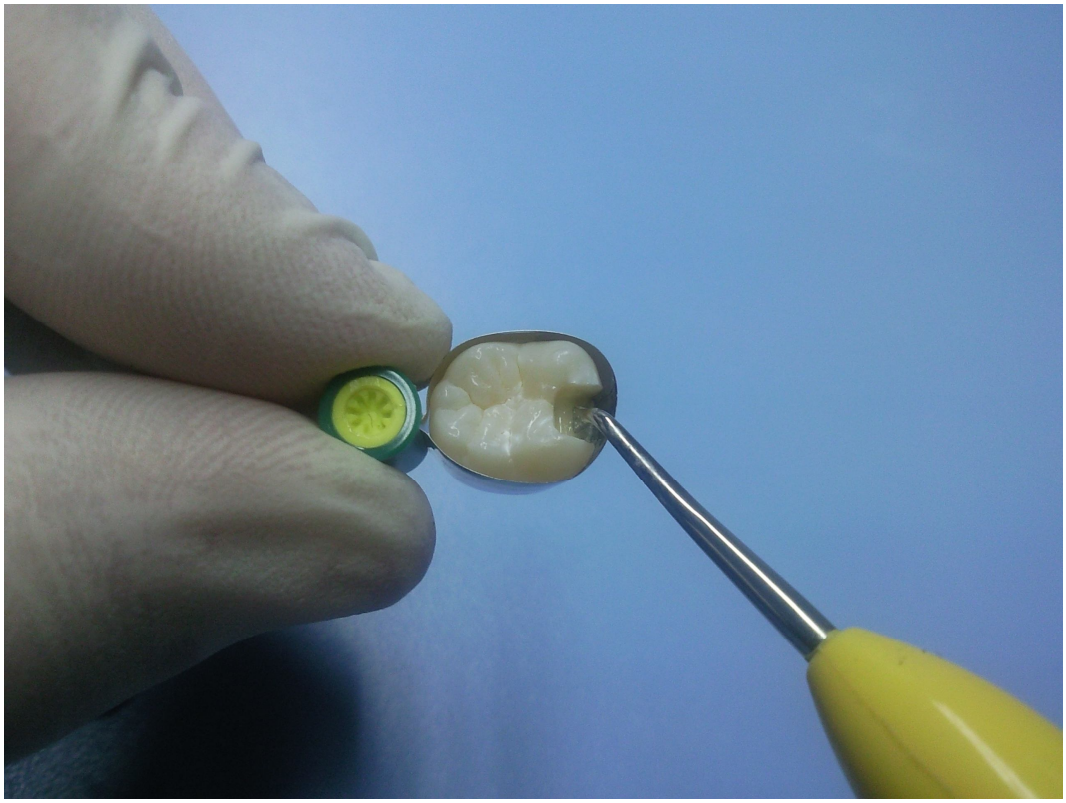
Şekil 3.12: Kaviteye Uygun Boyutlarda Fiber Ağ Örgü Materyalinin Hazırlanması



Şekil 3.13: Kavite Tabanına Uygulanan Akışkan Kompozit Materyali



Şekil 3.14: Taşıyıcı El Aleti ile Fiber Ağ Örgü Materyalinin Kavitelere Taşınması



Şekil 3.15: Yerleştirici El Aleti ile Fiber Ağ Örgü Materyalinin Kavitelere Yerleştirilmesi

3.3.1.7. Standart Oblik Tabakalama Tekniği

***Grup 6 (GOK)*:** Standart oblik tabakalama tekniği kullandığımız Grup 6 içine dahil etmiş olduğumuz kavitelere (n=10), nano kompozit materyali ile, kavite yüksekliğinin ilk 1 mm'lik gingival bölümü birinci tabaka (4 x 1 x 2 mm) olacak şekilde tabakalama tekniğine başlanmıştır. Uygulanan ikinci tabaka, bir kenarı ilk tabaka üzerinde konumlanan, diğer kenarı ise rastgele seçilmiş olan kavite duvarına kondanse edilen, 2 mm yüksekliğe ve 4 mm taban kenar uzunluğuna sahip dik açılı bir üçgen olarak (4 x 2 x 2 mm/2) konumlandırılmıştır. Üçüncü tabaka, ikinci tabakada uygulanan üçgen formundaki nano kompozit materyalini dikdörtgen formuna tamamlayacak şekilde, X ve Y ekseninde ikinci tabakanın tam zıt konumunda bulunan bir üçgen formunda oluşturulmuştur. Dördüncü ve beşinci tabakalar ise restorasyonun kalan kısmını tamamlayacak şekilde, ikinci ve üçüncü tabakalar ile aynı form ve özelliklerde hazırlanmıştır. Her bir tabaka için restorasyon materyali, kaviteye uygulanmasını takiben halojen ışık kaynağı kullanılarak 2 mm mesafeden, ilk tabaka 40sn boyunca, kalan her bir tabaka ise 20 sn boyunca polimerize edilmiştir.

3.3.1.8. Akışkan Kompozit ile Oblik Tabakalama Tekniği

***Grup 7 (GOAK)*:** Akışkan kompozit ile oblik tabakalama tekniği kullandığımız Grup 7 içine dahil etmiş olduğumuz kavitelere (n=10), kavite yüksekliğinin ilk 1 mm'lik gingival bölümü birinci tabaka (4 x 1 x 2 mm) olacak şekilde akışkan kompozit materyali ile, tabakalama tekniğine başlanmıştır. Uygulanan ikinci tabaka, bir kenarı ilk tabaka üzerinde konumlanan, diğer kenarı ise rastgele seçilmiş olan kavite duvarına kondanse edilen, 2 mm yüksekliğe ve 4 mm taban kenar uzunluğuna sahip dik açılı bir üçgen olarak (4 x 2 x 2 mm/2) konumlandırılmıştır. Üçüncü tabaka, ikinci tabakada uygulanan üçgen formundaki nano kompozit materyalini dikdörtgen formuna tamamlayacak şekilde, X ve Y ekseninde ikinci tabakanın tam zıt konumunda bulunan bir üçgen formunda oluşturulmuştur. Dördüncü ve beşinci tabakalar ise restorasyonun kalan kısmını tamamlayacak şekilde, ikinci ve üçüncü tabakalar ile aynı form ve özelliklerde hazırlanmıştır. Akışkan kompozit materyalinin polimerizasyonu için halojen ışık kaynağı kullanılarak 2 mm mesafeden 40 sn boyunca uygulama yapılmıştır.

Kalan her bir tabaka için restorasyon materyali, kaviteye uygulanmasını takiben halojen ışık kaynağı kullanılarak 2 mm mesafeden 20 sn boyunca polimerize edilmiştir.

3.3.1.9. Akışkan Kompozit ve Cam Fiber Ağ Örgü ile Oblik Tabakalama Tekniği

***Grup 8 (GOCF)*:** Akışkan kompozit ve cam fiber ağ örgü ile oblik tabakalama tekniği kullandığımız Grup 8 içine dahil etmiş olduğumuz kavitelere (n=10), kavite yüksekliğinin ilk 1 mm'lik gingival bölümü birinci tabaka (4 x 1 x 2 mm) olacak şekilde akışkan kompozit materyali ve içine gömülü olarak hazırlanan cam fiber ağ örgü ile restorasyonun uygulanmasına başlanmıştır. Uygulanan ikinci tabaka, bir kenarı ilk tabaka üzerinde konumlanan, diğer kenarı ise rastgele seçilmiş olan kavite duvarına kondanse edilen, 2 mm yüksekliğe ve 4 mm taban kenar uzunluğuna sahip dik açılı bir üçgen olarak (4 x 2 x 2 mm/2) konumlandırılmıştır. Üçüncü tabaka, ikinci tabakada uygulanan üçgen formundaki nano kompozit materyalini dikdörtgen formuna tamamlayacak şekilde, X ve Y ekseninde ikinci tabakanın tam zıt konumunda bulunan bir üçgen formunda oluşturulmuştur. Dördüncü ve beşinci tabakalar ise restorasyonun kalan kısmını tamamlayacak şekilde, ikinci ve üçüncü tabakalar ile aynı form ve özelliklerde hazırlanmıştır. Akışkan kompozit materyalinin polimerizasyonu için halojen ışık kaynağı kullanılarak 2 mm mesafeden 40 sn boyunca uygulama yapılmıştır. Kalan her bir tabaka için restorasyon materyali, kaviteye uygulanmasını takiben halojen ışık kaynağı kullanılarak 2 mm mesafeden 20 sn boyunca polimerize edilmiştir.

3.3.1.10. Akışkan Kompozit ve Polietilen Fiber Ağ Örgü ile Oblik Tabakalama Tekniği

***Grup 9 (GOPF)*:** Akışkan kompozit ve polietilen fiber ağ örgü ile oblik tabakalama tekniği kullandığımız Grup 9 içine dahil etmiş olduğumuz kavitelere (n=10), kavite yüksekliğinin ilk 1 mm'lik gingival bölümü birinci tabaka (4 x 1 x 2 mm) olacak şekilde akışkan kompozit materyali ve içine gömülü olarak hazırlanan polietilen fiber ağ örgü ile restorasyonun uygulanmasına başlanmıştır. Uygulanan ikinci tabaka, bir kenarı ilk tabaka üzerinde konumlanan, diğer kenarı ise rastgele seçilmiş olan kavite duvarına kondanse edilen, 2 mm yüksekliğe ve 4 mm taban kenar uzunluğuna sahip dik açılı bir üçgen olarak (4 x 2 x 2 mm/2) konumlandırılmıştır. Üçüncü tabaka, ikinci tabakada uygulanan üçgen formundaki nano kompozit materyalini dikdörtgen formuna

tamamlayacak şekilde, X ve Y ekseninde ikinci tabakanın tam zıt konumunda bulunan bir üçgen formunda oluşturulmuştur. Dördüncü ve beşinci tabakalar ise restorasyonun kalan kısmını tamamlayacak şekilde, ikinci ve üçüncü tabakalar ile aynı form ve özelliklerde hazırlanmıştır. Akışkan kompozit materyalinin polimerizasyonu için halojen ışık kaynağı kullanılarak 2 mm mesafeden 40 sn boyunca uygulama yapılmıştır. Kalan her bir tabaka için restorasyon materyali, kaviteye uygulanmasını takiben halojen ışık kaynağı kullanılarak 2 mm mesafeden 20 sn boyunca polimerize edilmiştir.

3.3.1.11. Akışkan Kompozit ve İndirekt Yöntem ile Oblik Tabakalama Tekniği

***Grup 10 (GOI)*:** Akışkan kompozit ve indirekt yöntem ile oblik tabakalama tekniği kullandığımız Grup 10 içine dahil etmiş olduğumuz kavitelerden (n=10) ölçü alınarak, laboratuar ortamında replika model üzerinde, nano kompozit materyali ile, kavite yüksekliğinin ilk 1 mm'lik gingival bölümü birinci tabaka (4 x 1 x 2 mm) olacak şekilde restorasyonun uygulanmasına başlanmıştır. Uygulanan ikinci tabaka, bir kenarı ilk tabaka üzerinde konumlanan, diğer kenarı ise rastgele seçilmiş olan kavite duvarına kondanse edilen, 2 mm yüksekliğe ve 4 mm taban kenar uzunluğuna sahip dik açılı bir üçgen olarak (4 x 2 x 2 mm/2) konumlandırılmıştır. Üçüncü tabaka, ikinci tabakada uygulanan üçgen formundaki nano kompozit materyalini dikdörtgen formuna tamamlayacak şekilde, X ve Y ekseninde ikinci tabakanın tam zıt konumunda bulunan bir üçgen formunda oluşturulmuştur. Dördüncü ve beşinci tabakalar ise restorasyonun kalan kısmını tamamlayacak şekilde, ikinci ve üçüncü tabakalar ile aynı form ve özelliklerde hazırlanmıştır. Her bir tabaka için restorasyon materyali, kaviteye uygulanmasını takiben halojen ışık kaynağı kullanılarak 2 mm mesafeden, ilk tabaka 40 sn boyunca, kalan her bir tabaka ise 20 sn boyunca polimerize edilmiştir. İndirekt yöntem ile elde ettiğimiz kompozit reçine materyali kavite içerisine akışkan kompozit yardımı ile yerleştirildi ve halojen ışık kaynağıkullanılarak 2 mm mesafeden, oklüzalden 40 sn boyunca, ardından bukkal ve lingualden 40 sn boyunca, toplam üç kez polimerize edilmiştir.

Tüm deney gruplarında bulunan restorasyonların uygulanması esnasında, halojen ışık kaynağının gücü, her grup için, her 5 dişte bir uygulama öncesinde radyometre ile ölçülerek 400 $^{mW}/_{cm^2}$'de sabit tutulmuştur. Restorasyonların polimerizasyonlarının tamamlanmasını takiben, cila diskleri (Sof-Lex Ref 2380, 3M

ESPE, St Paul, MN, USA) (Şekil 3.16) kullanılarak bitirme ve cila işlemleri yapılmıştır. Bitirme ve cila işlemleri tamamlanan örnekler 24 sa distile suda bekletilmiş, ardından termosiklus cihazı (Dentester, Salubris Technica, Salubris Group, Massachusetts, USA) (Şekil 3.17) ile 500 tur ısı banyosu (5^{o}C [±2 ^{o}C] - 55 ^{o}C [±2 ^{o}C]) işlemi uygulanmıştır.

Şekil 3.16: Bitirme ve Cila Diskleri

Şekil 3.17: Termosiklus Cihazı

3.3.2. Mikrosızıntı Prosedürü

Restorasyon prosedürünü takip eden mikrosızıntı prosedürünün uygulanması amacı ile, termal siklus işleminin hemen ardından dişlerin apikal foramenlerinin örtülmesi işlemine geçilmiştir. Deney gruplarında kullanılan dişlerin kök uçları, kullanılacak $AgNO_3$ çözeltisinden etkilenen cam iyonomer ve amalgam materyalleri yerine, bu solüsyondan etkilenmeyen kompozit reçine materyali ile kapatılmıştır. Apikal tıkama işleminin ardından tüm diş yüzeyleri restorasyon sınırına 1 mm mesafe kalacak şekilde iki tabaka tırnak cilası ile örtülmüştür (Şekil 3.18). Uygulanan tırnak cilasının kuruması beklendikten sonra örnekler, içerisinde 3 mol/L $AgNO_3$ çözeltisi bulunan, numaralandırılmış kapaklı, kahverengi şişeler içerisinde (Şekil 3.19), her şişede 10 örnek bulunacak şekilde, karanlık bir odada, ışık sızdırmayan kapalı bir kutu içerisine yerleştirilmiş ve 24 sa süre ile bekletilmiştir. 24 saatlik sızıntı işleminin ardından 120 dk süre boyunca akan su altında yıkanan örnekler, petri kabı içerisinde film banyo solüsyonuna aktarılmıştır (Şekil 3.20). Örnekler film banyo solüsyonu içerisinde bekletildikleri 24 sa süre boyunca, 5500 ^oK ışık veren floresan lamba altında tutularak sızıntı işleminin tamamlanması sağlanmıştır (Şekil 3.21). Deney gruplarındaki örnekler film banyo solüsyonundan çıkarıldıktan sonra, akan su altında 120 dk süre boyunca yıkanarak solüsyondan arındırılmıştır (Şekil 3.22). Ardından uygulanan tırnak cilası aseton yardımı ile temizlenmiş ve örneklerin üzerinde kalabilecek asetonun arındırılması için tekrar akan su altında 120 dk süre boyunca yıkama işlemine tabi tutulmuşlardır (Şekil 3.22). Deneylerde kullanılan örnekler; sızıntı ve ardından uygulanan dişlerin kimyasallardan temizlenme işlemleri tamamlandıktan sonra şeffaflaştırma işleminin aşamalarına başlanmak üzere hazır hale getirilmiştir (Şekil 3.23).

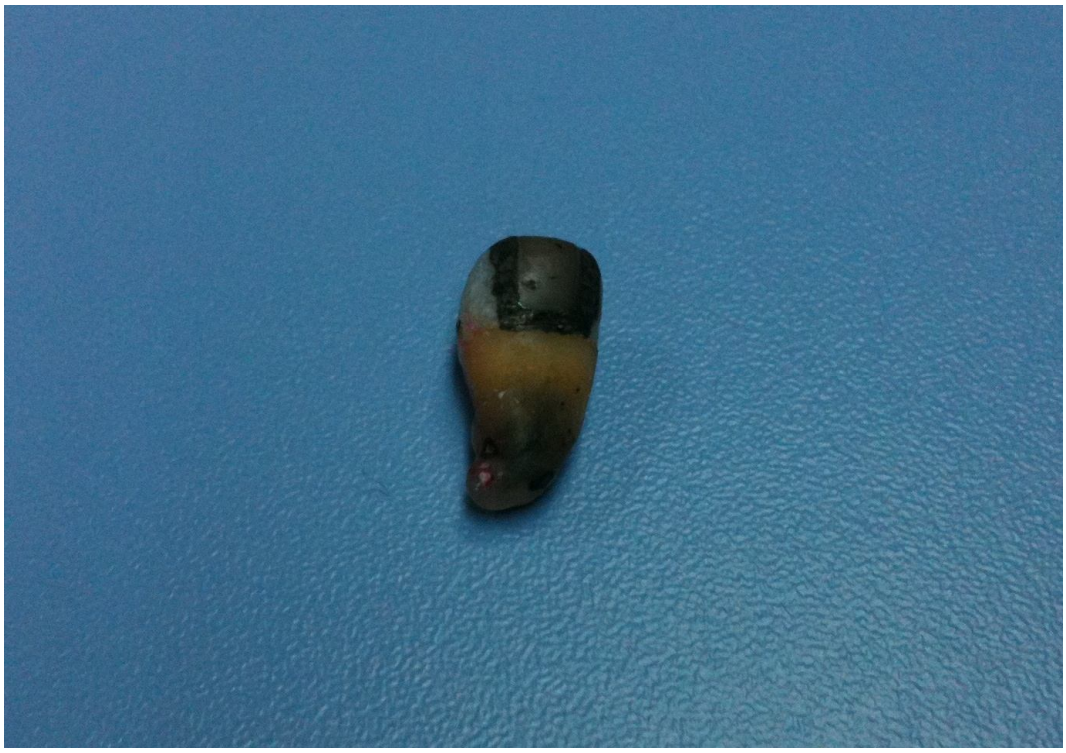
Şekil 3.18: Deney Gruplarındaki Dişlere Uygulanan Tırnak Cilası

Şekil 3.19: Gümüş Nitrat Solüsyonu İçeren Kapaklı Kahverengi Şişeler

Şekil 3.20: Film Banyo Solüsyonu

Şekil 3.21: 5500 ^{0}K Işık Veren Floresan Lamba

Şekil 3.22: Hazırlanan Dişlerin Akan Su Altında Yıkanması



Şekil 3.23: Mikrosızıntı Prosedürü Tamamlanmış Diş Örneği

3.3.3. Şeffaflaştırma Prosedürü

Deney gruplarında hazırlanmış olan dişlerin şeffaflaştırma prosedürleri üç ayrı alt başlık altında yapılmıştır :

1. ***Dekalsifikasyon***

Gruplardaki örnekler; numaralandırılmış ayrı ayrı şişeler içerisinde %5'lik nitrik asit sulu solüsyonunda tutulmuştur (Şekil 3.24). Uygulanan nitrik asit solüsyonu, geçen her 8 sa süre sonrasında değiştirilerek yenilenmiştir. Kullanılan dişlerin ilk 24 saatlik ve takip eden her 16 saatlik süreler sonrasında radyografik kontrolleri yapılarak, mine ve dentin dokusunun radyografik özellikleri pulpa ile karşılaştırılarak, dekalsifikasyon dereceleri ölçülmüştür. Toplam 72 sa süre sonrasında tüm örneklerin radyografik kontrolleri ile dekalsifikasyonlarının tamamlandıkları gözlenmiştir. Dekalsifikasyonu tamamlanan örnekler %5'lik nitrik asit solüsyonundan arındırılmak için, 4 sa boyunca akan su altında yıkanmıştır.

2. ***Dehidratasyon***

Dekalsifikasyonu tamamlanan örnekler, artan konsantrasyonlardaki alkol banyolarında bekletilmişlerdir. 4 saatlik yıkama süresi sonrasında dişler 8 sa boyunca %70'lık etanol solüsyonunda bekletilmiştir. Örnekler 8 sa sonrasında 4 sa süre boyunca bekletilmek için %80'lik etanol solüsyonuna alınmıştır. %80'lik etanol solüsyonundan çıkarılan örnekler iki sa boyunca %90'lık etanol solüsyonunda bekletilmiş; iki sa sonrasında solüsyon yenilenerek 24 sa süre boyunca tekrar %90'lık etanol solüsyonunda bekletilmiştir. Son olarak %96,5'lik etanol solüsyonuna alınan örnekler, solüsyon içinde iki sa bekletildikten sonra kurutularak dehidratasyon işlemi tamamlanmıştır.

3. ***Şeffaflaştırma***

Etanol banyolarından çıkarılan deney örnekleri kurutulma işlemlerini takiben, ayrı ayrı numaralandırılmış kapaklı şişeler içerisinde bulunan metil salisilat içerisine alınmıştır. Metil salisilat içerisindeki örneklerin 2 sa içerisinde şeffaflaştıkları gözlenmiştir. İncelenmeye hazır hale getirilmiş dişler, incelenecekleri süreye kadar metil salisilat içerisinde muhafaza edilmiştir.

Şekil 3.24: %5'lik Nitrik Asit Solüsyonunda Bekletilen Örnekler

3.4. Deney Örneklerinin İncelenmesi

Mikrosızıntı ve şeffaflaştırma işlemi tamamlanan örnekler, petri kabında, metil salisilat solüsyonu içerisinde, stereomikroskop (Olympus SZ61, Olympus KeyMed Group of Companies, Tokyo Japan) (Şekil 3.25) ile 30 x büyütmede incelenmiştir. İncelenen örnekler stereomikroskobun kamerası (Olympus SC30, Olympus Soft İmaging Solutions GMBH, Münster, Germany) ile fotoğraflanmıştır. İncelenen şeffaflaştırılmış dişlerde, sızıntıyı gösteren gümüş moleküllerinin boyama yaptığı alanlar; öncelikle restorasyonlar sökülmeden, ardından olası hataları yok etmek amacıyla restorasyonlar söküldükten sonra, toplam iki kez incelenerek değerlendirilmiştir. Restorasyonların proksimal ve aksiyal bölgelerinin diş restorasyon sınırlarında, mine ile komşu olan bölgelerde oluşan mikrosızıntı değerlerinin ölçümü için, restorasyonların kavitelerden sökülmesinden önce, restorasyon yüzeylerinde oluşan gümüş nitrat ile boyanma miktarları mine bölgesinde meydana gelen mikrosızıntı olarak kabul edilmiştir. Dentin yüzeylerinde oluşan mikrosızıntı alanları ise, restorasyonlar sökülmeden ve söküldükten sonra iki kez incelenerek kaydedilmiştir. Cell A programı ile sızıntı oluşan alanların toplamları (mine+dentin), alınan fotoğraflar üzerinde işaretlenerek, mikrosızıntı oluşan alanlar mm^2 olarak hesaplanmıştır.

Şekil 3.25: Stereomikroskop (Olympus SZ61, Tokyo Japan)

3.5. İstatiksel Yöntem ve Değerlendirme

Çalışmamızda elde edilen bulgular değerlendirilirken, istatistiksel analizler ve bulgular için "SPSS 15.0 for Windows" programı kullanılmıştır. Tanımlayıcı istatistikler, kategorik değişkenler için sayı ve yüzdeler, sayısal değişkenler için ortalama, standart sapma, ortanca, minimum ve maksimum olarak sunulmuştur. Bağımsız grup karşılaştırmalarında normal dağılım varsayımı sağlanmadığından "Kruskal Wallis Test" istatistiği kullanılmıştır. İkili karşılaştırmalarda "Bonferroni Düzeltmesi" uygulanarak normal dağılım varsayımı sağlanmadığı durumlarda "Mann Whitney U Testi" yapılmıştır. İstatistiksel anlamlılık düzeyi p değerinin <0,001'den küçük olması durumu olarak kabul edilmiştir. Deney grupları içerisinde incelenen restorasyon yüzeylerinin mikrosızıntı bulgularının karşılaştırmasının bağımlı değişkenlerinin analizinde, normal dağılım varsayımı sağlanmadığı durumlarda "Wilcoxon Test" istatistiği kullanılmıştır. İstatistiksel anlamlılık düzeyi *p* değerinin <0,05'ten küçük olması durumu olarak kabul edilmiştir.

4. BULGULAR

II. Sınıf slot kavitelerde; nanohibrit kompozit reçine materyali, akışkan kompozit reçine materyali, fiber lifler gibi farklı materyallerin, farklı yerleştirme teknikleri, direkt ve indirekt uygulama yöntemleri kullanarak; mikrosızıntıya olan etkilerinin şeffaflaştırma yöntemi ile *in vitro* incelenmesinin yapıldığı çalışmamızda; tüm grupların mine ve dentin dokusunda oluşan mikrosızıntı ortalama ve standart sapma değerleri mm^2 olarak Tablo 4.1'de gösterilmiştir.

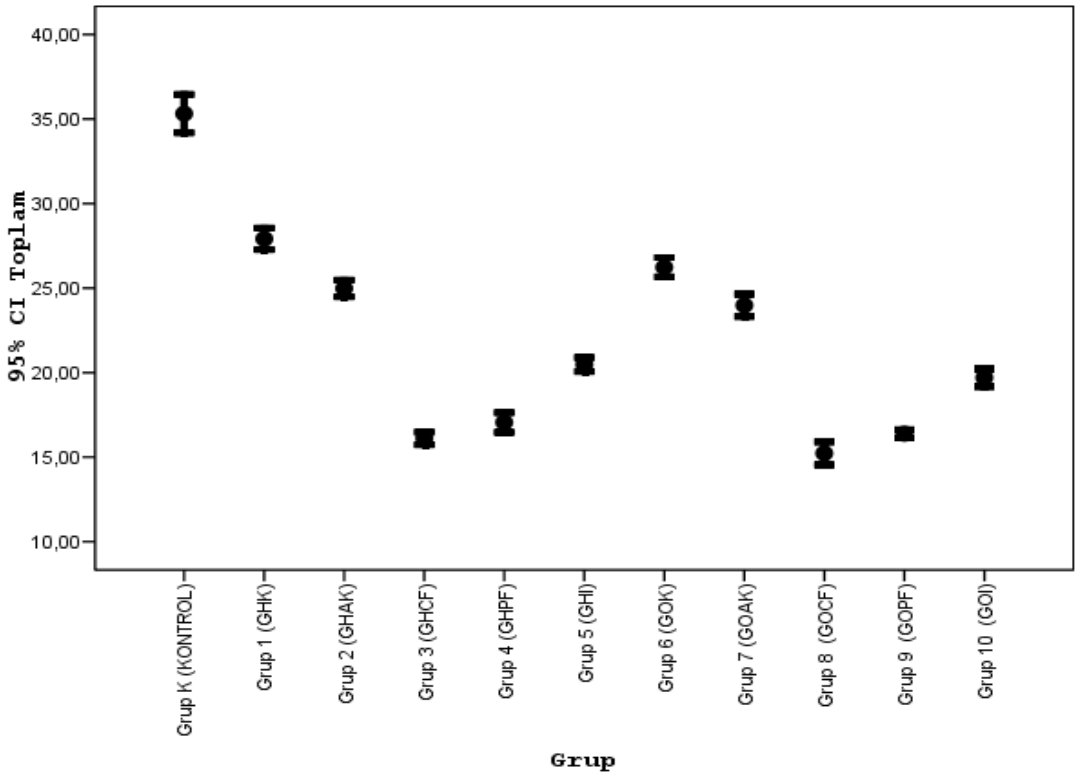
Tablo 4.1: Tüm Gruplarda Saptanan Ortalama Mikrosızıntı Bulguları

	n	Gingival Ortalama ± SD	Aksial Ortalama ± SD	Proksimal Ortalama ± SD	Toplam Ortalama ± SD
Grup K	10	7,73±0,12	15,36±0,99	12,23±1,16	35,32±1,58
Grup 1	10	6,98±0,22	11,73±0,69	9,21±0,58	27,91±0,89
Grup 2	10	5,58±0,60	10,47±0,57	8,93±0,45	24,98±0,69
Grup 3	10	3,08±0,22	6,00±0,36	7,03±0,33	16,11±0,52
Grup 4	10	3,78±0,26	6,14±0,27	7,13±0,40	17,05±0,81
Grup 5	10	6,19±0,30	8,39±0,52	5,89±0,28	20,48±0,58
Grup 6	10	6,84±0,19	11,18±0,87	8,21±0,59	26,23±0,79
Grup 7	10	5,48±0,56	10,45±0,64	8,06±0,36	23,98±0,93
Grup 8	10	3,00±0,37	5,63±0,36	6,59±0,30	15,23±0,95
Grup 9	10	3,78±0,19	5,81±0,26	6,79±0,35	16,38±0,35
Grup 10	10	6,14±0,20	8,27±0,54	5,29±0,35	19,70±0,73
p		<0,001	<0,001	<0,001	<0,001

4.1. Restorasyonların Tüm Duvarlarında Oluşan Mikrosızıntı Bulguları

Restorasyonların tüm duvarlarında (gingival-aksiyal-proksimal) oluşan mikrosızıntı değerleri incelendiğinde en fazla mikrosızıntı "Tek Tabaka Uygulama Tekniği" ile restorasyonların yapıldığı Kontrol Grubu'nda (35,32±1,58 mm^2) saptanmıştır. En düşük mikrosızıntı değerleri ise "Akışkan Kompozit ve Cam Fiber Ağ Örgü ile Oblik Tabakalama Tekniği" uygulanan örneklerde (Grup 8) (15,23±0,95 mm^2) saptanmıştır.

Tablo 4.2: Restorasyonların Tüm Duvarlarında Oluşan Min - Ortalama - Maks Mikrosızıntı Bulguları (Box-Plot İstatistiksel Analiz)



Restorasyonların tüm duvarlarında oluşan mikrosızıntı değerleri incelendiğinde kontrol grupları ile deney grupları arasında istatistiksel olarak ileri düzeyde anlamlı fark bulunmaktadır (p<0,001). Farklılığa neden olan grupların tespiti için yapılan ikili karşılaştırmalar Tablo 4.3, Tablo 4.4, Tablo 4.5, Tablo 4.6, Tablo 4.7, Tablo 4.8, Tablo 4.9, Tablo 4.10, Tablo 4.11, Tablo 4.12 ve Tablo 4.13'de görülmektedir.

GK - Kontrol Grubu (Tek Tabaka Uygulama Tekniği) diğer tüm deney gruplarından istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha fazla mikrosızıntı değeri (35,32±1,58 mm^2) göstermiştir.

Tablo 4.3: Grup K Tüm Duvar İkili Karşılaştırma İstatistiksel Anlamlılık Verileri

Gruplar		*p* (Toplam Sızıntı)
G K (Kontrol)	**G 1 (GHK)**	<0,001
G K (Kontrol)	**G 2 (GHAK)**	<0,001
G K (Kontrol)	**G 3 (GHCF)**	<0,001
G K (Kontrol)	**G 4 (GHPF)**	<0,001
G K (Kontrol)	**G 5 (GHI)**	<0,001
G K (Kontrol)	**G 6 (GOK)**	<0,001
G K (Kontrol)	**G 7 (GOAK)**	<0,001
G K (Kontrol)	**G 8 (GOCF)**	<0,001
G K (Kontrol)	**G 9 (GOPF)**	<0,001
G K (Kontrol)	**G 10 (GOI)**	<0,001

GHK - Grup 1 (Standart Horizontal Tabakalama Tekniği) (27,91±0,89 mm^2) ile diğer deney gruplarının mikrosızıntı değerleri karşılaştırıldığında, Kontrol Grubu'ndan istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha düşük mikrosızıntı değerleri gösterirken; Grup 6 dışındaki diğer gruplardan istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha fazla mikrosızıntı değeri göstermiştir. Grup 6 ile Grup 1 arasında istatistiksel olarak herhangi bir anlamlılık saptanmamıştır.

Tablo 4.4: Grup 1 Tüm Duvar İkili Karşılaştırma İstatistiksel Anlamlılık Verileri

Gruplar		*p* (Toplam Sızıntı)
G 1 (GHK)	**G K (Kontrol)**	<0,001
G 1 (GHK)	**G 2 (GHAK)**	<0,001
G 1 (GHK)	**G 3 (GHCF)**	<0,001
G 1 (GHK)	**G 4 (GHPF)**	<0,001
G 1 (GHK)	**G 5 (GHI)**	<0,001
G 1 (GHK)	**G 6 (GOK)**	**0,001**
G 1 (GHK)	**G 7 (GOAK)**	<0,001
G 1 (GHK)	**G 8 (GOCF)**	<0,001
G 1 (GHK)	**G 9 (GOPF)**	<0,001
G 1 (GHK)	**G 10 (GOI)**	<0,001

GHAK - Grup 2 (Akışkan Kompozit ile Horizontal Tabakalama Tekniği) (24,98±0,69 mm^2) ile diğer deney gruplarının mikrosızıntı değerleri karşılaştırıldığında, Kontrol Grubu'ndan ve Grup 1'den istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha düşük mikrosızıntı değerleri gösterirken; Grup 3, Grup 4, Grup 5, Grup 8, Grup 9 ve Grup 10'dan istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha fazla mikrosızıntı göstermiştir. Grup 6 ve Grup 7 ile Grup 2 arasında istatistiksel olarak herhangi bir anlamlılık saptanmamıştır.

Tablo 4.5: Grup 2 Tüm Duvar İkili Karşılaştırma İstatistiksel Anlamlılık Verileri

Gruplar		*p* (Toplam Sızıntı)
G 2 (GHAK)	**G K (Kontrol)**	<0,001
G 2 (GHAK)	**G 1 (GHK)**	<0,001
G 2 (GHAK)	**G 3 (GHCF)**	<0,001
G 2 (GHAK)	**G 4 (GHPF)**	<0,001
G 2 (GHAK)	**G 5 (GHI)**	<0,001
G 2 (GHAK)	**G 6 (GOK)**	**0,003**
G 2 (GHAK)	**G 7 (GOAK)**	**0,023**
G 2 (GHAK)	**G 8 (GOCF)**	<0,001
G 2 (GHAK)	**G 9 (GOPF)**	<0,001
G 2 (GHAK)	**G 10 (GOI)**	<0,001

GHCF - Grup 3 (Akışkan Kompozit ve Cam Fiber Ağ Örgü ile Horizontal Tabakalama Tekniği) (16,11±0,52 mm^2) ile diğer deney gruplarının mikrosızıntı değerleri karşılaştırıldığında; Kontrol Grubu, Grup 1, Grup 2, Grup 5, Grup 6, Grup 7 ve Grup 10'dan istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha düşük mikrosızıntı değerleri göstermiştir. Grup 4, Grup 8 ve Grup 9 ile Grup 3 arasında istatistiksel olarak herhangi bir anlamlılık saptanmamıştır.

Tablo 4.6: Grup 3 Tüm Duvar İkili Karşılaştırma İstatistiksel Anlamlılık Verileri

Gruplar		*p* (Toplam Sızıntı)
G 3 (GHCF)	**G K (Kontrol)**	<0,001
G 3 (GHCF)	**G 1 (GHK)**	<0,001
G 3 (GHCF)	**G 2 (GHAK)**	<0,001
G 3 (GHCF)	**G 4 (GHPF)**	**0,007**
G 3 (GHCF)	**G 5 (GHI)**	<0,001
G 3 (GHCF)	**G 6 (GOK)**	<0,001
G 3 (GHCF)	**G 7 (GOAK)**	<0,001
G 3 (GHCF)	**G 8 (GOCF)**	**0,049**
G 3 (GHCF)	**G 9 (GOPF)**	**0,174**
G 3 (GHCF)	**G 10 (GOI)**	<0,001

GHPF - Grup 4 (Akışkan Kompozit ve Polietilen Fiber Ağ Örgü ile Horizontal Tabakalama Tekniği) (17,05±0,81 mm^2) ile diğer deney gruplarının mikrosızıntı değerleri karşılaştırıldığında; Kontrol Grubu, Grup 1, Grup 2, Grup 5, Grup 6, Grup 7 ve Grup 10'dan istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha düşük mikrosızıntı değerleri göstermiştir. Grup 3, Grup 8 ve Grup 9 ile Grup 4 arasında istatistiksel olarak herhangi bir anlamlılık saptanmamıştır.

Tablo 4.7: Grup 4 Tüm Duvar İkili Karşılaştırma İstatistiksel Anlamlılık Verileri

Gruplar		*p* (Toplam Sızıntı)
G 4 (GHPF)	**G K (Kontrol)**	<0,001
G 4 (GHPF)	**G 1 (GHK)**	<0,001
G 4 (GHPF)	**G 2 (GHAK)**	<0,001
G 4 (GHPF)	**G 3 (GHCF)**	**0,007**
G 4 (GHPF)	**G 5 (GHI)**	<0,001
G 4 (GHPF)	**G 6 (GOK)**	<0,001
G 4 (GHPF)	**G 7 (GOAK)**	<0,001
G 4 (GHPF)	**G 8 (GOCF)**	**0,001**
G 4 (GHPF)	**G 9 (GOPF)**	**0,034**
G 4 (GHPF)	**G 10 (GOI)**	<0,001

4.1.1.1. *GHI -* Grup 5 (Akışkan Kompozit ve İndirekt Yöntem ile Horizontal Tabakalama Tekniği) (20,48±0,58 mm^2) ile diğer deney gruplarının mikrosızıntı değerleri karşılaştırıldığında; Kontrol Grubu, Grup 1, Grup 2, Grup 6 ve Grup 7'den istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha düşük, Grup 3, Grup 4, Grup 8 ve Grup 9'dan istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha yüksek mikrosızıntı değerleri göstermiştir. Grup 10 ile Grup 5 arasında istatistiksel olarak herhangi bir anlamlılık saptanmamıştır.

Tablo 4.8: Grup 5 Tüm Duvar İkili Karşılaştırma İstatistiksel Anlamlılık Verileri

Gruplar		*p* (Toplam Sızıntı)
G 5 (GHI)	**G K (Kontrol)**	<0,001
G 5 (GHI)	**G 1 (GHK)**	<0,001
G 5 (GHI)	**G 2 (GHAK)**	<0,001
G 5 (GHI)	**G 3 (GHCF)**	<0,001
G 5 (GHI)	**G 4 (GHPF)**	<0,001
G 5 (GHI)	**G 6 (GOK)**	<0,001
G 5 (GHI)	**G 7 (GOAK)**	<0,001
G 5 (GHI)	**G 8 (GOCF)**	<0,001
G 5 (GHI)	**G 9 (GOPF)**	<0,001
G 5 (GHI)	**G 10 (GOI)**	**0,013**

GOK - Grup 6 (Standart Oblik Tabakalama Tekniği) (26,23±0,79 mm^2) ile diğer deney gruplarının mikrosızıntı değerleri karşılaştırıldığında; Kontrol Grubundan istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha düşük, Grup 3, Grup 4, Grup 5, Grup 7, Grup 8, Grup 9 ve Grup 10'dan istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha yüksek mikrosızıntı değerleri göstermiştir. Grup 1 Grup 2 ile Grup 6 arasında istatistiksel olarak herhangi bir anlamlılık saptanmamıştır.

Tablo 4.9: Grup 6 Tüm Duvar İkili Karşılaştırma İstatistiksel Anlamlılık Verileri

Gruplar		*p* (Toplam Sızıntı)
G 6 (GOK)	**G K (Kontrol)**	<0,001
G 6 (GOK)	**G 1 (GHK)**	**0,001**
G 6 (GOK)	**G 2 (GHAK)**	**0,003**
G 6 (GOK)	**G 3 (GHCF)**	<0,001
G 6 (GOK)	**G 4 (GHPF)**	<0,001
G 6 (GOK)	**G 5 (GHI)**	<0,001
G 6 (GOK)	**G 7 (GOAK)**	<0,001
G 6 (GOK)	**G 8 (GOCF)**	<0,001
G 6 (GOK)	**G 9 (GOPF)**	<0,001
G 6 (GOK)	**G 10 (GOI)**	<0,001

GOAK - Grup 7 (Akışkan Kompozit ile Oblik Tabakalama Tekniği) (23,98±0,93 mm^2) ile diğer deney gruplarının mikrosızıntı değerleri karşılaştırıldığında; Kontrol Grubu, Grup 1 ve Grup 6'dan istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha düşük, Grup 3, Grup 4, Grup 5, Grup 8, Grup 9 ve Grup 10'dan istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha yüksek mikrosızıntı değerleri göstermiştir. Grup 2 ile Grup 7 arasında istatistiksel olarak herhangi bir anlamlılık saptanmamıştır.

Tablo 4.10: Grup 7 Tüm Duvar İkili Karşılaştırma İstatistiksel Anlamlılık Verileri

Gruplar		*p* (Toplam Sızıntı)
G 7 (GOAK)	**G K (Kontrol)**	<0,001
G 7 (GOAK)	**G 1 (GHK)**	<0,001
G 7 (GOAK)	**G 2 (GHAK)**	**0,023**
G 7 (GOAK)	**G 3 (GHCF)**	<0,001
G 7 (GOAK)	**G 4 (GHPF)**	<0,001
G 7 (GOAK)	**G 5 (GHI)**	<0,001
G 7 (GOAK)	**G 6 (GOK)**	<0,001
G 7 (GOAK)	**G 8 (GOCF)**	<0,001
G 7 (GOAK)	**G 9 (GOPF)**	<0,001
G 7 (GOAK)	**G 10 (GOI)**	<0,001

GOCF - Grup 8 (Akışkan Kompozit ile Cam Fiber Ağ Örgü ile Oblik Tabakalama Tekniği) (15,23±0,95) ile diğer deney gruplarının mikrosızıntı değerleri karşılaştırıldığında; Kontrol Grubu, Grup 1, Grup 2, Grup 5, Grup 6, Grup7 ve Grup 10'dan istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha düşük mikrosızıntı değerleri göstermiştir. Grup 3, Grup 4 ve Grup 9 ile Grup 8 arasında istatistiksel olarak herhangi bir anlamlılık saptanmamıştır.

Tablo 4.11: Grup 8 Tüm Duvar İkili Karşılaştırma İstatistiksel Anlamlılık Verileri

Gruplar		*p* (Toplam Sızıntı)
G 8 (GOCF)	**G K (Kontrol)**	<0,001
G 8 (GOCF)	**G 1 (GHK)**	<0,001
G 8 (GOCF)	**G 2 (GHAK)**	<0,001
G 8 (GOCF)	**G 3 (GHCF)**	**0,049**
G 8 (GOCF)	**G 4 (GHPF)**	**0,001**
G 8 (GOCF)	**G 5 (GHI)**	<0,001
G 8 (GOCF)	**G 6 (GOK)**	<0,001
G 8 (GOCF)	**G 7 (GOAK)**	<0,001
G 8 (GOCF)	**G 9 (GOPF)**	**0,003**
G 8 (GOCF)	**G 10 (GOI)**	<0,001

GOPF - Grup 9 (Akışkan Kompozit ve Polietilen Fiber Ağ Örgü ile Oblik Tabakalama Tekniği) (16,38±0,35 mm^2) ile diğer deney gruplarının mikrosızıntı değerleri karşılaştırıldığında; Kontrol Grubu, Grup 1 Grup 2, Grup 5, Grup 6, Grup 7 ve Grup 10'dan istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha düşük mikrosızıntı değerleri göstermiştir. Grup 3, Grup 4 ve Grup 8 ile Grup 9 arasında istatistiksel olarak herhangi bir anlamlılık saptanmamıştır.

Tablo 4.12: Grup 9 Tüm Duvar İkili Karşılaştırma İstatistiksel Anlamlılık Verileri

Gruplar		*p* (Toplam Sızıntı)
G 9 (GOPF)	**G K (Kontrol)**	<0,001
G 9 (GOPF)	**G 1 (GHK)**	<0,001
G 9 (GOPF)	**G 2 (GHAK)**	<0,001
G 9 (GOPF)	**G 3 (GHCF)**	**0,174**
G 9 (GOPF)	**G 4 (GHPF)**	**0,034**
G 9 (GOPF)	**G 5 (GHI)**	<0,001
G 9 (GOPF)	**G 6 (GOK)**	<0,001
G 9 (GOPF)	**G 7 (GOAK)**	<0,001
G 9 (GOPF)	**G 8 (GOCF)**	**0,003**
G 9 (GOPF)	**G 10 (GOI)**	<0,001

GOI - Grup 10 (Akışkan Kompozit ve İndirekt Yöntem ile Oblik Tabakalama Tekniği) (19,70±0,73 mm^2) ile diğer deney gruplarının mikrosızıntı değerleri karşılaştırıldığında; Kontrol Grubu, Grup 1, Grup 2, Grup 6 ve Grup 7'den istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha düşük, Grup 3, Grup 4, Grup 8 ve Grup 9'dan istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha yüksek mikrosızıntı değerleri göstermiştir. Grup 5 ile Grup 10 arasında istatistiksel olarak herhangi bir anlamlılık saptanmamıştır.

Tablo 4.13: Grup 10 Tüm Duvar İkili Karşılaştırma İstatistiksel Anlamlılık Verileri

Gruplar		***p* (Toplam Sızıntı)**
G 10 (GOI)	**G K (Kontrol)**	<0,001
G 10 (GOI)	**G 1 (GHK)**	<0,001
G 10 (GOI)	**G 2 (GHAK)**	<0,001
G 10 (GOI)	**G 3 (GHCF)**	<0,001
G 10 (GOI)	**G 4 (GHPF)**	<0,001
G 10 (GOI)	**G 5 (GHI)**	**0,013**
G 10 (GOI)	**G 6 (GOK)**	<0,001
G 10 (GOI)	**G 7 (GOAK)**	<0,001
G 10 (GOI)	**G 8 (GOCF)**	<0,001
G 10 (GOI)	**G 9 (GOPF)**	<0,001

Tablo 4.14: Tüm Duvar Gruplar Arası Anlamlılık Tablosu

	G K	***G 1***	***G 2***	***G 3***	***G 4***	***G 5***	***G 6***	***G 7***	***G 8***	***G 9***	***G 10***
G K		S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
G 1	S		S	S	S	S	NS	S	S	S	S
G 2	S	S		S	NS	S	NS	NS	S	S	S
G 3	S	S	S		NS	S	S	S	NS	NS	S
G 4	S	S	NS	NS		S	S	S	NS	NS	S
G 5	S	S	S	S	S		S	S	S	S	NS
G 6	S	NS	NS	S	S	S		S	S	S	S
G 7	S	S	NS	S	S	S	S		S	S	S
G 8	S	S	S	NS	NS	S	S	S		NS	S
G 9	S	S	S	NS	NS	S	S	S	NS		S
G 10	S	S	S	S	S	NS	S	S	S	S	

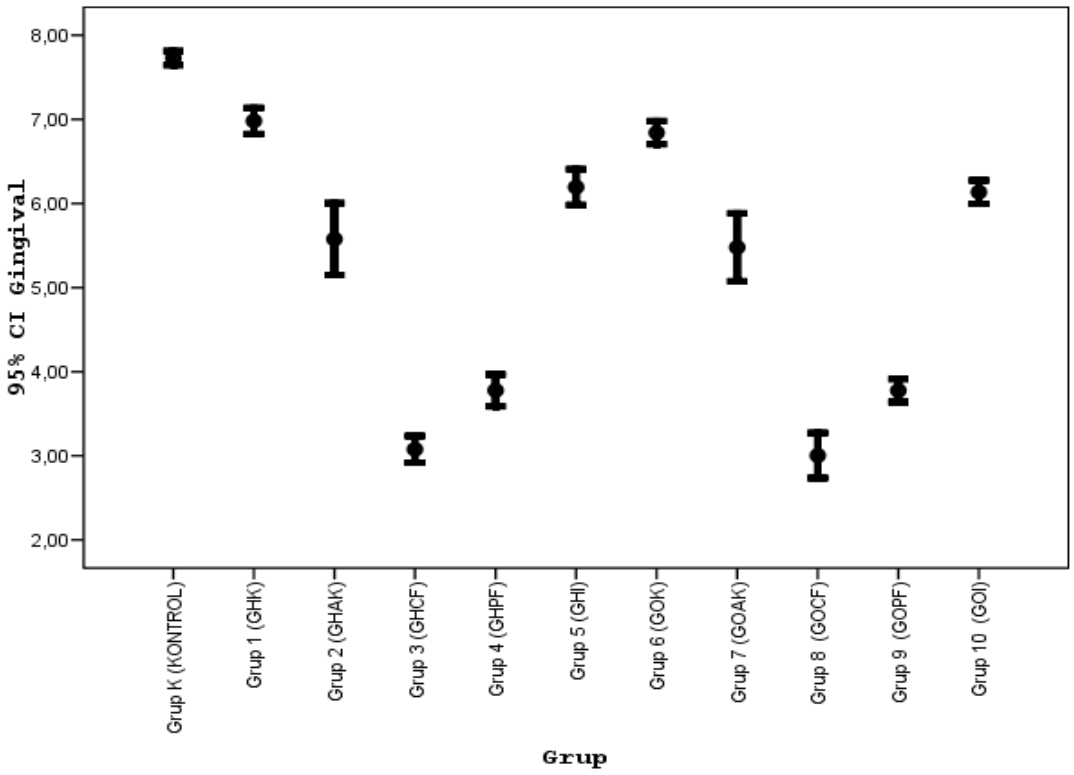
Tablo 4.15: Tüm Duvar Mikrosızıntı Değerleri Sıralaması

GK > G 1 ≥ G 6 ≥ G 2 ≥ G 7 > G 5 ≥ G 10 > G 4 ≥ G 9 ≥ G 3 ≥ G 8

4.2. Restorasyonların Gingival Duvarlarında Oluşan Mikrosızıntı Bulguları

Restorasyonların gingival duvarlarında oluşan mikrosızıntı değerleri incelendiğinde en fazla mikrosızıntı "Tek Tabaka Uygulama Tekniği" ile restorasyonların tamamlandığı Kontrol Grubu'nda (7,73±0,12 mm^2) saptanmıştır. En düşük mikrosızıntı değerleri ise "Akışkan Kompozit ve Cam Fiber Ağ Örgü ile Oblik Tabakalama Tekniği" uygulanan örneklerde (Grup 8) (3,00±0,37 mm^2) saptanmıştır.

Tablo 4.16: Restorasyonların Gingival Duvarlarında Oluşan Min - Ortalama - Maks Mikrosızıntı Bulguları (Box-Plot İstatistiksel Analiz)

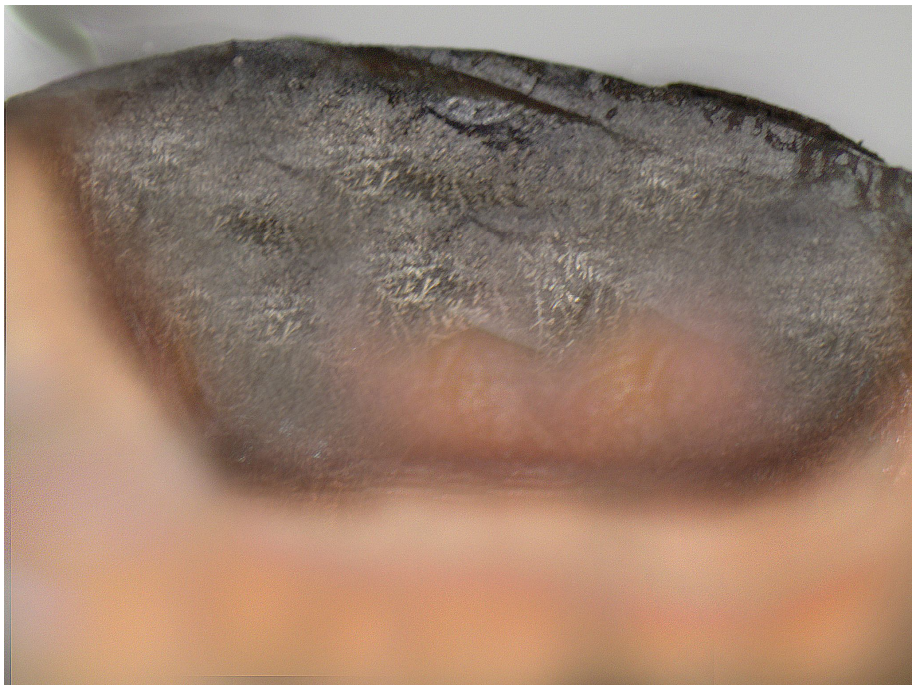


Restorasyonların gingival duvarlarında oluşan mikrosızıntı değerleri incelendiğinde kontrol grupları ile deney grupları arasında istatistiksel olarak ileri düzeyde anlamlı fark bulunmaktadır (p<0,001). Farklılığa neden olan grupların tespiti için yapılan ikili karşılaştırmalar Tablo 4.17, Tablo 4.18, Tablo 4.19, Tablo 4.20, Tablo 4.21, Tablo 4.22, Tablo 4.23, Tablo 4.24, Tablo 4.25, Tablo 4.26 ve Tablo 4.27'de görülmektedir.

GK **-** Kontrol Grubu (Tek Tabaka Uygulama Tekniği) diğer tüm deney gruplarından istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha fazla mikrosızıntı değeri (7,73±0,12 mm^2) göstermiştir.

Tablo 4.17: Grup K Gingival Duvar İkili Karşılaştırma İstatistiksel Anlamlılık Verileri

Gruplar		*p* (Gingival Sızıntı)
G K (Kontrol)	**G 1 (GHK)**	<0,001
G K (Kontrol)	**G 2 (GHAK)**	<0,001
G K (Kontrol)	**G 3 (GHCF)**	<0,001
G K (Kontrol)	**G 4 (GHPF)**	<0,001
G K (Kontrol)	**G 5 (GHI)**	<0,001
G K (Kontrol)	**G 6 (GOK)**	<0,001
G K (Kontrol)	**G 7 (GOAK)**	<0,001
G K (Kontrol)	**G 8 (GOCF)**	<0,001
G K (Kontrol)	**G 9 (GOPF)**	<0,001
G K (Kontrol)	**G 10 (GOI)**	<0,001

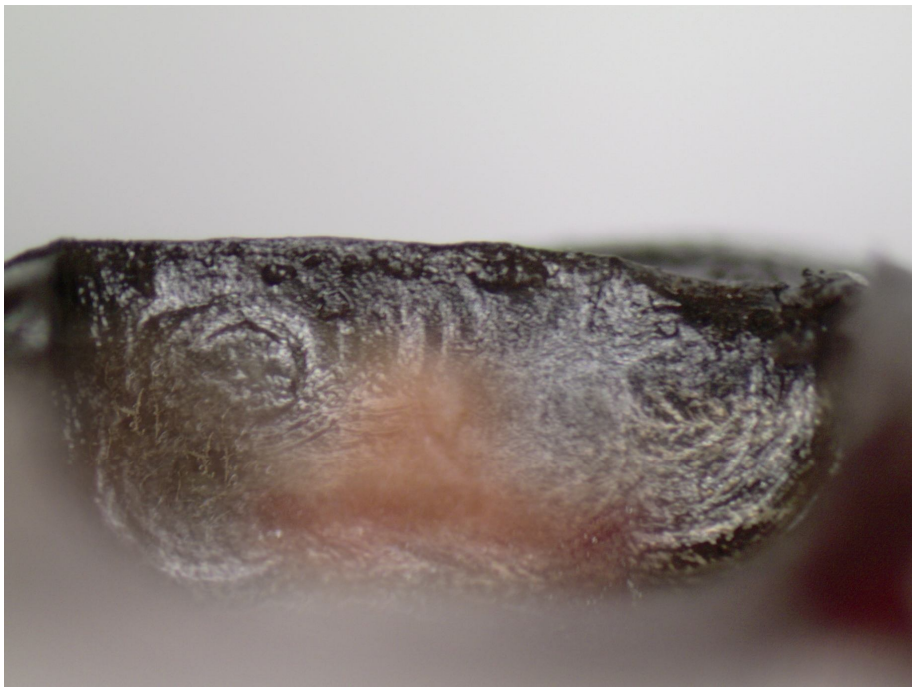


Şekil 4.1: Kontrol Grubu Gingival Duvar Mikrosızıntı Görüntüsü (Stereomikroskop 30X)

GHK - Grup 1 (Standart Horizontal Tabakalama Tekniği) (6,98±0,22 mm^2) ile diğer deney gruplarının mikrosızıntı değerleri karşılaştırıldığında, Kontrol Grubu'ndan istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha düşük mikrosızıntı değerleri gösterirken; Grup 6 dışındaki diğer gruplardan istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha fazla mikrosızıntı değeri göstermiştir.

Tablo 4.18: Grup 1 Gingival Duvar İkili Karşılaştırma İstatistiksel Anlamlılık Verileri

Gruplar		*p* (Gingival Sızıntı)
G 1 (GHK)	**G K (Kontrol)**	<0,001
G 1 (GHK)	**G 2 (GHAK)**	<0,001
G 1 (GHK)	**G 3 (GHCF)**	<0,001
G 1 (GHK)	**G 4 (GHPF)**	<0,001
G 1 (GHK)	**G 5 (GHI)**	<0,001
G 1 (GHK)	**G 6 (GOK)**	**0,130**
G 1 (GHK)	**G 7 (GOAK)**	<0,001
G 1 (GHK)	**G 8 (GOCF)**	<0,001
G 1 (GHK)	**G 9 (GOPF)**	<0,001
G 1 (GHK)	**G 10 (GOI)**	<0,001

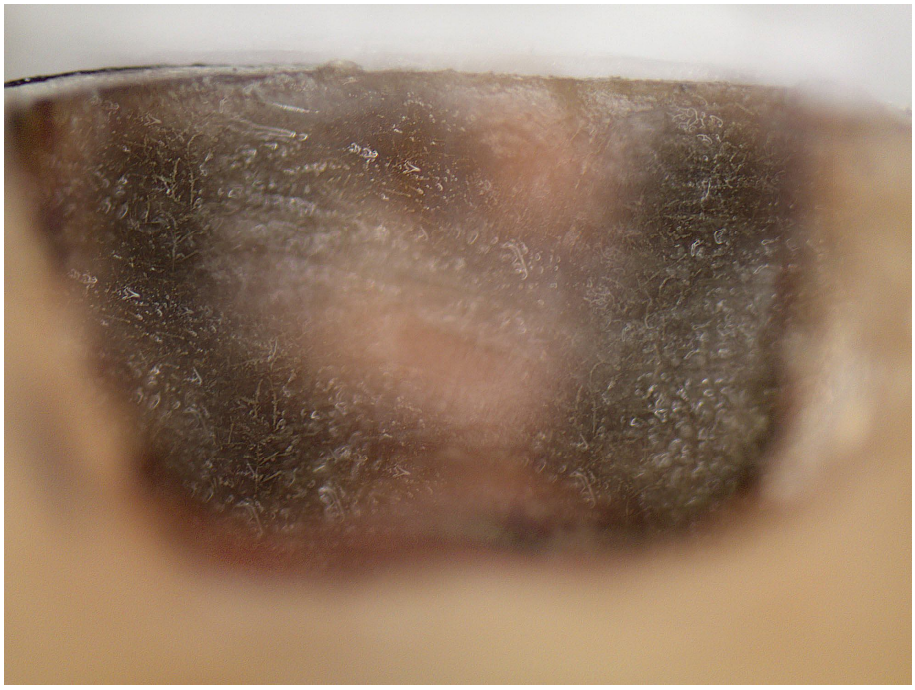


Şekil 4.2: Grup 1 Gingival Duvar Mikrosızıntı Görüntüsü (Stereomikroskop 30X)

GHAK **-** Grup 2 (Akışkan Kompozit ile Horizontal Tabakalama Tekniği) (5,58±0,60 mm^2) ile diğer deney gruplarının mikrosızıntı değerleri karşılaştırıldığında, Kontrol Grubu, Grup 1 ve Grup 6'dan istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha düşük mikrosızıntı değerleri gösterirken; Grup 3, Grup 4, Grup 8 ve Grup 9'dan istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha fazla mikrosızıntı göstermiştir. Grup 5, Grup 7 ve Grup 10 ile Grup 2 arasında istatistiksel olarak herhangi bir anlamlılık saptanmamıştır.

Tablo 4.19: Grup 2 Gingival Duvar İkili Karşılaştırma İstatistiksel Anlamlılık Verileri

Gruplar		***p* (Gingival Sızıntı)**
G 2 (GHAK)	**G K (Kontrol)**	<0,001
G 2 (GHAK)	**G 1 (GHK)**	<0,001
G 2 (GHAK)	**G 3 (GHCF)**	<0,001
G 2 (GHAK)	**G 4 (GHPF)**	<0,001
G 2 (GHAK)	**G 5 (GHI)**	**0,028**
G 2 (GHAK)	**G 6 (GOK)**	<0,001
G 2 (GHAK)	**G 7 (GOAK)**	**0,406**
G 2 (GHAK)	**G 8 (GOCF)**	<0,001
G 2 (GHAK)	**G 9 (GOPF)**	<0,001
G 2 (GHAK)	**G 10 (GOI)**	**0,023**

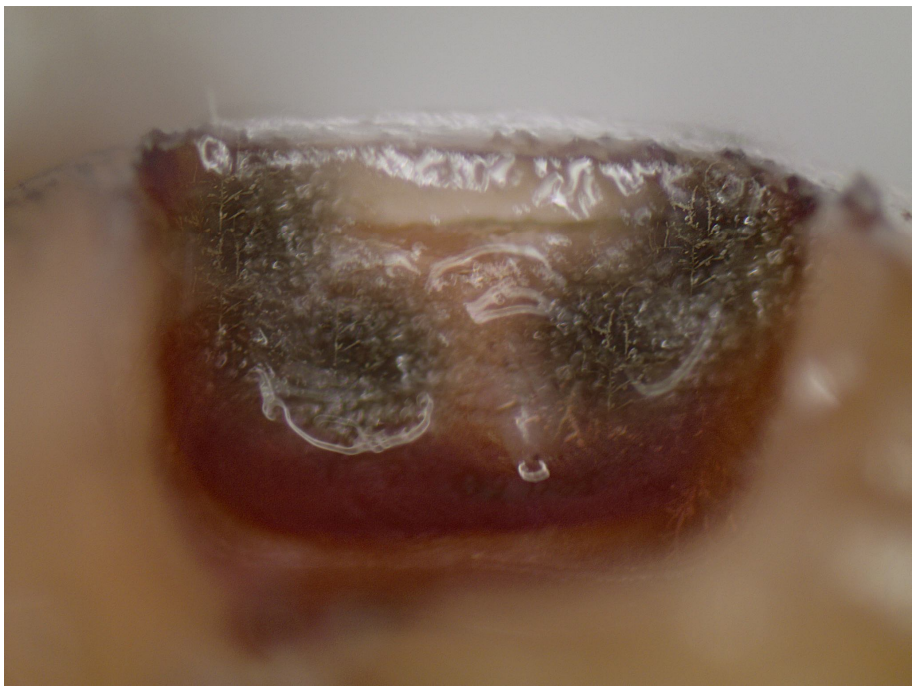


Şekil 4.3: Grup 2 Gingival Duvar Mikrosızıntı Görüntüsü (Stereomikroskop 30X)

GHCF - Grup3 (Akışkan Kompozit ve Cam Fiber Ağ Örgü ile Horizontal Tabakalama Tekniği) (3,08±0,22 mm^2) ile diğer deney gruplarının mikrosızıntı değerleri karşılaştırıldığında; Kontrol Grubu, Grup 1, Grup 2, Grup 4, Grup 5, Grup 6, Grup 7, Grup 9 ve Grup 10'dan istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha düşük mikrosızıntı değerleri göstermiştir. Grup 8 ile Grup 3 arasında istatistiksel olarak herhangi bir anlamlılık saptanmamıştır.

Tablo 4.20: Grup 3 Gingival Duvar İkili Karşılaştırma İstatistiksel Anlamlılık Verileri

Gruplar		*p* (Gingival Sızıntı)
G 3 (GHCF)	**G K (Kontrol)**	<0,001
G 3 (GHCF)	**G 1 (GHK)**	<0,001
G 3 (GHCF)	**G 2 (GHAK)**	<0,001
G 3 (GHCF)	**G 4 (GHPF)**	<0,001
G 3 (GHCF)	**G 5 (GHI)**	<0,001
G 3 (GHCF)	**G 6 (GOK)**	<0,001
G 3 (GHCF)	**G 7 (GOAK)**	<0,001
G 3 (GHCF)	**G 8 (GOCF)**	**0,940**
G 3 (GHCF)	**G 9 (GOPF)**	<0,001
G 3 (GHCF)	**G 10 (GOI)**	<0,001

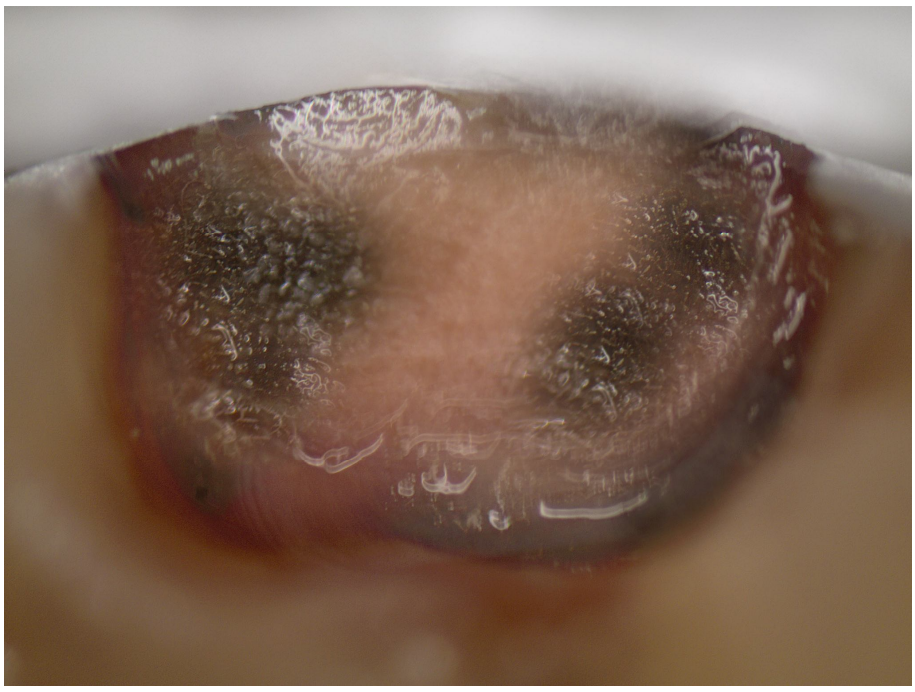


Şekil 4.4: Grup 3 Gingival Duvar Mikrosızıntı Görüntüsü (Stereomikroskop 30X)

GHPF - Grup 4 (Akışkan Kompozit ve Polietilen Fiber Ağ Örgü ile Horizontal Tabakalama Tekniği) (3,78±0,26 mm^2) ile diğer deney gruplarının mikrosızıntı değerleri karşılaştırıldığında; Kontrol Grubu, Grup 1, Grup 2, Grup 5, Grup 6, Grup 7 ve Grup 10'dan istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha düşük; Grup 3 ve Grup 8'den istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha yüksek mikrosızıntı değerleri göstermiştir. Grup 9 ile Grup 4 arasında istatistiksel olarak herhangi bir anlamlılık saptanmamıştır.

Tablo 4.21: Grup 4 Gingival Duvar İkili Karşılaştırma İstatistiksel Anlamlılık Verileri

Gruplar		***p* (Gingival Sızıntı)**
G 4 (GHPF)	**G K (Kontrol)**	<0,001
G 4 (GHPF)	**G 1 (GHK)**	<0,001
G 4 (GHPF)	**G 2 (GHAK)**	<0,001
G 4 (GHPF)	**G 3 (GHCF)**	<0,001
G 4 (GHPF)	**G 5 (GHI)**	<0,001
G 4 (GHPF)	**G 6 (GOK)**	<0,001
G 4 (GHPF)	**G 7 (GOAK)**	<0,001
G 4 (GHPF)	**G 8 (GOCF)**	<0,001
G 4 (GHPF)	**G 9 (GOPF)**	**0,940**
G 4 (GHPF)	**G 10 (GOI)**	<0,001

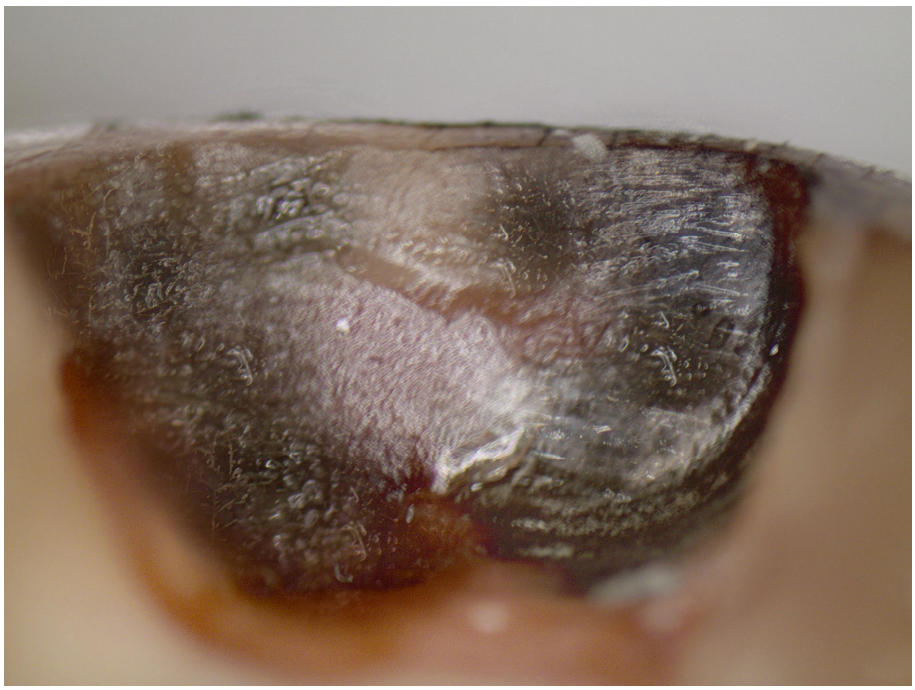


Şekil 4.5: Grup 4 Gingival Duvar Mikrosızıntı Görüntüsü (Stereomikroskop 30X)

GHI **-** Grup 5 (Akışkan Kompozit ve İndirekt Yöntem ile Horizontal Tabakalama Tekniği) (6,19±0,30 mm^2) ile diğer deney gruplarının mikrosızıntı değerleri karşılaştırıldığında, Kontrol Grubu, Grup 1 ve Grup 6'dan istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha düşük mikrosızıntı değerleri gösterirken; Grup 3, Grup 4, Grup 8 ve Grup 9'dan istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha fazla mikrosızıntı göstermiştir. Grup 2, Grup 7 ve Grup 10 ile Grup 5 arasında istatistiksel olarak herhangi bir anlamlılık saptanmamıştır.

Tablo 4.22: Grup 5 Gingival Duvar İkili Karşılaştırma İstatistiksel Anlamlılık Verileri

Gruplar		***p* (Gingival Sızıntı)**
G 5 (GHI)	**G K (Kontrol)**	<0,001
G 5 (GHI)	**G 1 (GHK)**	<0,001
G 5 (GHI)	**G 2 (GHAK)**	**0,028**
G 5 (GHI)	**G 3 (GHCF)**	<0,001
G 5 (GHI)	**G 4 (GHPF)**	<0,001
G 5 (GHI)	**G 6 (GOK)**	<0,001
G 5 (GHI)	**G 7 (GOAK)**	**0,001**
G 5 (GHI)	**G 8 (GOCF)**	<0,001
G 5 (GHI)	**G 9 (GOPF)**	<0,001
G 5 (GHI)	**G 10 (GOI)**	**0,850**

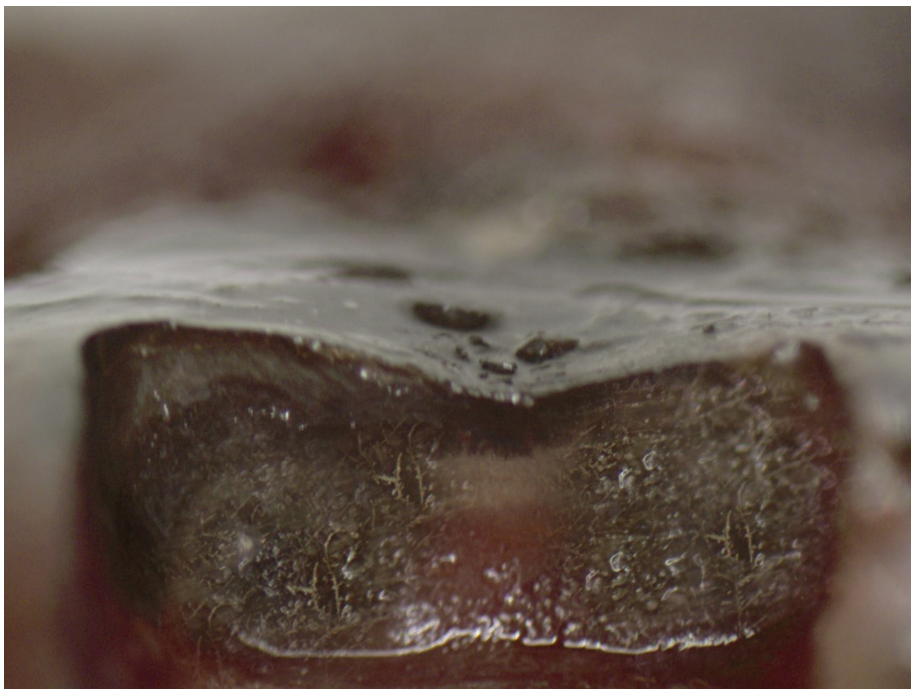


Şekil 4.6: Grup 5 Gingival Duvar Mikrosızıntı Görüntüsü (Stereomikroskop 30X)

GOK - Grup 6 (Standart Oblik Tabakalama Tekniği) (6,84±0,19 mm^2) ile diğer deney gruplarının mikrosızıntı değerleri karşılaştırıldığında; Kontrol Grubundan istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha düşük; Grup 2, Grup 3, Grup 4, Grup 5, Grup 7, Grup 8, Grup 9 ve Grup 10'dan istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha yüksek mikrosızıntı değerleri göstermiştir. Grup 1 ile Grup 6 arasında istatistiksel olarak herhangi bir anlamlılık saptanmamıştır.

Tablo 4.23: Grup 6 Gingival Duvar İkili Karşılaştırma İstatistiksel Anlamlılık Verileri

Gruplar		***p* (Gingival Sızıntı)**
G 6 (GOK)	**G K (Kontrol)**	<0,001
G 6 (GOK)	**G 1 (GHK)**	**0,130**
G 6 (GOK)	**G 2 (GHAK)**	<0,001
G 6 (GOK)	**G 3 (GHCF)**	<0,001
G 6 (GOK)	**G 4 (GHPF)**	<0,001
G 6 (GOK)	**G 5 (GHI)**	<0,001
G 6 (GOK)	**G 7 (GOAK)**	<0,001
G 6 (GOK)	**G 8 (GOCF)**	<0,001
G 6 (GOK)	**G 9 (GOPF)**	<0,001
G 6 (GOK)	**G 10 (GOI)**	<0,001

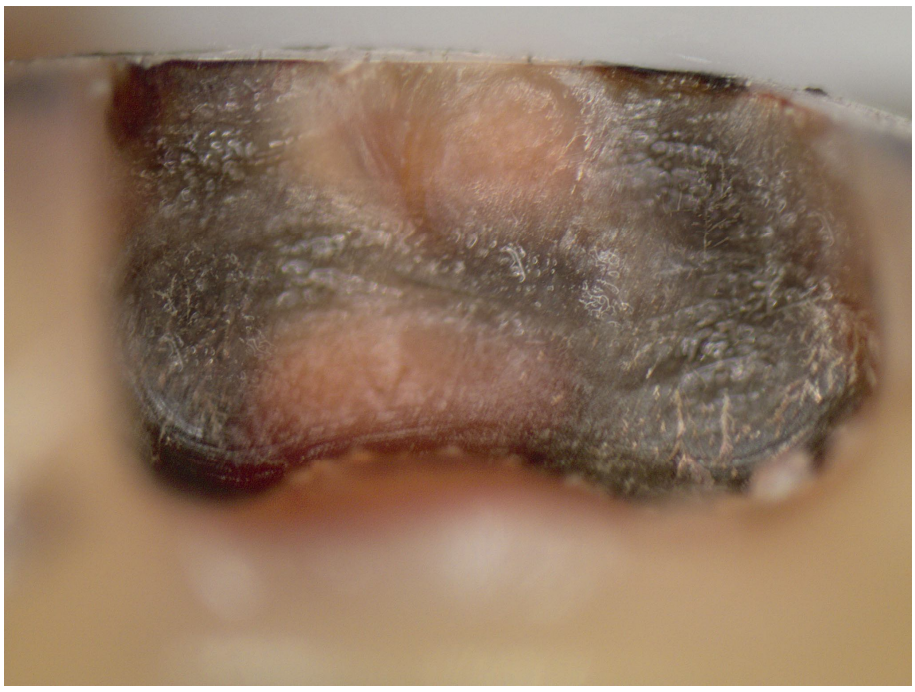


Şekil 4.7: Grup 6 Gingival Duvar Mikrosızıntı Görüntüsü (Stereomikroskop 30X)

GOAK - Grup 7 (Akışkan Kompozit ile Oblik Tabakalama Tekniği) (5,48±0,56 mm^2) ile diğer deney gruplarının mikrosızıntı değerleri karşılaştırıldığında; Kontrol Grubu, Grup 1, ve Grup 6'dan istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha düşük; Grup 3, Grup 4, Grup 8 ve Grup 9'dan istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha yüksek mikrosızıntı değerleri göstermiştir. Grup 2, Grup 5 ve Grup 10 ile Grup 7 arasında istatistiksel olarak herhangi bir anlamlılık saptanmamıştır.

Tablo 4.24: Grup 7 Gingival Duvar İkili Karşılaştırma İstatistiksel Anlamlılık Verileri

Gruplar		***p* (Gingival Sızıntı)**
G 7 (GOAK)	**G K (Kontrol)**	<0,001
G 7 (GOAK)	**G 1 (GHK)**	<0,001
G 7 (GOAK)	**G 2 (GHAK)**	**0,406**
G 7 (GOAK)	**G 3 (GHCF)**	<0,001
G 7 (GOAK)	**G 4 (GHPF)**	<0,001
G 7 (GOAK)	**G 5 (GHI)**	**0,001**
G 7 (GOAK)	**G 6 (GOK)**	<0,001
G 7 (GOAK)	**G 8 (GOCF)**	<0,001
G 7 (GOAK)	**G 9 (GOPF)**	<0,001
G 7 (GOAK)	**G 10 (GOI)**	**0,001**

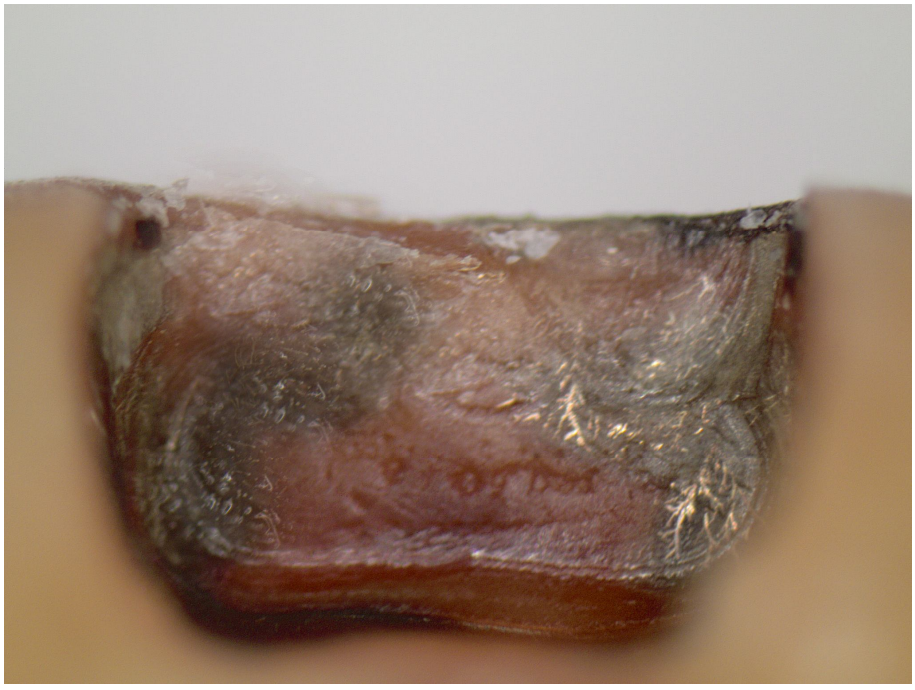


Şekil 4.8: Grup 7 Gingival Duvar Mikrosızıntı Görüntüsü (Stereomikroskop 30X)

GOCF - Grup 8 (Akışkan Kompozit ile Cam Fiber Ağ Örgü ile Oblik Tabakalama Tekniği) (3,00±0,37) ile diğer deney gruplarının mikrosızıntı değerleri karşılaştırıldığında; Kontrol Grubu, Grup 1, Grup 2, Grup 4, Grup 5, Grup 6, Grup7, Grup 9 ve Grup 10'dan istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha düşük mikrosızıntı değerleri göstermiştir. Grup 3 ile Grup 8 arasında istatistiksel olarak herhangi bir anlamlılık saptanmamıştır.

Tablo 4.25: Grup 8 Gingival Duvar İkili Karşılaştırma İstatistiksel Anlamlılık Verileri

Gruplar		***p* (Gingival Sızıntı)**
G 8 (GOCF)	**G K (Kontrol)**	<0,001
G 8 (GOCF)	**G 1 (GHK)**	<0,001
G 8 (GOCF)	**G 2 (GHAK)**	<0,001
G 8 (GOCF)	**G 3 (GHCF)**	**0,940**
G 8 (GOCF)	**G 4 (GHPF)**	<0,001
G 8 (GOCF)	**G 5 (GHI)**	<0,001
G 8 (GOCF)	**G 6 (GOK)**	<0,001
G 8 (GOCF)	**G 7 (GOAK)**	<0,001
G 8 (GOCF)	**G 9 (GOPF)**	<0,001
G 8 (GOCF)	**G 10 (GOI)**	<0,001

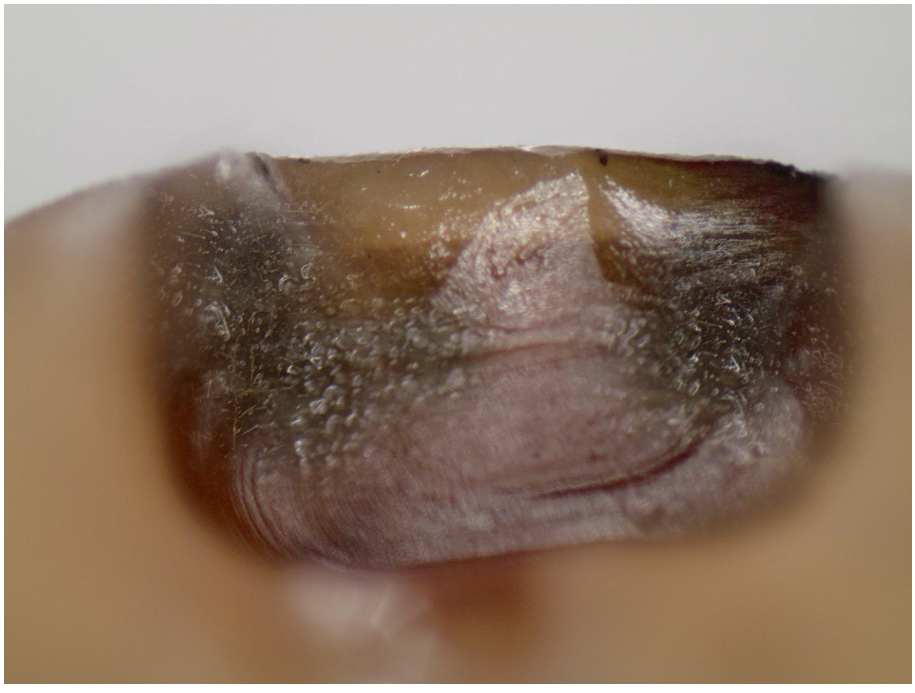


Şekil 4.9: Grup 8 Gingival Duvar Mikrosızıntı Görüntüsü (Stereomikroskop 30X)

GOPF - Grup 9 (Akışkan Kompozit ve Polietilen Fiber Ağ Örgü ile Oblik Tabakalama Tekniği) (3,78±0,19 mm^2) ile diğer deney gruplarının mikrosızıntı değerleri karşılaştırıldığında; Kontrol Grubu, Grup 1 Grup 2, Grup 5, Grup 6, Grup 7 ve Grup 10'dan istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha düşük; Grup 3 ve Grup 8'den daha yüksek mikrosızıntı değerleri göstermiştir. Grup 4 ile Grup 9 arasında istatistiksel olarak herhangi bir anlamlılık saptanmamıştır.

Tablo 4.26: Grup 9 Gingival Duvar İkili Karşılaştırma İstatistiksel Anlamlılık Verileri

Gruplar		***p* (Gingival Sızıntı)**
G 9 (GOPF)	**G K (Kontrol)**	<0,001
G 9 (GOPF)	**G 1 (GHK)**	<0,001
G 9 (GOPF)	**G 2 (GHAK)**	<0,001
G 9 (GOPF)	**G 3 (GHCF)**	<0,001
G 9 (GOPF)	**G 4 (GHPF)**	**0,940**
G 9 (GOPF)	**G 5 (GHI)**	<0,001
G 9 (GOPF)	**G 6 (GOK)**	<0,001
G 9 (GOPF)	**G 7 (GOAK)**	<0,001
G 9 (GOPF)	**G 8 (GOCF)**	<0,001
G 9 (GOPF)	**G 10 (GOI)**	<0,001

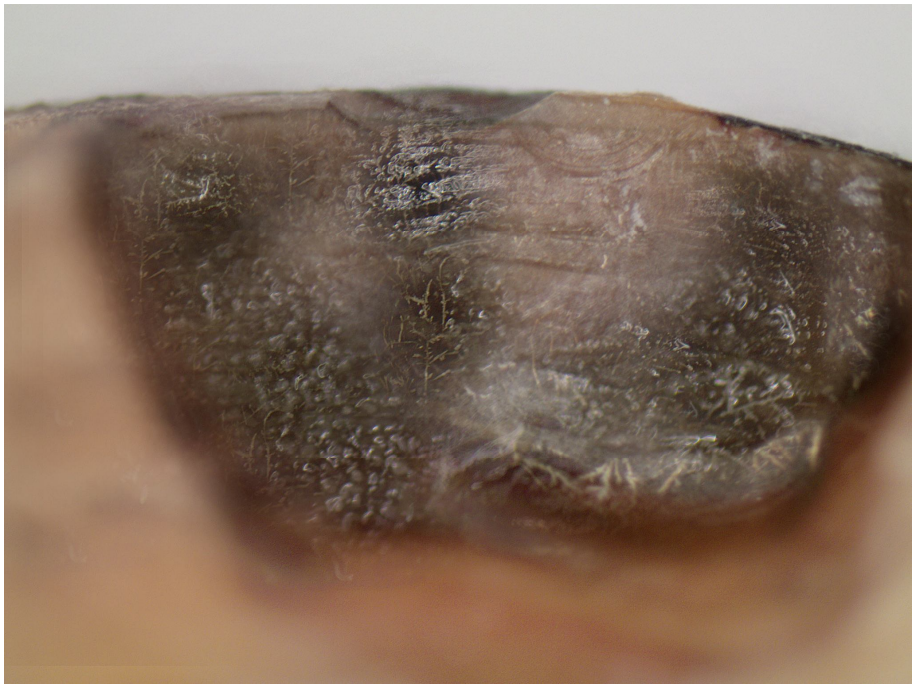


Şekil 4.10: Grup 9 Gingival Duvar Mikrosızıntı Görüntüsü (Stereomikroskop 30X)

GOI - Grup 10 (Akışkan Kompozit ve İndirekt Yöntem ile Oblik Tabakalama Tekniği) (6,14±0,20 mm^2) ile diğer deney gruplarının mikrosızıntı değerleri karşılaştırıldığında; Kontrol Grubu, Grup 1 ve Grup 6'dan istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha düşük; Grup 3, Grup 4, Grup 8 ve Grup 9'dan istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha yüksek mikrosızıntı değerleri göstermiştir. Grup 2, Grup 5 ve Grup 7 ile Grup 10 arasında istatistiksel olarak herhangi bir anlamlılık saptanmamıştır.

Tablo 4.27: Grup 10 Gingival Duvar İkili Karşılaştırma İstatistiksel Anlamlılık Verileri

Gruplar		***p* (Gingival Sızıntı)**
G 10 (GOI)	**G K (Kontrol)**	<0,001
G 10 (GOI)	**G 1 (GHK)**	<0,001
G 10 (GOI)	**G 2 (GHAK)**	**0,023**
G 10 (GOI)	**G 3 (GHCF)**	<0,001
G 10 (GOI)	**G 4 (GHPF)**	<0,001
G 10 (GOI)	**G 5 (GHI)**	**0,850**
G 10 (GOI)	**G 6 (GOK)**	<0,001
G 10 (GOI)	**G 7 (GOAK)**	**0,001**
G 10 (GOI)	**G 8 (GOCF)**	<0,001
G 10 (GOI)	**G 9 (GOPF)**	<0,001



Şekil 4.11: Grup 10 Gingival Duvar Mikrosızıntı Görüntüsü (Stereomikroskop 30X)

Tablo 4.28: Gingival Duvar Gruplar Arası Anlamlılık Tablosu

	G K	***G 1***	***G 2***	***G 3***	***G 4***	***G 5***	***G 6***	***G 7***	***G 8***	***G 9***	***G 10***
G K		S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
G 1	S		S	S	S	S	NS	S	S	S	S
G 2	S	S		S	S	NS	S	NS	S	S	NS
G 3	S	S	S		S	S	S	S	NS	S	S
G 4	S	S	S	S		S	S	S	S	NS	S
G 5	S	S	NS	S	S		S	NS	S	S	NS
G 6	S	NS	S	S	S	S		S	S	S	S
G 7	S	S	NS	S	S	NS	S		S	S	NS
G 8	S	S	S	NS	S	S	S	S		S	S
G 9	S	S	S	S	NS	S	S	S	S		S
G 10	S	S	NS	S	S	NS	S	NS	S	S	

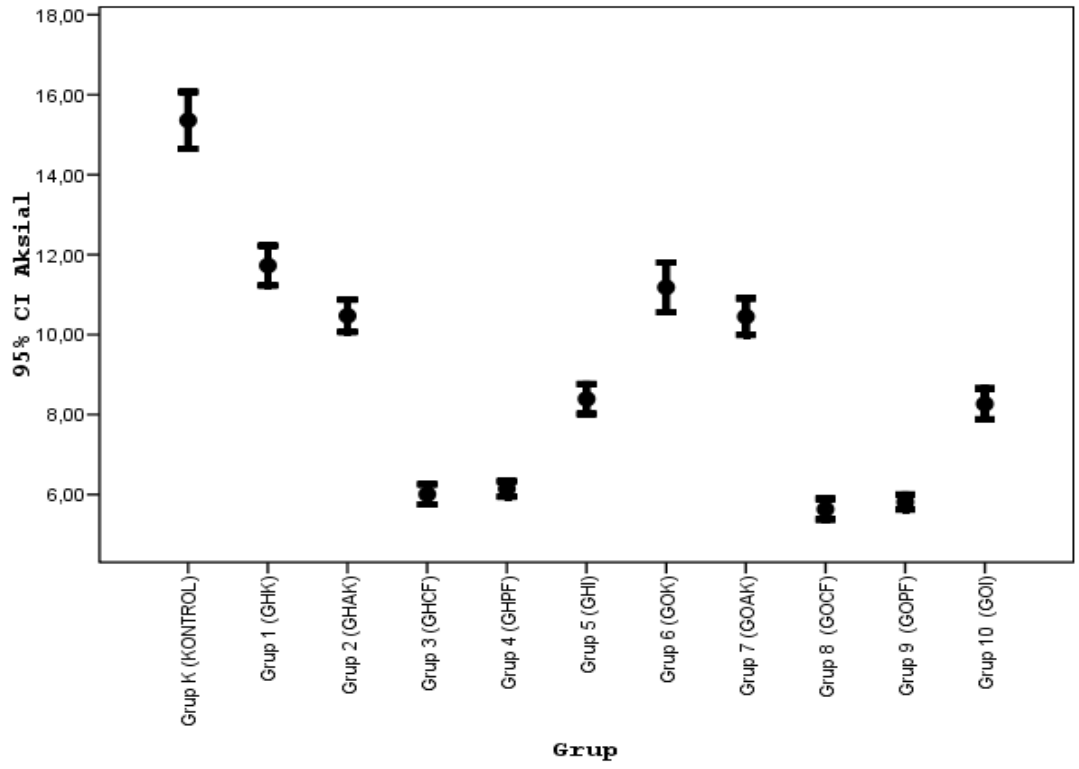
Tablo 4.29: Gingival Duvar Mikrosızıntı Değerleri Sıralaması

G K > G 1 ≥ G 6 > G 5 ≥ G 10 ≥ G 2 ≥ G 7 > G 4 ≥ G 9 > G 3 ≥ G 8

4.3. Restorasyonların Aksiyal Duvarlarında Oluşan Mikrosızıntı Bulguları

Restorasyonların aksiyal duvarlarında oluşan mikrosızıntı değerleri incelendiğinde en fazla mikrosızıntı "Tek Tabaka Uygulama Tekniği" ile restorasyonların tamamlandığı Kontrol Grubu'nda (15,36±0,99 mm^2) saptanmıştır. En düşük mikrosızıntı değerleri ise "Akışkan Kompozit ve Cam Fiber Ağ Örgü ile Oblik Tabakalama Tekniği" uygulanan örneklerde (Grup 8) (5,63±0,36 mm^2) saptanmıştır.

Tablo 4.30: Restorasyonların Aksiyal Duvarlarında Oluşan Min - Ortalama - Maks Mikrosızıntı Bulguları (Box-Plot İstatistiksel Analiz)



Restorasyonların aksiyal duvarlarında oluşan mikrosızıntı değerleri incelendiğinde kontrol grupları ile deney grupları arasında istatistiksel olarak ileri düzeyde anlamlı fark bulunmaktadır (p<0,001). Farklılığa neden olan grupların tespiti için yapılan ikili karşılaştırmalar Tablo 4.31, Tablo 4.32, Tablo 4.33, Tablo 4.34, Tablo 4.35, Tablo 4.36, Tablo 4.37, Tablo 4.38, Tablo 4.39, Tablo 4.40 ve Tablo 4.41'de görülmektedir.

GK - Kontrol Grubu (Tek Tabaka Uygulama Tekniği) (15,36±0,99 mm^2) diğer tüm deney gruplarından istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha fazla mikrosızıntı değeri göstermiştir.

Tablo 4.31: Grup K Aksiyal Duvar İkili Karşılaştırma İstatistiksel Anlamlılık Verileri

Gruplar		*p* (Aksiyal Sızıntı)
G K (Kontrol)	**G 1 (GHK)**	<0,001
G K (Kontrol)	**G 2 (GHAK)**	<0,001
G K (Kontrol)	**G 3 (GHCF)**	<0,001
G K (Kontrol)	**G 4 (GHPF)**	<0,001
G K (Kontrol)	**G 5 (GHI)**	<0,001
G K (Kontrol)	**G 6 (GOK)**	<0,001
G K (Kontrol)	**G 7 (GOAK)**	<0,001
G K (Kontrol)	**G 8 (GOCF)**	<0,001
G K (Kontrol)	**G 9 (GOPF)**	<0,001
G K (Kontrol)	**G 10 (GOI)**	<0,001

Şekil 4.12: Kontrol Grubu Aksiyal Duvar Mikrosızıntı Görüntüsü (Stereomikroskop 30X)

GHK - Grup 1 (Standart Horizontal Tabakalama Tekniği) (11,73±0,69 mm^2) ile diğer deney gruplarının mikrosızıntı değerleri karşılaştırıldığında, Kontrol Grubu'ndan istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha düşük mikrosızıntı değerleri gösterirken; Grup 6 ve Grup 7 dışındaki diğer gruplardan istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha fazla mikrosızıntı değeri göstermiştir.

Tablo 4.32: Grup 1 Aksiyal Duvar İkili Karşılaştırma İstatistiksel Anlamlılık Verileri

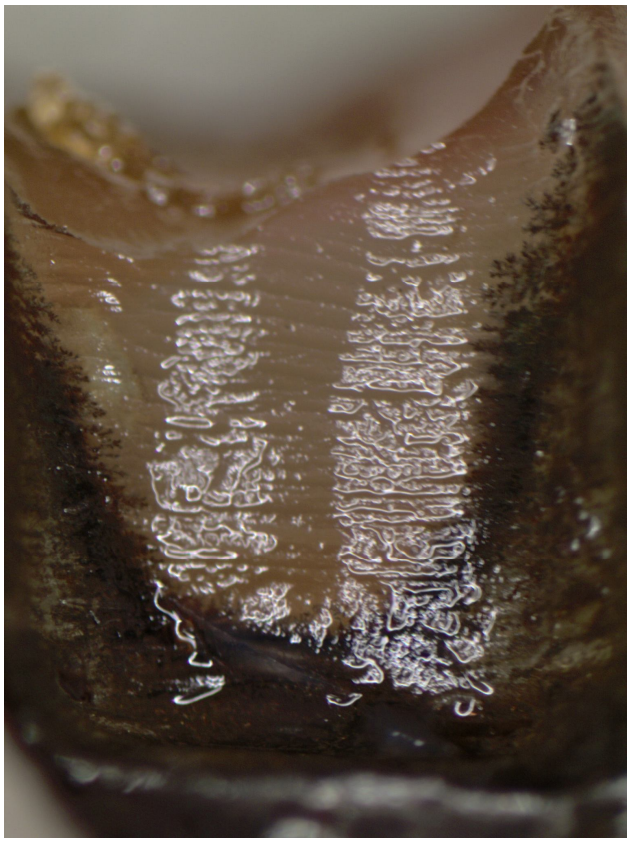
Gruplar		*p* (Aksiyal Sızıntı)
G 1 (GHK)	**G K (Kontrol)**	<0,001
G 1 (GHK)	**G 2 (GHAK)**	<0,001
G 1 (GHK)	**G 3 (GHCF)**	<0,001
G 1 (GHK)	**G 4 (GHPF)**	<0,001
G 1 (GHK)	**G 5 (GHI)**	<0,001
G 1 (GHK)	**G 6 (GOK)**	**0,174**
G 1 (GHK)	**G 7 (GOAK)**	**0,002**
G 1 (GHK)	**G 8 (GOCF)**	<0,001
G 1 (GHK)	**G 9 (GOPF)**	<0,001
G 1 (GHK)	**G 10 (GOI)**	<0,001

Şekil 4.13: Grup 1 Aksiyal Duvar Mikrosızıntı Görüntüsü (Stereomikroskop 30X)

GHAK **-** Grup 2 (Akışkan Kompozit ile Horizontal Tabakalama Tekniği) (10,47±0,57 mm^2) ile diğer deney gruplarının mikrosızıntı değerleri karşılaştırıldığında, Kontrol Grubu ve Grup 1'den istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha düşük mikrosızıntı değerleri gösterirken; Grup 3, Grup 4, Grup 5, Grup 8, Grup 9 ve Grup 10'dan istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha fazla mikrosızıntı göstermiştir. Grup 6 ve Grup 7 ile Grup 2 arasında istatistiksel olarak herhangi bir anlamlılık saptanmamıştır.

Tablo 4.33: Grup 2 Aksiyal Duvar İkili Karşılaştırma İstatistiksel Anlamlılık Verileri

Gruplar		***p* (Aksiyal Sızıntı)**
G 2 (GHAK)	**G K (Kontrol)**	<0,001
G 2 (GHAK)	**G 1 (GHK)**	<0,001
G 2 (GHAK)	**G 3 (GHCF)**	<0,001
G 2 (GHAK)	**G 4 (GHPF)**	<0,001
G 2 (GHAK)	**G 5 (GHI)**	<0,001
G 2 (GHAK)	**G 6 (GOK)**	**0,082**
G 2 (GHAK)	**G 7 (GOAK)**	**0,880**
G 2 (GHAK)	**G 8 (GOCF)**	<0,001
G 2 (GHAK)	**G 9 (GOPF)**	<0,001
G 2 (GHAK)	**G 10 (GOI)**	<0,001



Şekil 4.14: Grup 2 Aksiyal Duvar Mikrosızıntı Görüntüsü (Stereomikroskop 30X)

GHCF - Grup 3 (Akışkan Kompozit ve Cam Fiber Ağ Örgü ile Horizontal Tabakalama Tekniği) (6,00±0,36 mm^2) ile diğer deney gruplarının mikrosızıntı değerleri karşılaştırıldığında; Kontrol Grubu, Grup 1, Grup 2, Grup 5, Grup 6, Grup 7 ve Grup 10'dan istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha düşük mikrosızıntı değerleri göstermiştir. Grup 4, Grup 8 ve Grup 9 ile Grup 3 arasında istatistiksel olarak herhangi bir anlamlılık saptanmamıştır.

Tablo 4.34: Grup 3 Aksiyal Duvar İkili Karşılaştırma İstatistiksel Anlamlılık Verileri

Gruplar		*p* (Aksiyal Sızıntı)
G 3 (GHCF)	**G K (Kontrol)**	<0,001
G 3 (GHCF)	**G 1 (GHK)**	<0,001
G 3 (GHCF)	**G 2 (GHAK)**	<0,001
G 3 (GHCF)	**G 4 (GHPF)**	**0,406**
G 3 (GHCF)	**G 5 (GHI)**	<0,001
G 3 (GHCF)	**G 6 (GOK)**	<0,001
G 3 (GHCF)	**G 7 (GOAK)**	<0,001
G 3 (GHCF)	**G 8 (GOCF)**	**0,019**
G 3 (GHCF)	**G 9 (GOPF)**	**0,174**
G 3 (GHCF)	**G 10 (GOI)**	<0,001

Şekil 4.15: Grup 3 Aksiyal Duvar Mikrosızıntı Görüntüsü (Stereomikroskop 30X)

GHPF - Grup 4 (Akışkan Kompozit ve Polietilen Fiber Ağ Örgü ile Horizontal Tabakalama Tekniği) (6,14±0,27 mm^2) ile diğer deney gruplarının mikrosızıntı değerleri karşılaştırıldığında; Kontrol Grubu, Grup 1, Grup 2, Grup 5, Grup 6, Grup 7 ve Grup 10'dan istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha düşük mikrosızıntı değerleri göstermiştir. Grup 3, Grup 8 ve Grup 9 ile Grup 4 arasında istatistiksel olarak herhangi bir anlamlılık saptanmamıştır.

Tablo 4.35: Grup 4 Aksiyal Duvar İkili Karşılaştırma İstatistiksel Anlamlılık Verileri

Gruplar		*p* (Aksiyal Sızıntı)
G 4 (GHPF)	**G K (Kontrol)**	<0,001
G 4 (GHPF)	**G 1 (GHK)**	<0,001
G 4 (GHPF)	**G 2 (GHAK)**	<0,001
G 4 (GHPF)	**G 3 (GHCF)**	**0,406**
G 4 (GHPF)	**G 5 (GHI)**	<0,001
G 4 (GHPF)	**G 6 (GOK)**	<0,001
G 4 (GHPF)	**G 7 (GOAK)**	<0,001
G 4 (GHPF)	**G 8 (GOCF)**	**0,004**
G 4 (GHPF)	**G 9 (GOPF)**	**0,034**
G 4 (GHPF)	**G 10 (GOI)**	<0,001

Şekil 4.16: Grup 4 Aksiyal Duvar Mikrosızıntı Görüntüsü (Stereomikroskop 30X)

GHI **-** Grup 5 (Akışkan Kompozit ve İndirekt Yöntem ile Horizontal Tabakalama Tekniği) (8,39±0,52 mm^2) ile diğer deney gruplarının mikrosızıntı değerleri karşılaştırıldığında, Kontrol Grubu, Grup 1, Grup 2, Grup 6 ve Grup 7'den istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha düşük mikrosızıntı değerleri gösterirken; Grup 3, Grup 4, Grup 8 ve Grup 9'dan istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha fazla mikrosızıntı göstermiştir. Grup 10 ile Grup 5 arasında istatistiksel olarak herhangi bir anlamlılık saptanmamıştır.

Tablo 4.36: Grup 5 Aksiyal Duvar İkili Karşılaştırma İstatistiksel Anlamlılık Verileri

Gruplar		***p* (Aksiyal Sızıntı)**
G 5 (GHI)	**G K (Kontrol)**	<0,001
G 5 (GHI)	**G 1 (GHK)**	<0,001
G 5 (GHI)	**G 2 (GHAK)**	<0,001
G 5 (GHI)	**G 3 (GHCF)**	<0,001
G 5 (GHI)	**G 4 (GHPF)**	<0,001
G 5 (GHI)	**G 6 (GOK)**	<0,001
G 5 (GHI)	**G 7 (GOAK)**	<0,001
G 5 (GHI)	**G 8 (GOCF)**	<0,001
G 5 (GHI)	**G 9 (GOPF)**	<0,001
G 5 (GHI)	**G 10 (GOI)**	**0,545**

Şekil 4.17: Grup 5 Aksiyal Duvar Mikrosızıntı Görüntüsü (Stereomikroskop 30X)

GOK - Grup 6 (Standart Oblik Tabakalama Tekniği) (11,18±0,87 mm^2) ile diğer deney gruplarının mikrosızıntı değerleri karşılaştırıldığında; Kontrol Grubundan istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha düşük; Grup 3, Grup 4, Grup 5, Grup 8, Grup 9 ve Grup 10'dan istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha yüksek mikrosızıntı değerleri göstermiştir. Grup 1, Grup 2 ve Grup 7 ile Grup 6 arasında istatistiksel olarak herhangi bir anlamlılık saptanmamıştır.

Tablo 4.37: Grup 6 Aksiyal Duvar İkili Karşılaştırma İstatistiksel Anlamlılık Verileri

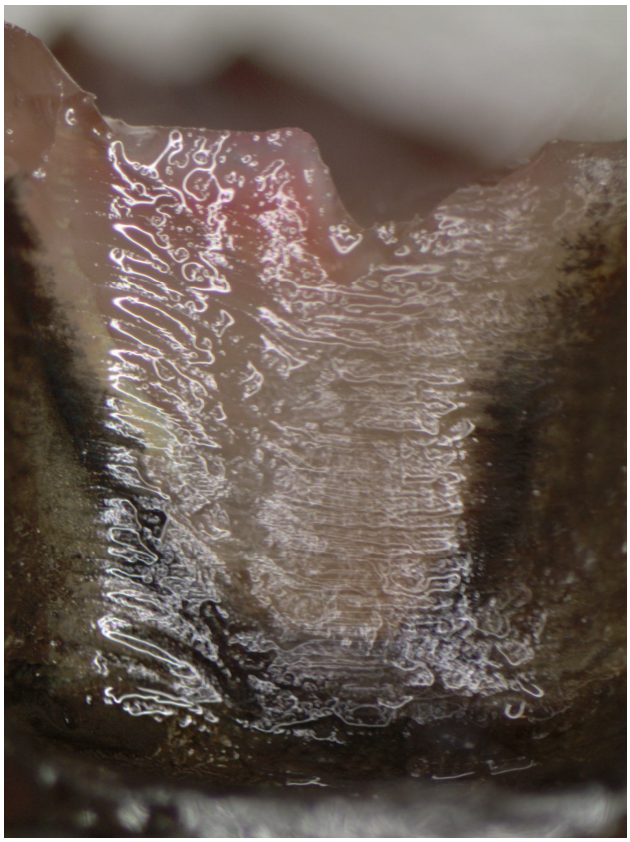
Gruplar		*p* (Aksiyal Sızıntı)
G 6 (GOK)	**G K (Kontrol)**	<0,001
G 6 (GOK)	**G 1 (GHK)**	**0,174**
G 6 (GOK)	**G 2 (GHAK)**	**0,082**
G 6 (GOK)	**G 3 (GHCF)**	<0,001
G 6 (GOK)	**G 4 (GHPF)**	<0,001
G 6 (GOK)	**G 5 (GHI)**	<0,001
G 6 (GOK)	**G 7 (GOAK)**	**0,082**
G 6 (GOK)	**G 8 (GOCF)**	<0,001
G 6 (GOK)	**G K (Kontrol)**	<0,001
G 6 (GOK)	**G 1 (GHK)**	<0,001

Şekil 4.18: Grup 6 Aksiyal Duvar Mikrosızıntı Görüntüsü (Stereomikroskop 30X)

GOAK - Grup 7 (Akışkan Kompozit ile Oblik Tabakalama Tekniği) (10,45±0,64 mm^2) ile diğer deney gruplarının mikrosızıntı değerleri karşılaştırıldığında; Kontrol Grubundan istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha düşük; Grup 3, Grup 4, Grup5, Grup 8, Grup 9 ve Grup 10'dan istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha yüksek mikrosızıntı değerleri göstermiştir. Grup 1, Grup 2 ve Grup 6 ile Grup 7 arasında istatistiksel olarak herhangi bir anlamlılık saptanmamıştır.

Tablo 4.38: Grup 7 Aksiyal Duvar İkili Karşılaştırma İstatistiksel Anlamlılık Verileri

Gruplar		***p* (Aksiyal Sızıntı)**
G 7 (GOAK)	**G K (Kontrol)**	<0,001
G 7 (GOAK)	**G 1 (GHK)**	**0,002**
G 7 (GOAK)	**G 2 (GHAK)**	**0,880**
G 7 (GOAK)	**G 3 (GHCF)**	<0,001
G 7 (GOAK)	**G 4 (GHPF)**	<0,001
G 7 (GOAK)	**G 5 (GHI)**	<0,001
G 7 (GOAK)	**G 6 (GOK)**	**0,082**
G 7 (GOAK)	**G 8 (GOCF)**	<0,001
G 7 (GOAK)	**G 9 (GOPF)**	<0,001
G 7 (GOAK)	**G 10 (GOI)**	<0,001

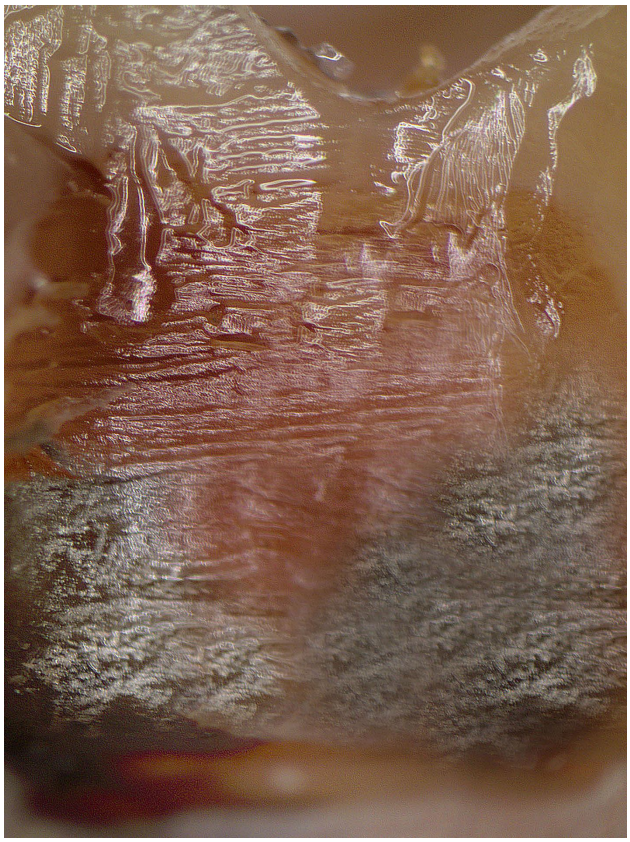


Şekil 4.19: Grup 7 Aksiyal Duvar Mikrosızıntı Görüntüsü (Stereomikroskop 30X)

GOCF - Grup 8 (Akışkan Kompozit ile Cam Fiber Ağ Örgü ile Oblik Tabakalama Tekniği) (5,63±0,36) ile diğer deney gruplarının mikrosızıntı değerleri karşılaştırıldığında; Kontrol Grubu, Grup 1, Grup 2, Grup 5, Grup 6, Grup7 ve Grup 10'dan istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha düşük mikrosızıntı değerleri göstermiştir. Grup 3, Grup 4 ve Grup 9 ile Grup 8 arasında istatistiksel olarak herhangi bir anlamlılık saptanmamıştır.

Tablo 4.39: Grup 8 Aksiyal Duvar İkili Karşılaştırma İstatistiksel Anlamlılık Verileri

Gruplar		***p* (Aksiyal Sızıntı)**
G 8 (GOCF)	**G K (Kontrol)**	<0,001
G 8 (GOCF)	**G 1 (GHK)**	<0,001
G 8 (GOCF)	**G 2 (GHAK)**	<0,001
G 8 (GOCF)	**G 3 (GHCF)**	**0,019**
G 8 (GOCF)	**G 4 (GHPF)**	**0,004**
G 8 (GOCF)	**G 5 (GHI)**	<0,001
G 8 (GOCF)	**G 6 (GOK)**	<0,001
G 8 (GOCF)	**G 7 (GOAK)**	<0,001
G 8 (GOCF)	**G 9 (GOPF)**	**0,257**
G 8 (GOCF)	**G 10 (GOI)**	<0,001



Şekil 4.20: Grup 8 Aksiyal Duvar Mikrosızıntı Görüntüsü (Stereomikroskop 30X)

GOPF - Grup 9 (Akışkan Kompozit ve Polietilen Fiber Ağ Örgü ile Oblik Tabakalama Tekniği) (5,81±0,26 mm^2) ile diğer deney gruplarının mikrosızıntı değerleri karşılaştırıldığında; Kontrol Grubu, Grup 1, Grup 2, Grup 5, Grup 6, Grup7 ve Grup 10'dan istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha düşük mikrosızıntı değerleri göstermiştir. Grup 3, Grup 4 ve Grup 8 ile Grup 9 arasında istatistiksel olarak herhangi bir anlamlılık saptanmamıştır.

Tablo 4.40: Grup 9 Aksiyal Duvar İkili Karşılaştırma İstatistiksel Anlamlılık Verileri

Gruplar		*p* (Aksiyal Sızıntı)
G 9 (GOPF)	**G K (Kontrol)**	<0,001
G 9 (GOPF)	**G 1 (GHK)**	<0,001
G 9 (GOPF)	**G 2 (GHAK)**	<0,001
G 9 (GOPF)	**G 3 (GHCF)**	**0,174**
G 9 (GOPF)	**G 4 (GHPF)**	**0,034**
G 9 (GOPF)	**G 5 (GHI)**	<0,001
G 9 (GOPF)	**G 6 (GOK)**	<0,001
G 9 (GOPF)	**G 7 (GOAK)**	<0,001
G 9 (GOPF)	**G 8 (GOCF)**	**0,257**
G 9 (GOPF)	**G 10 (GOI)**	<0,001

Şekil 4.21: Grup 9 Aksiyal Duvar Mikrosızıntı Görüntüsü (Stereomikroskop 30X)

GOI - Grup 10 (Akışkan Kompozit ve İndirekt Yöntem ile Oblik Tabakalama Tekniği) (8,27±0,54 mm^2) ile diğer deney gruplarının mikrosızıntı değerleri karşılaştırıldığında; Kontrol Grubu, Grup 1, Grup 2, Grup 6 ve Grup 7'den istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha düşük; Grup 3, Grup 4, Grup 8 ve Grup 9'dan istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha yüksek mikrosızıntı değerleri göstermiştir. Grup 5 ile Grup 10 arasında istatistiksel olarak herhangi bir anlamlılık saptanmamıştır.

Tablo 4.41: Grup 10 Aksiyal Duvar İkili Karşılaştırma İstatistiksel Anlamlılık Verileri

Gruplar		*p* (Aksiyal Sızıntı)
G 10 (GOI)	**G K (Kontrol)**	<0,001
G 10 (GOI)	**G 1 (GHK)**	<0,001
G 10 (GOI)	**G 2 (GHAK)**	<0,001
G 10 (GOI)	**G 3 (GHCF)**	<0,001
G 10 (GOI)	**G 4 (GHPF)**	<0,001
G 10 (GOI)	**G 5 (GHI)**	**0,545**
G 10 (GOI)	**G 6 (GOK)**	<0,001
G 10 (GOI)	**G 7 (GOAK)**	<0,001
G 10 (GOI)	**G 8 (GOCF)**	<0,001
G 10 (GOI)	**G 9 (GOPF)**	<0,001

Şekil 4.22: Grup 10 Aksiyal Duvar Mikrosızıntı Görüntüsü (Stereomikroskop 30X)

Tablo 4.42: Aksiyal Duvar Gruplar Arası Anlamlılık Tablosu

	G K	***G 1***	***G 2***	***G 3***	***G 4***	***G 5***	***G 6***	***G 7***	***G 8***	***G 9***	***G 10***
G K		S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
G 1	S		S	S	S	S	NS	NS	S	S	S
G 2	S	S		S	S	S	NS	NS	S	S	S
G 3	S	S	S		NS	S	S	S	NS	NS	S
G 4	S	S	S	NS		S	S	S	NS	NS	S
G 5	S	S	S	S	S		S	S	S	S	NS
G 6	S	NS	NS	S	S	S		NS	S	S	S
G 7	S	NS	NS	S	S	S	NS		S	S	S
G 8	S	S	S	NS	NS	S	S	S		NS	S
G 9	S	S	S	NS	NS	S	S	S	NS		S
G 10	S	S	S	S	S	NS	S	S	S	S	

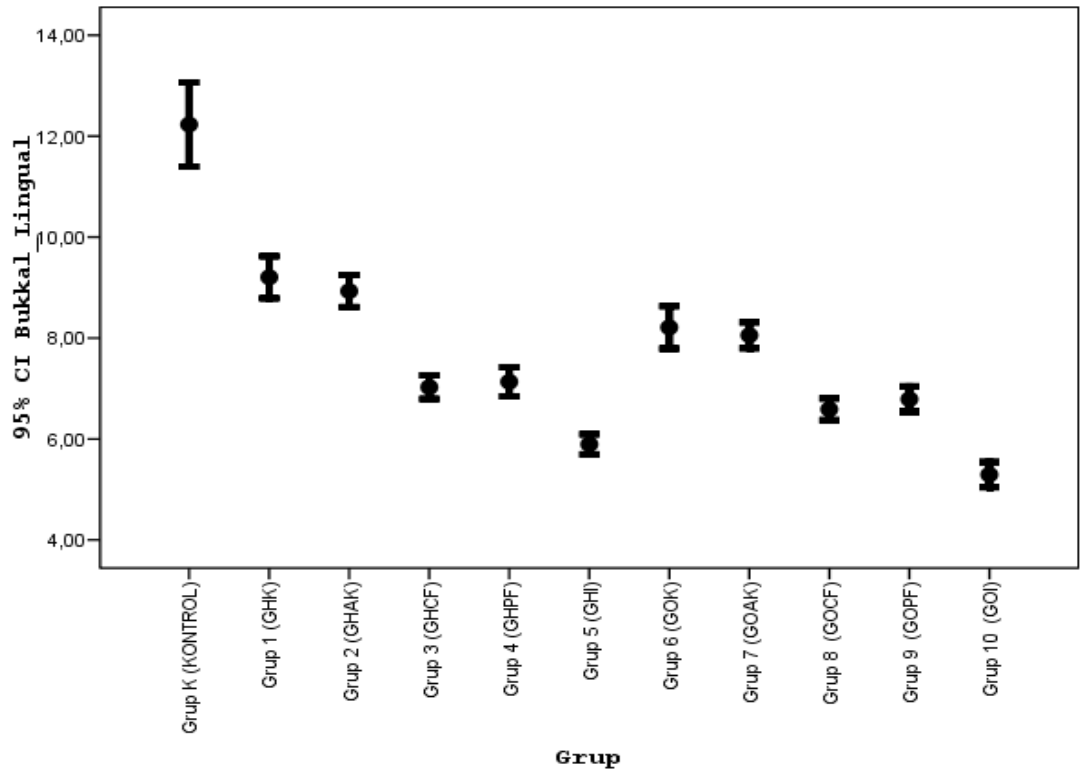
Tablo 4.43: Aksiyal Duvar Mikrosızıntı Değerleri Sıralaması

G K > G 1 ≥ G 6 ≥ G 2 ≥ G 7 > G 5 ≥ G 10 > G 4 ≥ G 3 ≥ G 9 ≥ G 8

4.4. Restorasyonların Proksimal Duvarlarında Oluşan Mikrosızıntı Bulguları

Restorasyonların proksimal duvarlarında oluşan mikrosızıntı değerleri incelendiğinde en fazla mikrosızıntı "Tek Tabaka Uygulama Tekniği" ile restorasyonların tamamlandığı Kontrol Grubu'nda (15,36±0,99 mm^2) saptanmıştır. En düşük mikrosızıntı değerleri ise "Akışkan Kompozit ve Cam Fiber Ağ Örgü ile Oblik Tabakalama Tekniği" uygulanan örneklerde (Grup 8) (5,63±0,36 mm^2) saptanmıştır.

Tablo 4.44: Restorasyonların Proksimal Duvarlarında Oluşan Min - Ortalama - Maks Mikrosızıntı Bulguları (Box-Plot İstatistiksel Analiz)



Restorasyonların proksimal duvarlarında oluşan mikrosızıntı değerleri incelendiğinde kontrol grupları ile deney grupları arasında istatistiksel olarak ileri düzeyde anlamlı fark bulunmaktadır (p<0,001). Farklılığa neden olan grupların tespiti için yapılan ikili karşılaştırmalar Tablo 4.45, Tablo 4.46, Tablo 4.47, Tablo 4.48, Tablo 4.49, Tablo 4.50, Tablo 4.51, Tablo 4.52, Tablo 4.53, Tablo 4.54 ve Tablo 4.55'de görülmektedir.

GK **-** Kontrol Grubu (Tek Tabaka Uygulama Tekniği) diğer tüm deney gruplarından istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha fazla mikrosızıntı değeri (12,23±1,16 mm^2) göstermiştir.

Tablo 4.45: Grup K Proksimal Duvar İkili Karşılaştırma İstatistiksel Anlamlılık Verileri

Gruplar		*p* (Proksimal Sızıntı)
G K (Kontrol)	**G 1 (GHK)**	<0,001
G K (Kontrol)	**G 2 (GHAK)**	<0,001
G K (Kontrol)	**G 3 (GHCF)**	<0,001
G K (Kontrol)	**G 4 (GHPF)**	<0,001
G K (Kontrol)	**G 5 (GHI)**	<0,001
G K (Kontrol)	**G 6 (GOK)**	<0,001
G K (Kontrol)	**G 7 (GOAK)**	<0,001
G K (Kontrol)	**G 8 (GOCF)**	<0,001
G K (Kontrol)	**G 9 (GOPF)**	<0,001
G K (Kontrol)	**G 10 (GOI)**	<0,001

Şekil 4.23: Kontrol Grubu Proksimal Duvar Mikrosızıntı Görüntüsü (Stereomikroskop 30X)

GHK - Grup 1 (Standart Horizontal Tabakalama Tekniği) (9,21±0,58 mm^2) ile diğer deney gruplarının mikrosızıntı değerleri karşılaştırıldığında, Kontrol Grubu'ndan istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha düşük mikrosızıntı değerleri gösterirken; Grup 2 ve Grup 6 dışındaki diğer gruplardan istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha fazla mikrosızıntı değeri göstermiştir.

Tablo 4.46: Grup 1 Proksimal Duvar İkili Karşılaştırma İstatistiksel Anlamlılık Verileri

Gruplar		*p* (Proksimal Sızıntı)
G 1 (GHK)	**G K (Kontrol)**	<0,001
G 1 (GHK)	**G 2 (GHAK)**	**0,257**
G 1 (GHK)	**G 3 (GHCF)**	<0,001
G 1 (GHK)	**G 4 (GHPF)**	<0,001
G 1 (GHK)	**G 5 (GHI)**	<0,001
G 1 (GHK)	**G 6 (GOK)**	**0,003**
G 1 (GHK)	**G 7 (GOAK)**	<0,001
G 1 (GHK)	**G 8 (GOCF)**	<0,001
G 1 (GHK)	**G 9 (GOPF)**	<0,001
G 1 (GHK)	**G 10 (GOI)**	<0,001

Şekil 4.24: Grup 1 Proksimal Duvar Mikrosızıntı Görüntüsü (Stereomikroskop 30X)

GHAK **-** Grup 2 (Akışkan Kompozit ile Horizontal Tabakalama Tekniği) (8,93±0,45 mm^2) ile diğer deney gruplarının mikrosızıntı değerleri karşılaştırıldığında, Kontrol Grubundan istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha düşük mikrosızıntı değerleri gösterirken; Grup 3, Grup 4, Grup 5, Grup 8, Grup 9 ve Grup 10'dan istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha fazla mikrosızıntı göstermiştir. Grup 1, Grup 6 ve Grup 7 ile Grup 2 arasında istatistiksel olarak herhangi bir anlamlılık saptanmamıştır.

Tablo 4.47: Grup 2 Proksimal Duvar İkili Karşılaştırma İstatistiksel Anlamlılık Verileri

Gruplar		***p* (Proksimal Sızıntı)**
G 2 (GHAK)	**G K (Kontrol)**	<0,001
G 2 (GHAK)	**G 1 (GHK)**	**0,257**
G 2 (GHAK)	**G 3 (GHCF)**	<0,001
G 2 (GHAK)	**G 4 (GHPF)**	<0,001
G 2 (GHAK)	**G 5 (GHI)**	<0,001
G 2 (GHAK)	**G 6 (GOK)**	**0,008**
G 2 (GHAK)	**G 7 (GOAK)**	**0,001**
G 2 (GHAK)	**G 8 (GOCF)**	<0,001
G 2 (GHAK)	**G 9 (GOPF)**	<0,001
G 2 (GHAK)	**G 10 (GOI)**	<0,001

Şekil 4.25: Grup 2 Proksimal Duvar Mikrosızıntı Görüntüsü (Stereomikroskop 30X)

GHCF - Grup 3 (Akışkan Kompozit ve Cam Fiber Ağ Örgü ile Horizontal Tabakalama Tekniği) (7,03±0,33 mm^2) ile diğer deney gruplarının mikrosızıntı değerleri karşılaştırıldığında; Kontrol Grubu, Grup 1, Grup 2, Grup 6 ve Grup 7'den istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha düşük; Grup 5 ve Grup 10'dan istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha yüksek mikrosızıntı değerleri göstermiştir. Grup 4, Grup 8 ve Grup 9 ile Grup 3 arasında istatistiksel olarak herhangi bir anlamlılık saptanmamıştır.

Tablo 4.48: Grup 3 Proksimal Duvar İkili Karşılaştırma İstatistiksel Anlamlılık Verileri

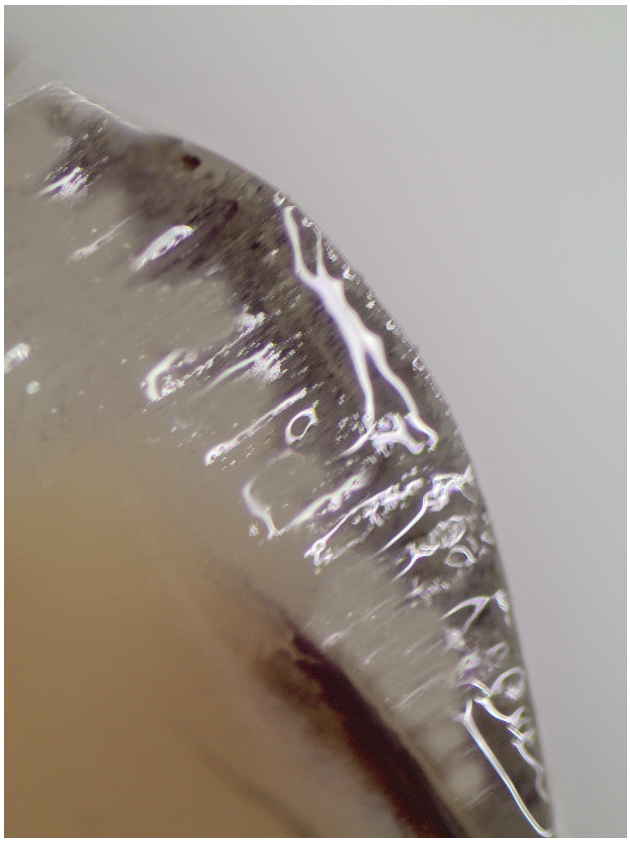
Gruplar		*p* (Proksimal Sızıntı)
G 3 (GHCF)	**G K (Kontrol)**	<0,001
G 3 (GHCF)	**G 1 (GHK)**	<0,001
G 3 (GHCF)	**G 2 (GHAK)**	<0,001
G 3 (GHCF)	**G 4 (GHPF)**	**0,450**
G 3 (GHCF)	**G 5 (GHI)**	<0,001
G 3 (GHCF)	**G 6 (GOK)**	<0,001
G 3 (GHCF)	**G 7 (GOAK)**	<0,001
G 3 (GHCF)	**G 8 (GOCF)**	**0,010**
G 3 (GHCF)	**G 9 (GOPF)**	**0,226**
G 3 (GHCF)	**G 10 (GOI)**	<0,001

Şekil 4.26: Grup 3 Proksimal Duvar Mikrosızıntı Görüntüsü (Stereomikroskop 30X)

GHPF - Grup 4 (Akışkan Kompozit ve Polietilen Fiber Ağ Örgü ile Horizontal Tabakalama Tekniği) (7,13±0,40 mm^2) ile diğer deney gruplarının mikrosızıntı değerleri karşılaştırıldığında; Kontrol Grubu, Grup 1, Grup 2, Grup 6 ve Grup 7'den istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha düşük; Grup 5 ve Grup 10'dan istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha yüksek mikrosızıntı değerleri göstermiştir. Grup 3, Grup 8 ve Grup 9 ile Grup 4 arasında istatistiksel olarak herhangi bir anlamlılık saptanmamıştır.

Tablo 4.49: Grup 4 Proksimal Duvar İkili Karşılaştırma İstatistiksel Anlamlılık Verileri

Gruplar		*p* (Proksimal Sızıntı)
G 4 (GHPF)	**G K (Kontrol)**	<0,001
G 4 (GHPF)	**G 1 (GHK)**	<0,001
G 4 (GHPF)	**G 2 (GHAK)**	<0,001
G 4 (GHPF)	**G 3 (GHCF)**	**0,450**
G 4 (GHPF)	**G 5 (GHI)**	<0,001
G 4 (GHPF)	**G 6 (GOK)**	<0,001
G 4 (GHPF)	**G 7 (GOAK)**	<0,001
G 4 (GHPF)	**G 8 (GOCF)**	**0,008**
G 4 (GHPF)	**G 9 (GOPF)**	**0,082**
G 4 (GHPF)	**G 10 (GOI)**	<0,001

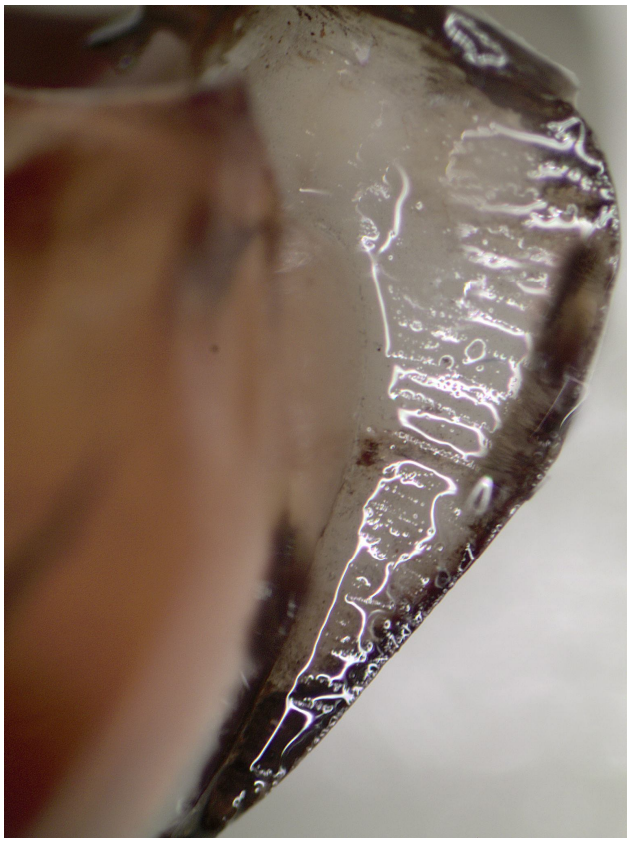


Şekil 4.27: Grup 4 Proksimal Duvar Mikrosızıntı Görüntüsü (Stereomikroskop 30X)

GHI **-** Grup 5 (Akışkan Kompozit ve İndirekt Yöntem ile Horizontal Tabakalama Tekniği) (5,89±0,28 mm^2) ile diğer deney gruplarının mikrosızıntı değerleri karşılaştırıldığında, Kontrol Grubu, Grup 1, Grup 2, Grup 3, Grup 4, Grup 6, Grup 7, Grup 8 ve Grup 9'dAn istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha düşük mikrosızıntı değerleri göstermiştir. Grup 10 ile Grup 5 arasında istatistiksel olarak herhangi bir anlamlılık saptanmamıştır.

Tablo 4.50: Grup 5 Proksimal Duvar İkili Karşılaştırma İstatistiksel Anlamlılık Verileri

Gruplar		***p* (Proksimal Sızıntı)**
G 5 (GHI)	**G K (Kontrol)**	<0,001
G 5 (GHI)	**G 1 (GHK)**	<0,001
G 5 (GHI)	**G 2 (GHAK)**	<0,001
G 5 (GHI)	**G 3 (GHCF)**	<0,001
G 5 (GHI)	**G 4 (GHPF)**	<0,001
G 5 (GHI)	**G 6 (GOK)**	<0,001
G 5 (GHI)	**G 7 (GOAK)**	<0,001
G 5 (GHI)	**G 8 (GOCF)**	<0,001
G 5 (GHI)	**G 9 (GOPF)**	<0,001
G 5 (GHI)	**G 10 (GOI)**	**0,002**

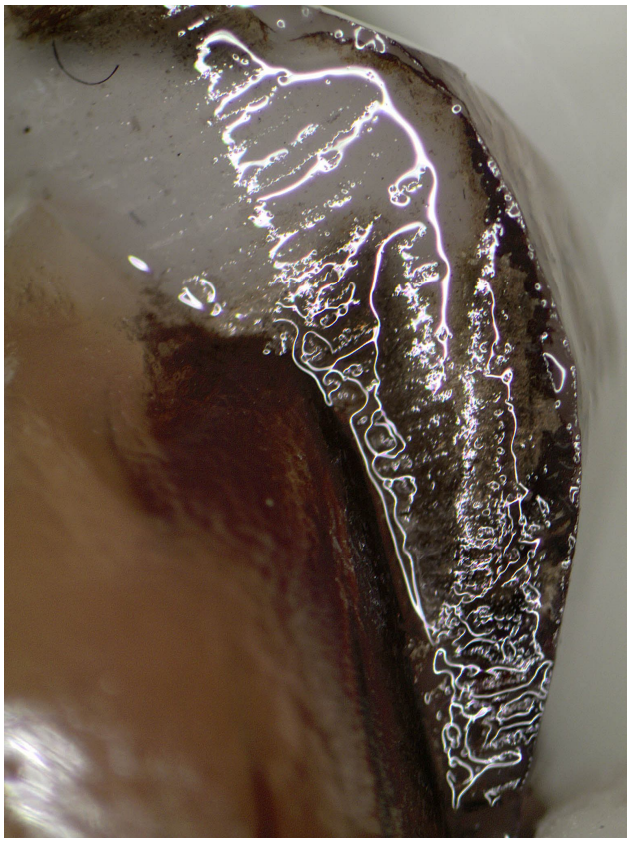


Şekil 4.28: Grup 5 Proksimal Duvar Mikrosızıntı Görüntüsü (Stereomikroskop 30X)

GOK - Grup 6 (Standart Oblik Tabakalama Tekniği) (8,21±0,59 mm^2) ile diğer deney gruplarının mikrosızıntı değerleri karşılaştırıldığında; Kontrol Grubundan istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha düşük; Grup 3, Grup 4, Grup 5, Grup 8, Grup 9 ve Grup 10'dan istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha yüksek mikrosızıntı değerleri göstermiştir. Grup 1, Grup 2 ve Grup 7 ile Grup 6 arasında istatistiksel olarak herhangi bir anlamlılık saptanmamıştır.

Tablo 4.51: Grup 6 Proksimal Duvar İkili Karşılaştırma İstatistiksel Anlamlılık Verileri

Gruplar		*p* (Proksimal Sızıntı)
G 6 (GOK)	**G K (Kontrol)**	<0,001
G 6 (GOK)	**G 1 (GHK)**	**0,003**
G 6 (GOK)	**G 2 (GHAK)**	**0,008**
G 6 (GOK)	**G 3 (GHCF)**	<0,001
G 6 (GOK)	**G 4 (GHPF)**	<0,001
G 6 (GOK)	**G 5 (GHI)**	<0,001
G 6 (GOK)	**G 7 (GOAK)**	**1,000**
G 6 (GOK)	**G 8 (GOCF)**	<0,001
G 6 (GOK)	**G 9 (GOPF)**	<0,001
G 6 (GOK)	**G 10 (GOI)**	<0,001

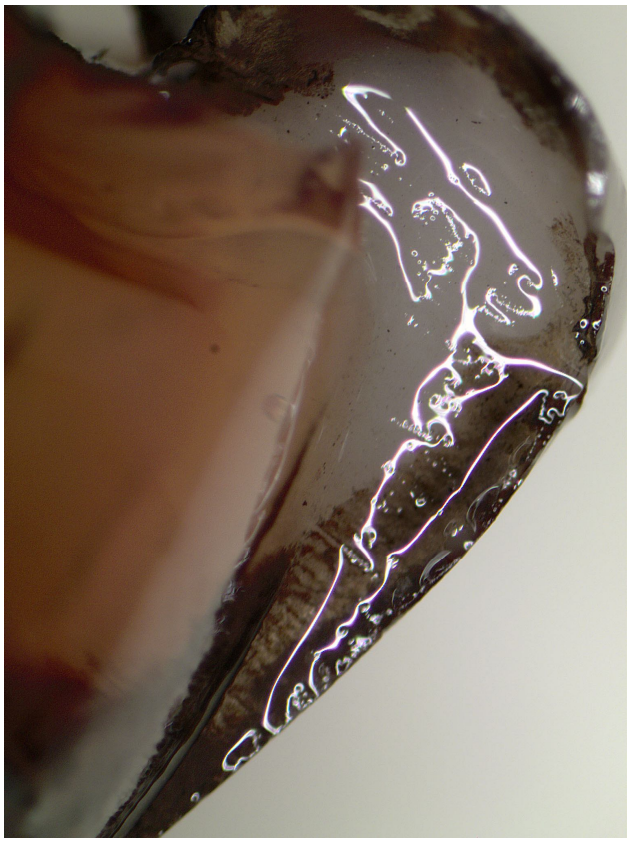


Şekil 4.29: Grup 6 Proksimal Duvar Mikrosızıntı Görüntüsü (Stereomikroskop 30X)

GOAK - Grup 7 (Akışkan Kompozit ile Oblik Tabakalama Tekniği) (8,06±0,36 mm^2) ile diğer deney gruplarının mikrosızıntı değerleri karşılaştırıldığında; Kontrol Grubu ve Grup 1'den istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha düşük; Grup 3, Grup 4, Grup5, Grup 8, Grup 9 ve Grup 10'dan istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha yüksek mikrosızıntı değerleri göstermiştir. Grup 2 ve Grup 6 ile Grup 7 arasında istatistiksel olarak herhangi bir anlamlılık saptanmamıştır.

Tablo 4.52: Grup 7 Proksimal Duvar İkili Karşılaştırma İstatistiksel Anlamlılık Verileri

Gruplar		***p* (Proksimal Sızıntı)**
G 7 (GOAK)	**G K (Kontrol)**	<0,001
G 7 (GOAK)	**G 1 (GHK)**	<0,001
G 7 (GOAK)	**G 2 (GHAK)**	**0,001**
G 7 (GOAK)	**G 3 (GHCF)**	<0,001
G 7 (GOAK)	**G 4 (GHPF)**	<0,001
G 7 (GOAK)	**G 5 (GHI)**	<0,001
G 7 (GOAK)	**G 6 (GOK)**	**1,000**
G 7 (GOAK)	**G 8 (GOCF)**	<0,001
G 7 (GOAK)	**G 9 (GOPF)**	<0,001
G 7 (GOAK)	**G 10 (GOI)**	<0,001



Şekil 4.30: Grup 7 Proksimal Duvar Mikrosızıntı Görüntüsü (Stereomikroskop 30X)

GOCF - Grup 8 (Akışkan Kompozit ile Cam Fiber Ağ Örgü ile Oblik Tabakalama Tekniği) (6,59±0,30 mm^2) ile diğer deney gruplarının mikrosızıntı değerleri karşılaştırıldığında; Kontrol Grubu, Grup 1, Grup 2, Grup 6 ve Grup7'den istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha düşük; Grup 5 ve Grup 10'dan daha yüksek mikrosızıntı değerleri göstermiştir. Grup 3, Grup 4 ve Grup 9 ile Grup 8 arasında istatistiksel olarak herhangi bir anlamlılık saptanmamıştır.

Tablo 4.53: Grup 8 Proksimal Duvar İkili Karşılaştırma İstatistiksel Anlamlılık Verileri

Gruplar		*p* (Proksimal Sızıntı)
G 8 (GOCF)	**G K (Kontrol)**	<0,001
G 8 (GOCF)	**G 1 (GHK)**	<0,001
G 8 (GOCF)	**G 2 (GHAK)**	<0,001
G 8 (GOCF)	**G 3 (GHCF)**	**0,010**
G 8 (GOCF)	**G 4 (GHPF)**	**0,008**
G 8 (GOCF)	**G 5 (GHI)**	<0,001
G 8 (GOCF)	**G 6 (GOK)**	<0,001
G 8 (GOCF)	**G 7 (GOAK)**	<0,001
G 8 (GOCF)	**G 9 (GOPF)**	**0,054**
G 8 (GOCF)	**G 10 (GOI)**	<0,001

Şekil 4.31: Grup 8 Proksimal Duvar Mikrosızıntı Görüntüsü (Stereomikroskop 30X)

GOPF - Grup 9 (Akışkan Kompozit ve Polietilen Fiber Ağ Örgü ile Oblik Tabakalama Tekniği) (6,79±0,35 mm^2) ile diğer deney gruplarının mikrosızıntı değerleri karşılaştırıldığında; Kontrol Grubu, Grup 1, Grup 2, Grup 6 ve Grup7'den istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha düşük; Grup 5 ve Grup 10'dan daha yüksek mikrosızıntı değerleri göstermiştir. Grup 3, Grup 4 ve Grup 8 ile Grup 9 arasında istatistiksel olarak herhangi bir anlamlılık saptanmamıştır.

Tablo 4.54: Grup 9 Proksimal Duvar İkili Karşılaştırma İstatistiksel Anlamlılık Verileri

Gruplar		*p* (Proksimal Sızıntı)
G 9 (GOPF)	**G K (Kontrol)**	<0,001
G 9 (GOPF)	**G 1 (GHK)**	<0,001
G 9 (GOPF)	**G 2 (GHAK)**	<0,001
G 9 (GOPF)	**G 3 (GHCF)**	**0,226**
G 9 (GOPF)	**G 4 (GHPF)**	**0,082**
G 9 (GOPF)	**G 5 (GHI)**	<0,001
G 9 (GOPF)	**G 6 (GOK)**	<0,001
G 9 (GOPF)	**G 7 (GOAK)**	<0,001
G 9 (GOPF)	**G 8 (GOCF)**	**0,054**
G 9 (GOPF)	**G 10 (GOI)**	<0,001

Şekil 4.32: Grup 9 Proksimal Duvar Mikrosızıntı Görüntüsü (Stereomikroskop 30X)

GOI - Grup 10 (Akışkan Kompozit ve İndirekt Yöntem ile Oblik Tabakalama Tekniği) (5,29±0,35 mm^2) ile diğer deney gruplarının mikrosızıntı değerleri karşılaştırıldığında, Kontrol Grubu, Grup 1, Grup 2, Grup 3, Grup 4, Grup 6, Grup 7, Grup 8 ve Grup 9'dan istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha düşük mikrosızıntı değerleri göstermiştir. Grup 5 ile Grup 10 arasında istatistiksel olarak herhangi bir anlamlılık saptanmamıştır.

Tablo 4.55: Grup 10 Proksimal Duvar İkili Karşılaştırma İstatistiksel Anlamlılık Verileri

Gruplar		*p* (Proksimal Sızıntı)
G 10 (GOI)	**G K (Kontrol)**	<0,001
G 10 (GOI)	**G 1 (GHK)**	<0,001
G 10 (GOI)	**G 2 (GHAK)**	<0,001
G 10 (GOI)	**G 3 (GHCF)**	<0,001
G 10 (GOI)	**G 4 (GHPF)**	<0,001
G 10 (GOI)	**G 5 (GHI)**	**0,002**
G 10 (GOI)	**G 6 (GOK)**	<0,001
G 10 (GOI)	**G 7 (GOAK)**	<0,001
G 10 (GOI)	**G 8 (GOCF)**	<0,001
G 10 (GOI)	**G 9 (GOPF)**	<0,001

Şekil 4.33: Grup 10 Proksimal Duvar Mikrosızıntı Görüntüsü (Stereomikroskop 30X)

Tablo 4.56: Proksimal Duvar Gruplar Arası Anlamlılık Tablosu

	G K	***G 1***	***G 2***	***G 3***	***G 4***	***G 5***	***G 6***	***G 7***	***G 8***	***G 9***	***G 10***
G K		S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
G 1	S		NS	S	S	S	NS	S	S	S	S
G 2	S	NS		S	S	S	NS	NS	S	S	S
G 3	S	S	S		NS	S	S	S	NS	NS	S
G 4	S	S	S	NS		S	S	S	NS	NS	S
G 5	S	S	S	S	S		S	S	S	S	NS
G 6	S	NS	NS	S	S	S		NS	S	S	S
G 7	S	S	NS	S	S	S	NS		S	S	S
G 8	S	S	S	NS	NS	S	S	S		NS	S
G 9	S	S	S	NS	NS	S	S	S	NS		S
G 10	S	S	S	S	S	NS	S	S	S	S	

Tablo 4.57: Proksimal Duvar Mikrosızıntı Değerleri Sıralaması

G K > G 1 ≥ G 2 ≥ G 6 ≥ G 7 > G 4 ≥ G 3 ≥ G 9 ≥ G 8 > G5 ≥ G 10

4.5. Deney Grupları İçerisinde İncelenen Duvarların Mikrosızıntı Bulgularının Karşılaştırılması

GK - Kontrol Grubu : Kontrol grubunda gingival, aksiyal, proksimal ve tüm duvarlara ait ortalama, minimum ve maksimum mikrosızıntı değerleri Tablo 4.58'de gösterilmektedir. Diş yüzeylerinde mikrosızıntı değerleri incelendiğinde gingival duvarın %96,625'inde (7,73 mm^2) mikrosızıntı değeri saptanırken; aksiyal duvarda %76,8 (15,36 mm^2) oranında, proksimal duvarda ise %61,15 (12,23 mm^2) oranında mikrosızıntı tespit edilmiştir.

Tablo 4.58: Kontrol Grubu Sızıntı Değerleri İstatistiksel Analizi

	n	Minimum	Maksimum	Ortanca	Ortalama	SD	%Ortalama
Gingival	10	7,60	7,91	7,71	7,73	0,12	96,625
Aksiyal	10	13,99	16,67	15,55	15,36	0,99	76,800
Proksimal	10	10,95	14,30	11,99	12,23	1,16	61,150
Toplam	10	32,80	38,68	34,94	35,32	1,58	

(% olarak gösterilen değerler, o duvarda oluşan sızıntı alanının, duvarın toplam alanına oranıdır)

GHK - Grup 1 : Grup 1'de gingival, aksiyal, proksimal ve tüm duvarlara ait ortalama, minimum ve maksimum mikrosızıntı değerleri Tablo 4.59'da gösterilmektedir. Diş yüzeylerinde mikrosızıntı değerleri incelendiğinde gingival duvarın %87,25'inde (6,98 mm^2) mikrosızıntı değeri saptanırken; aksiyal duvarda %58,65 (11,73 mm^2) oranında, proksimal duvarda ise %46,05 (9,21 mm^2) oranında mikrosızıntı tespit edilmiştir.

Tablo 4.59: Grup 1 Sızıntı Değerleri İstatistiksel Analizi

	n	Minimum	Maksimum	Ortanca	Ortalama	SD	%Ortalama
Gingival	10	6,65	7,24	7,06	6,98	0,22	87,250
Aksiyal	10	10,68	12,72	11,78	11,73	0,69	58,650
Proksimal	10	8,27	10,17	9,13	9,21	0,58	46,050
Toplam	10	26,28	29,54	28,09	27,91	0,89	

(% olarak gösterilen değerler, o duvarda oluşan sızıntı alanının, duvarın toplam alanına oranıdır)

GHAK - Grup 2 : Grup 2'de gingival, aksiyal, proksimal ve tüm duvarlara ait ortalama, minimum ve maksimum mikrosızıntı değerleri Tablo 4.60'da gösterilmektedir. Diş yüzeylerinde mikrosızıntı değerleri incelendiğinde gingival duvarın %69,75'inde (5,58 mm^2) mikrosızıntı değeri saptanırken; aksiyal duvarda %52,35 (10,47 mm^2) oranında, proksimal duvarda ise %44,65 (8,93 mm^2) oranında mikrosızıntı tespit edilmiştir.

Tablo 4.60: Grup 2 Sızıntı Değerleri İstatistiksel Analizi

	n	Minimum	Maksimum	Ortanca	Ortalama	SD	%Ortalama
Gingival	10	4,73	6,42	5,73	5,58	0,60	69,750
Aksiyal	10	9,66	11,21	10,46	10,47	0,57	52,350
Proksimal	10	8,08	9,48	9,00	8,93	0,45	44,650
Toplam	10	23,89	26,40	24,78	24,98	0,69	

(% olarak gösterilen değerler, o duvarda oluşan sızıntı alanının, duvarın toplam alanına oranıdır)

GHCF - Grup 3 : Grup 3'te gingival, aksiyal, proksimal ve tüm duvarlara ait ortalama, minimum ve maksimum mikrosızıntı değerleri Tablo 4.61'de gösterilmektedir. Diş yüzeylerinde mikrosızıntı değerleri incelendiğinde gingival duvarın %38,5'inde (3,08 mm^2) mikrosızıntı değeri saptanırken; aksiyal duvarda %30 (6,00 mm^2) oranında, proksimal duvarda ise %35,15 (7,03 mm^2) oranında mikrosızıntı tespit edilmiştir.

Tablo 4.61: Grup 3 Sızıntı Değerleri İstatistiksel Analizi

	n	Minimum	Maksimum	Ortanca	Ortalama	SD	%Ortalama
Gingival	10	2,66	3,44	3,07	3,08	0,22	38,500
Aksiyal	10	5,25	6,45	6,05	6,00	0,36	30,000
Proksimal	10	6,46	7,62	7,00	7,03	0,33	35,150
Toplam	10	15,45	16,98	16,09	16,11	0,52	

(% olarak gösterilen değerler, o duvarda oluşan sızıntı alanının, duvarın toplam alanına oranıdır)

GHPF - Grup 4 : Grup 4'te gingival, aksiyal, proksimal ve tüm duvarlara ait ortalama, minimum ve maksimum mikrosızıntı değerleri Tablo 4.62'de gösterilmektedir. Diş yüzeylerinde mikrosızıntı değerleri incelendiğinde gingival duvarın %47,25'inde (3,78 mm^2) mikrosızıntı değeri saptanırken; aksiyal duvarda %30,7 (6,14 mm^2) oranında, proksimal duvarda ise %35,65 (7,13 mm^2) oranında mikrosızıntı tespit edilmiştir.

Tablo 4.62: Grup 4 Sızıntı Değerleri İstatistiksel Analizi

	n	Minimum	Maksimum	Ortanca	Ortalama	SD	%Ortalama
Gingival	10	3,43	4,23	3,82	3,78	0,26	47,250
Aksiyal	10	5,84	6,63	6,03	6,14	0,27	30,700
Proksimal	10	6,37	7,72	7,17	7,13	0,40	35,650
Toplam	10	15,64	18,42	16,89	17,05	0,81	

(% olarak gösterilen değerler, o duvarda oluşan sızıntı alanının, duvarın toplam alanına oranıdır)

GHI - Grup 5 : Grup 5'te gingival, aksiyal, proksimal ve tüm duvarlara ait ortalama, minimum ve maksimum mikrosızıntı değerleri Tablo 4.63'de gösterilmektedir. Diş yüzeylerinde mikrosızıntı değerleri incelendiğinde gingival duvarın %77,375'inde (6,19 mm^2) mikrosızıntı değeri saptanırken; aksiyal duvarda %41,95 (8,39 mm^2) oranında, proksimal duvarda ise %29,45 (5,89 mm^2) oranında mikrosızıntı tespit edilmiştir.

Tablo 4.63: Grup 5 Sızıntı Değerleri İstatistiksel Analizi

	n	Minimum	Maksimum	Ortanca	Ortalama	SD	%Ortalama
Gingival	10	5,81	6,68	6,21	6,19	0,30	77,375
Aksiyal	10	7,49	9,08	8,47	8,39	0,52	41,950
Proksimal	10	5,39	6,21	5,91	5,89	0,28	29,450
Toplam	10	19,31	21,11	20,61	20,48	0,58	

(% olarak gösterilen değerler, o duvarda oluşan sızıntı alanının, duvarın toplam alanına oranıdır)

GOK - Grup 6 : Grup 6'da gingival, aksiyal, proksimal ve tüm duvarlara ait ortalama, minimum ve maksimum mikrosızıntı değerleri Tablo 4.64'te gösterilmektedir. Diş yüzeylerinde mikrosızıntı değerleri incelendiğinde gingival duvarın %85,5'inde (6,84 mm^2) mikrosızıntı değeri saptanırken; aksiyal duvarda %55,9 (11,18 mm^2) oranında, proksimal duvarda ise %41,05 (8,21 mm^2) oranında mikrosızıntı tespit edilmiştir.

Tablo 4.64: Grup 6 Sızıntı Değerleri İstatistiksel Analizi

	n	Minimum	Maksimum	Ortanca	Ortalama	SD	%Ortalama
Gingival	10	6,41	7,07	6,86	6,84	0,19	85,500
Aksiyal	10	10,09	12,61	11,04	11,18	0,87	55,900
Proksimal	10	7,54	9,44	7,97	8,21	0,59	41,050
Toplam	10	24,83	27,29	26,52	26,23	0,79	

(% olarak gösterilen değerler, o duvarda oluşan sızıntı alanının, duvarın toplam alanına oranıdır)

GOAK - Grup 7 : Grup 7'de gingival, aksiyal, proksimal ve tüm duvarlara ait ortalama, minimum ve maksimum mikrosızıntı değerleri Tablo 4.65'te gösterilmektedir. Diş yüzeylerinde mikrosızıntı değerleri incelendiğinde gingival duvarın %68,5'inde (5,48 mm^2) mikrosızıntı değeri saptanırken; aksiyal duvarda %52,25 (10,45 mm^2) oranında, proksimal duvarda ise %40,3 (8,06 mm^2) oranında mikrosızıntı tespit edilmiştir.

Tablo 4.65: Grup 7 Sızıntı Değerleri İstatistiksel Analizi

	n	Minimum	Maksimum	Ortanca	Ortalama	SD	%Ortalama
Gingival	10	4,69	6,27	5,73	5,48	0,56	68,500
Aksiyal	10	9,24	11,16	10,69	10,45	0,64	52,250
Proksimal	10	7,31	8,66	8,07	8,06	0,36	40,300
Toplam	10	22,46	25,27	24,14	23,98	0,93	

(% olarak gösterilen değerler, o duvarda oluşan sızıntı alanının, duvarın toplam alanına oranıdır)

GOCF - Grup 8 : Grup 8'de gingival, aksiyal, proksimal ve tüm duvarlara ait ortalama, minimum ve maksimum mikrosızıntı değerleri Tablo 4.66'da gösterilmektedir. Diş yüzeylerinde mikrosızıntı değerleri incelendiğinde gingival duvarın %37,5'inde (3,0 mm^2) mikrosızıntı değeri saptanırken; aksiyal duvarda %28,15 (5,63 mm^2) oranında, proksimal duvarda ise %32,95 (6,59 mm^2) oranında mikrosızıntı tespit edilmiştir.

Tablo 4.66: Grup 8 Sızıntı Değerleri İstatistiksel Analizi

	n	Minimum	Maksimum	Ortanca	Ortalama	SD	%Ortalama
Gingival	10	2,27	3,45	3,08	3,00	0,37	37,500
Aksiyal	10	5,12	6,00	5,76	5,63	0,36	28,150
Proksimal	10	5,99	6,97	6,61	6,59	0,30	32,950
Toplam	10	13,95	16,25	15,72	15,23	0,95	

(% olarak gösterilen değerler, o duvarda oluşan sızıntı alanının, duvarın toplam alanına oranıdır)

GOPF - Grup 9 : Grup 9'da gingival, aksiyal, proksimal ve tüm duvarlara ait ortalama, minimum ve maksimum mikrosızıntı değerleri Tablo 4.67'de gösterilmektedir. Diş yüzeylerinde mikrosızıntı değerleri incelendiğinde gingival duvarın %47,25'inde (3,0 mm^2) mikrosızıntı değeri saptanırken; aksiyal duvarda %29,05 (5,81 mm^2) oranında, proksimal duvarda ise %33,95 (6,79 mm^2) oranında mikrosızıntı tespit edilmiştir.

Tablo 4.67: Grup 9 Sızıntı Değerleri İstatistiksel Analizi

	n	Minimum	Maksimum	Ortanca	Ortalama	SD	%Ortalama
Gingival	10	3,49	4,13	3,78	3,78	0,19	47,250
Aksial	10	5,36	6,13	5,84	5,81	0,26	29,050
Proksimal	10	6,11	7,11	6,93	6,79	0,35	33,950
Toplam	10	15,83	16,79	16,25	16,38	0,35	

(% olarak gösterilen değerler, o duvarda oluşan sızıntı alanının, duvarın toplam alanına oranıdır)

GOI - Grup 10 : Grup 10'da gingival, aksiyal, proksimal ve tüm duvarlara ait ortalama, minimum ve maksimum mikrosızıntı değerleri Tablo 4.68'de gösterilmektedir. Diş yüzeylerinde mikrosızıntı değerleri incelendiğinde gingival duvarın %76,75'inde (6,14 mm^2) mikrosızıntı değeri saptanırken; aksiyal duvarda %41,35 (8,27 mm^2) oranında, proksimal duvarda ise %26,45 (5,29 mm^2) oranında mikrosızıntı tespit edilmiştir.

Tablo 4.68: Grup 10 Sızıntı Değerleri İstatistiksel Analizi

	n	Minimum	Maksimum	Ortanca	Ortalama	SD	%Ortalama
Gingival	10	5,90	6,46	6,11	6,14	0,20	76,750
Aksial	10	7,26	8,97	8,38	8,27	0,54	41,350
Proksimal	10	4,81	6,02	5,20	5,29	0,35	26,450
Toplam	10	18,41	20,58	19,80	19,70	0,73	

(% olarak gösterilen değerler, o duvarda oluşan sızıntı alanının, duvarın toplam alanına oranıdır)

Deney gruplarının içerisinde incelenen yüzeylerin ikili karşılaştırmaları yapıldığında (Tablo 4.69) Kontrol Grubu ve Grup 9'da Aksiyal-Proksimal duvarlar, Grup 3 ve Grup 8'de Gingival-Proksimal duvarlar arasında anlamlı bir farklılık tespit edilememiştir. İncelenen diğer tüm duvarlar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmaktadır. Gingival duvarlarda oluşan mikrosızıntı oranları aksiyal duvarlar ve proksimal duvarlarda oluşan mikrosızıntı oranlarından anlamlı düzeyde daha fazladır. Aksiyal duvarlar ile proksimal duvarlar karşılaştırıldığında, aksiyal duvarlarda görülen mikrosızıntı oranı Grup 1, Grup 2, Grup 5, Grup 6, Grup 7 ve Grup 10'da proksimal duvarlarda görülen mikrosızıntı oranına göre daha fazladır. Grup 3, Grup 4 ve Grup 8'in proksimal duvarlarında oluşan mikrosızıntı oranları aksiyal duvarlarına oranla daha fazla tespit edilmiştir.

Tablo 4.69: Deney Grupları İçerisinde İncelenen Yüzeylerin İkili Karşılaştırmaları

Gruplar	*Gingival Aksiyal*	*Gingival Proksimal*	*Aksiyal Proksimal*
G K (Kontrol)	> 0,005	> 0,005	**0,007**
G 1 (GHK)	> 0,005	> 0,005	> 0,005
G 2 (GHAK)	> 0,005	> 0,005	> 0,005
G 3 (GHCF)	> 0,005	**0,022**	> 0,005
G 4 (GHPF)	> 0,005	> 0,005	> 0,005
G 5 (GHI)	> 0,005	> 0,005	> 0,005
G 6 (GOK)	> 0,005	> 0,005	> 0,005
G 7 (GOAK)	> 0,005	> 0,005	> 0,005
G 8 (GOCF)	> 0,005	**0,022**	> 0,005
G 9 (GOPF)	> 0,005	> 0,005	**0,007**
G 10 (GOI)	> 0,005	> 0,005	> 0,005
p	> 0,005	> 0,005	> 0,005

5. TARTIŞMA

Diş hekimliğinde restorasyon işlemlerinde kullanılan materyallerdeki gelişmelerin esas amacı madde kaybına uğramış diş dokularını restore edebilecek ideal materyali elde etmektir. Bunun sonucunda farklı içerik ve özelliklere sahip çok çeşitli materyaller üretilmiş ve klinik kullanıma sunulmuştur. Ağız boşluğunda mine, dentin, sement gibi karmaşık yapıların bulunması ve bu yapıların farklı kimyasal ajanlara, ısı, basınç gibi değişen durumlara maruz kalması; farklı restoratif diş hekimliği uygulamalarının ve restoratif materyallerin geliştirilmesine neden olmuştur. Estetik restoratif materyaller olarak kullanılan kompozit reçine materyaller, estetik özelliklerinin yanı sıra diş dokuları ile iyi bir bağlanma da sağladıkları için sıklıkla tercih edilmektedirler (Poskus LT ve ark. 2004). Ancak kompozit reçine materyallerde, tüm polimer materyallerde olduğu gibi, kendisini meydana getiren monomerlerin polimerizasyonu esnasında oluşan polimerizasyon büzülmesi, günümüzde karşılaşılan en önemli klinik problemler arasında gösterilmektedir (Bergenholtz G ve ark. 1982; Taylor MJ ve Lynch E 1992; Gwinnett JA ve ark. 1999; Choi KK ve ark. 2000; Neves AD ve ark. 2002,2005).

Kompozit restorasyonlarda polimerizasyon büzülmesi nedeni ile kenar uyumu bozulmaktadır (Lutz F ve ark. 1991). Kenar uyumunun bozulması sonucunda diş restorasyon sınırında oluşan mikrosızıntı nedeni ile postoperatif duyarlılık, kenar renkleşmesi, sekonder çürükler, restoratif materyalde kırılmalar, restorasyon kaybı, pulpa iltihabı ve pulpa nekrozu gibi klinik problemler ortaya çıkmaktadır (Bergenholtz G ve ark. 1982; Sasafuchi Y ve ark. 1999; Saboia V de P ve ark. 2002; Hofmann ve ark. 2003; Owens BM ve Johnson WW 2005). Bu nedenle mikrosızıntı, restorasyonların klinik başarısının değerlendirilmesindeki en önemli kriterlerden birisidir. Dolayısıyla çalışmamızda farklı materyallerin ve restorasyon yöntemlerinin mikrosızıntıyı hangi düzeyde etkileyebileceğinin ve optimum sonuçlara nasıl ulaşılabileceğinin *in vitro* olarak araştırılması hedeflenmiştir.

Dentin canlı ve uyaranlara cevap verebilen biyolojik bir dokudur. Alınan tüm önlemlere rağmen dentinin *in vitro* koşullarda aynı özelliklerinin korunabilmesi mümkün olmamaktadır. Çekilmiş dişlerde dentin kanallarının içerisindeki odontoblast

uzantıları, dentin lenfi ve dentin lenfinin hareketi ile yakından ilgili pulpa iç basıncı oluşamamaktadır. Derin dentin bölgelerinde dentin lenfinin pulpa basıncının etkisi ile kaviteye akışı fazla olmakta, bu da dentinde yüzey hazırlığı ve polimerizasyon işlemlerini etkileyebilmektedir. Çekilmiş dişlerde, diş dokularının canlılığını kaybetmiş olmasına bağlı olarak dentinde oluşan morfolojik değişiklikler ve ağız ortamının tam anlamıyla taklit edilememesi; *in vivo* çalışmalardaki manipülasyon zorluğu, ortamın nem izolasyonu gibi sonuçları değiştirebilecek faktörlerin olmaması *in vitro* çalışmaların sonuçlarına etki etmektedir (Gwinnett AJ ve Kanca J 3rd 1992; Heymann HO ve Bayne SC 1993; Mason PN ve ark. 1996). Bu nedenle ağız ortamında bulunan etkenler ile birlikte yapılan *in vivo* çalışmalar, daha somut veriler ve daha doğru sonuçların elde edilebilmesine olanak sağlamaktadır. Dental materyallerin değerlendirilmesinde ve geliştirilmesinde klinik çalışmalar en uygun yöntemler olmalarına rağmen, uzun dönem klinik araştırmalar zaman, hasta takibi ve örnek sayısının oluşturulması açısından zorluk göstermektedir (Gwinnett AJ ve Kanca J 3rd 1992; Heymann HO ve Bayne SC 1993; Mason PN ve ark. 1996). Her ne kadar *in vivo* çalışmalar daha doğru sonuçlar elde edilmesine olanak sağlıyor olsa da; klinik şartlarda ağız içinde oluşabilecek mikrosızıntı hakkında bilgi verecek *in vitro* yöntemler, *in vivo* çalışmalara oranla kolaylıkla uygulanabilmeleri ve tekrarlanabilmeleri nedeni ile daha sıklıkla kullanılmaktadır (Taylor MJ ve Lynch E 1992; Heintze SD 2007).

Yapılan *in vitro* mikrosızıntı çalışmalarında, sürmemiş insan üçüncü büyük azı dişleri, ortodontik nedenlerden dolayı çekimi yapılan küçük azı dişleri, periodontal nedenler ile çekimi yapılmış küçük azı ve büyük azı dişleri ve sığırlardan elde edilen dişler kullanılmaktadır (Abuabara A ve ark. 2004; Deliperi S ve ark. 2004). Sığır dişleri ve insan dişleri kullanılarak yapılan, kompozit materyali ve cam iyonomer simanının mikrosızıntı üzerine etkisinin araştırıldığı bir çalışmada; mine dokusunda sığır dişlerinde insan dişlerine göre daha fazla mikrosızıntı değeri saptanmıştır (Abuabara A ve ark. 2004). 1990 yılında yapılan bir çalışmada dentin dokusunda sığır dişlerinin, insan dişlerine oranla istatistiksel olarak anlamlı derecede mikrosızıntı değerleri gösterdiği bildirilmiştir (Retief DH ve ark. 1990). Sığır dişlerindeki dentin kanalları insan dişlerindeki dentin kanallarına oranla daha büyük çapta ve yoğunlukta bulunmaktadır. Sığır dişlerinde dentin kanallarının geniş çapta olmasından dolayı bu dişlere uygulancak olan restorasyon materyali ile diş dokuları arasında, ağız sıvılarının ve bakterilerin diş restorasyon ara yüzeyinden girerek dentin kanallarına penetrasyonu

daha kolay olmaktadır (Lopes MB ve ark. 2009). Sığır dişlerindeki mine bileşimi ise insan dişlerine oranla daha dengeli bir yapıya sahiptir. Ancak sığır dişlerinin mine yapısı daha poröz yapıdadır ve daha kolaylıkla demineralizasyona uğrayabilmektedir. Bu nedenle sığır dişleri radyografide daha radyolusent görüntü vermekte ve bağlanma değerleri insan dişlerine oranla daha düşük değerlerde izlenebilmektedir (Oesterle LJ ve ark. 1998; Lopes MB ve ark. 2009). Çalışmamızda klinik şartları taklit edebilmek amacıyla kök gelişimi tamamlanmış, sürmemiş, insan üçüncü büyük azı dişleri kullanılmıştır. Sürmemiş insan üçüncü büyük azı dişlerinin en önemli avantajı, herhangi bir çürük lezyonunun olmamasıdır. Çürükten etkilenmiş dentin, fiziksel ve kimyasal olarak sağlıklı dentin dokusundan farklı özelliklere sahiptir. Çürükten etkilenmiş dentindeki kollajen fibrillerin arası normal olmayan apatit kristalleri ile dolmuştur. Sağlıklı dentin ile karşılaştırıldığında geçirgenliği ve peritübüler dentin kalınlığı azalmıştır. Dentin kanallarının çoğu mineral birikimi ile tıkalı olmasına rağmen, çürük dentin sağlam dentine göre daha yumuşaktır (Newbrun E 1989; Pashley EL ve ark. 1991; Tagami J ve ark. 1992; Nakajima M ve ark. 1995). Çürükten etkilenmiş dentin ve sağlam dentin arasında gözlenen bu farklar, dentin bonding sistemlerin bu yapılara adezyonunda farklı bağlanma dayanımı değerlerinin elde edilmesine neden olmaktadır (Yoshiyama M ve ark. 2002; Say EC ve ark. 2005). Sürmemiş intakt dişlerin dentin kompozisyonunun farklılaşmamış olmasının yanı sıra, ortodontik ve periodontal nedenler ile çekimi yapılan dişlere göre daha kolaylıkla elde edilmesi de diğer bir avantaj olarak gösterilebilir. Bizim çalışmamızda da mikrosızıntı değerlerini en uygun şekilde değerlendirebilmek amacıyla, sürmemiş insan üçüncü büyük azı dişleri kullanılmıştır.

II. Sınıf kavitelerde, özellikle dentin ve sement dokusu ile sonlanan derin kavite tiplerinde, adeziv restorasyonların uygulanması her zaman tartışma konusu olmuştur (Radhika M ve ark. 2010). Dentin yüzeyinin kanallı ve nemli yapısı nedeniyle, restorasyon materyali ile dentin yüzeyi arasındaki bağlanmanın kalitesinin optimum seviyelere ulaştırılması daha zordur (Eick JD ve ark. 1991). Bağlanma kalitesinin yetersiz olması sonucunda mikrosızıntı ve beraberinde tekrarlayan çürükler oluşabilmektedir. Adeziv restorasyonlarda tekrarlayan çürükler çoğunlukla tüm II.Sınıf restorasyonların gingival bölgelerinde ve V.Sınıf restorasyonlarda; nadiren II.Sınıf ve I.Sınıf kavitelerin oklüzal bölgelerinde saptanmaktadır (Mjör IA 1998). Gingival bölgede yetersiz ağız hijyeni dolayısıyla plak oluşumunun daha fazla olması ve nem

izolasyonunun yeterli miktarda kontrol edilememesi nedeni ile mikrosızıntı değerlerinde artış görülmektedir (Mjör IA 1998; Wibowo G ve Stockton L 2001). Restorasyonların yapımı esnasında, özellikle derin II.Sınıf kavitelerde, kavitenin gingival duvarına yerleştirilen ilk kompozit tabakasının ne şekilde yerleştirildiğini gözlemlemek çok zor hatta imkansızdır. Kompozit materyalinin gingival bölgeye hatalı yerleştirilmesi sonucunda diş restorasyon arayüzeyinde meydana gelen boşluklar ve buna bağlı olarak ortaya çıkan yetersiz bağlanma kapasitesi sonucunda tekrarlayan çürüklerin gözlemlendiği düşünülebilir (Mjör IA ve Smith DC 1985; Qvist V 1993). Bununla birlikte oklüzal yüzeyden uygulanan ışık kaynağının etkisi sonucunda gingival bölgeden oklüzale doğru yönlenen polimerizasyon vektörleri, polimerizasyon büzülme stresleri ile birlikte restorasyon materyalinin gingival bölgeden ayrılmasına neden olmaktadır (Mjör IA 1998). İyi bir kenar uyumu sağlandığı ve bağlanma kalitesi optimum seviyelere ulaştırıldığı takdirde, ağız sıvıları ile diş restorasyon ara yüzeyindeki ilişki kesilecek, çürük oluşumu ve diş dokularının zarar görmesi önlenecek veya geciktirilebilecek, ağız sıvıları ile birlikte dentin kanalları vasıtasıyla pulpa hasarı oluşturabilecek değişimlere neden olan mikroorganizmaların sızıntısı engellenebilecektir (Going RE 1972; Bergenholtz G ve ark. 1982; Déjou J ve ark. 1996). Klinik şartlarda karşılaşılan bu problemlerin çözümü amacıyla yapılan *in vitro* çalışmalarda, farklı durumları yansıtmak amacıyla farklı kavite tipleri kullanılmaktadır (Mjör IA 1998; Duarte S Jr ve ark. 2007). Adeziv restorasyonlarda, özellikle derin II.Sınıf adeziv restorasyonların gingival bölgesinde karşılaşılan problemler göz önünde bulundurulduğunda, mikrosızıntı kaynaklı problemlerin sıklıkla bu kavite tiplerinde olduğunu söylemek mümkündür (Mjör IA 1998). Bu nedenle farklı materyallerin ve farklı restorasyon tekniklerinin mikrosızıntı değerlerine olan etkisini gözlemlemek amacıyla oluşturduğumuz çalışmamızda, kaviteler sıklıkla sorun ile karşılaşılan adeziv bir kavite tipi olan II.Sınıf slot kavite olarak belirlenmiştir.

Çeşitli restorasyon tekniklerinin, mikrosızıntı açısından etkinliğini incelediğimiz çalışmamızda, bağlanma ile ilgili faktörlerin elimine edilmesi ve elde ettiğimiz sonuçların etkilenmemesi amacıyla, bir çok mikrosızıntı çalışmasında etkinliği kanıtlanan (Kanca J 3rd 1989; Reeves GW ve ark. 1990; Owens BM ve Johnson WW 2005; Vicente A ve ark. 2011), 4. jenerasyon etch&rinse üç aşamalı dentin bonding sistemi Scotchbond Multi-Purpose kullanılmıştır. Kompozit reçine materyali olarak ise nanohibrit bir kompozit reçine materyali olan Filtek™ Ultimate Universal kompozit

tercih edilmiştir. Nano teknoloji ile hazırlanan tüm ürünlerde olduğu gibi kompozit reçine materyaller de nano teknoloji sayesinde daha dayanıklı, ve daha hassas olarak; düşük polimerizasyon büzülmesine sahip ve aşınma direnci daha yüksek, nano ve mikro yapılarda oluşturulabilmektedirler (Ure D ve Harris J 2003; Moszner N ve Klapdohr S 2004; Yücel T ve ark. 2004). Nano partiküllerin çok daha küçük hacimli olmaları nedeni ile, organik reçine matriks ile temas etmekte olan yüzey alanları artmıştır. Böylelikle organik ve inorganik fazların bağlantısının çok daha kuvvetli olması sağlanmaktadır (Mitra SB ve ark. 2003; Ure D ve Harris J 2003; Yücel T ve ark. 2004; Roberson TM ve ark. 2006). Nano kompozitlerin inorganik doldurucu partiküllerin oranının yüksek olmasına bağlı olarak organik polimer matriks hacmi daha az miktardadır. Organik matriksin hacim olarak geleneksel kompozitlere göre daha az olmasının sonucunda polimerizasyon büzülmesi oranı da azalmaktadır. Nanofil kompozit reçine materyalleri fiziksel olarak hibrit kompozit reçinelerin özelliklerine, estetik özellikleri açısından mikrofil kompozit reçinelerin özelliklerine benzemektedir (Bayne SC ve Heymann HO 1994; Davis N 2003; Duke ES 2003; Mitra SB ve ark. 2003; Ure D ve Harris J; 2003; Yap AU ve ark. 2004). Sahip oldukları bu özellikleri nedeniyle nanokompozitler klinikte sıklıkla kullanılan, tercih edilen materyaller olarak yer almaktadırlar. Bu bilgilerin yanı sıra reçine esaslı kompozit materyallerin kendi dentin bonding sistemleri ile birlikte uygulanmasının daha uygun olduğu kabul edilmektedir (Vicente A ve ark. 2011). Kompozit reçine materyaller farklı şekillerde inorganik doldurucular, yüksek molekül ağırlıklı dimetakrilatlar, farklı aktivatörler ve stabilizatörler içermektedir. Klinikteki güvenli kullanımlarının yanında genellikle kompozitin bu içerikleri ile uyumlu bağlanma morfolojisi ve bağlanma dayanımı gösteren dentin bondingleri ile birlikte değerlendirilmektedir. Bu nedenle klinik performansın değerlendirilmesinde kompozit reçinelerin kendi dentin bonding sistemleri ile birlikte kullanılması gerektiği düşünülmektedir (Kanca J 3rd 1989; Vicente A ve ark. 2011). Çünkü kompozitin fiziksel özellikleri sadece bu maddenin içeriğine değil aynı zamanda birlikte kullanıldığı dentin bonding sistemin özelliklerine de bağlı olduğu bildirilmektedir. Klinik çalışmalar reçine kompozitlerin kendi bonding sistemleri ile birlikte uygulanmaları durumunda restorasyonların uzun ömürlü olduklarını ortaya koymuştur (Krejci I ve ark. 1994). Çalışmamızda kullandığımız kompozit materyalinin seçimi nanokompozitlerin yüksek fiziksel özellikleri ve

kompozitlerin kendi bonding sistemleri ile birlikte uygulanmalarının avantajları göz önünde bulundurularak belirlenmiştir.

Restorasyonların ağız içinde kullanıldıkları süre boyunca karşılaştıkları mekanik stresleri ve ısı değişikliklerini taklit edebilmek için, *in vitro* şartlarda ısı banyosu ve/veya mekanik yüklemeler yapmak sıklıkla kullanılan yöntemlerdir. Dental restoratif materyaller ağız ortamındaki ısı ve pH değişikliklerine sürekli olarak maruz kalmaktadırlar. Termal streslerin neden olduğu büzülme ve genleşmeler sonucunda restorasyonlarda kenar aralığı ve mikrosızıntının artması, restoratif materyal ile diş dokularının termal genleşme katsayılarının farklı olmasından kaynaklanmaktadır. Kompozit reçine materyallerin termal genleşme katsayısı (25-60 ppm $^{o}C^{-1}$), mine (11,4 ppm $^{o}C^{-1}$) ve dentininkinden (8 ppm $^{o}C^{-1}$) çok daha fazladır. Yapılan çalışmalarda restorasyonların ısı banyosu için banyo ısıları, daldırma zamanı ve ısı banyosu öncesi bekletme zamanı ile ilgili farklı süreler kullanılmıştır (Hilton TJ ve Ferracane JL 1998; Şengün A ve ark. 2005; Tredwin CJ ve ark. 2005; Korkmaz Y ve ark. 2007). Yapılan bazı çalışmalarda yalnızca ısı banyosu uygulamasının mikrosızıntıyı etkilediği belirtilirken (Hakimeh S ve ark. 2000; Ozel E ve ark. 2008), bazı çalışmalarda ısı banyosunun mikrosızıntıya herhangi bir etkisinin olmadığı bildirilmiştir (Fruits TJ ve ark. 2006; Bagheri M ve Ghavamnasiri M 2008). Aynı şekilde mekanik yükleme uygulamasının mikrosızıntı değerleri üzerinde herhangi bir etkisinin olmadığını (Fruits TJ ve ark. 2006; Yamazaki PC ve ark. 2006) ya da mikrosızıntıyı anlamlı derecede etkilediğini bildiren çalışmalar da bulunmaktadır (Ausiello P ve ark. 1999; Ozel E ve ark. 2008). Kullanılan materyallerin çeşitliliği, farklı kavite şekilleri, farklı test metodları ve farklı diş sert dokularında çalışılması bu farklı bulguların nedeni olarak bildirilmektedir. Çalışmamızda ISO/TS 11405 standartları doğrultusunda, deney gruplarındaki dişler ısı banyosu öncesinde 24 sa distile suda bekletilmiş; 5^{o}C (±2 ^{o}C) - 55 ^{o}C (±2 ^{o}C) ısılarda, 30 sn daldırma süresi ile 500 kez ısı banyosu işlemine tabi tutulmuştur (ISO/TS 11405 2003). Uyguladığımız ısı banyosu işlemi ISO standartları doğrultusunda, yaşlandırma planlanmadığı için 500 tur ile sınırlı tutulmuş; bu doğrultuda mekanik yükleme işlemi çalışmamızın planlaması dahilinde bulundurulmamıştır.

İn vitro şartlarda diş restorasyon materyali arasında oluşan mikrosızıntıyı saptamak amacıyla yapılan bir çok çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmalarda mikrosızıntı

değerlendirmesini yapmak amacıyla boyar madde penetrasyon yöntemi, kimyasal işaretleyici yöntemi, bakteri penetrasyon yöntemi, çürük yöntemi, hava basıncı yöntemi, sıvı filtrasyon yöntemi, elektrokimyasal yöntem, nötron aktivasyon yöntemi, radyoaktif izotop yöntemi, taramalı elektron mikroskobu yöntemi, konfokal lazer taramalı elektron mikroskobu yöntemi ve şeffaflaştırma yöntemi kullanılmaktadır (Taylor MJ ve Lynch E 1992; Alani AH ve Toh CG 1997; Federlin M ve ark. 2002; Mjör IA 2005; Heintze SD 2007; Watson TF ve ark. 2008). Kullanılan bu yöntemler içerisinde, şeffaflaştırma yöntemi ile restorasyon materyali ile diş dokuları arasında oluşan mikrosızıntı değerlendirilmesi üç boyutlu olarak yapılabilmektedir. Mikrosızıntı değerlendirilmesi yapılırken diş ile restorasyon materyali arasında her bölgede aynı derinlikte ve benzer şekilde mikrosızıntı izlenmediği, üç boyutlu değerlendirme yapıldığında, geleneksel tek yönde horizontal, ortadan bölme veya birkaç kesit alarak yapılan iki boyutlu mikrosızıntı değerlendirmesine oranla daha fazla mikrosızıntı saptandığı çalışmalarda bildirilmiştir (Gale MS ve ark. 1994; Gwinnet JA ve ark. 1995).

Şeffaflaştırma yöntemi ile dişlerin incelenmesinden önce, şeffaflaştırma prosedürleri öncesinde boyar ve/veya kimyasal maddeler ile mikrosızıntı prosedürlerinin tamamlanması gerekmektedir. Mikrosızıntı çalışmalarında farklı partikül boyutlarına sahip bir çok boya ve kimyasal kullanılmaktadır. Yapılan çalışmalarda kullanılan solüsyonların, dişlere ısı banyosu uygulandıktan sonra kullanıldığı, dişlerin ısı banyosunu takiben solüsyon banyoları içinde bırakıldıkları, kullanılan solüsyonlar arasında bazik fuksin, gümüş nitrat ve metilen mavisinin yüksek oranda tercih edildiği bildirilmektedir (El-Mowafy O ve ark. 2007; Fabianelli A ve ark. 2010). Kullanılan bu farklı materyallerin mikrosızıntı çalışmalarında alınan sonuçları çok fazla etkilemediği bildirilmiştir (Hilton TJ 2002). Bir çok araştırmacı gümüş nitrat sulu solüsyonu gibi kimyasal işaretleyicileri mikrosızıntı çalışmalarında kullanmışlardır (Hilton TJ ve Ferracane JL 1998; Heintze S ve ark. 2008). Gümüş nitrat sulu solüsyonlarının mikrosızıntı çalışmalarında tercih edilmelerinin nedeni, gümüş nitrat iyonlarının boyutlarının (0,059 nm), mikroorganizmaların boyutlarına oranla (0,5-1 μm) çok daha küçük olması ve buna bağlı olarak yüksek penetrasyon kapasitelerine sahip olmalarıdır. Bununla birlikte ideal sızıntı sonuçlarını elde edebilmek için %50'lik sulu konsantrasyonlarının ve 24 saatlik bekletilme süresinin etkili olacağı bildirilmiştir (Hammesfahr PD ve ark. 1987; Pintado MR ve Douglas WH 1988). Çalışmamızda kullandığımız dişler bu bilgiler ışığında şeffaflaştırma yöntemi ile dekalsifiye edilmeden

önce, ısı banyosu işlemlerini takiben %50'lik gümüş nitrat sulu solüsyonu içerisinde, 24 sa süre ile bekletilmiştir.

Şeffaflaştırma yönteminin uygulandığı bir çok mikrosızıntı çalışması, V.Sınıf kavite preparasyonları ile hazırlanmış dişler üzerinde yapılmıştır (Gwinnet JA ve ark. 1995; Tay FR ve ark. 1995; Torres CR ve ark. 2004). Bizim çalışmamızda da restorasyonların mikrosızıntı değerlendirmesi için üç boyutlu değerlendirme yöntemi olan şeffaflaştırma yöntemi; II. Sınıf kavitelerde mikrosızıntıyı daha etkin bir şekilde gözlemlemek amacıyla tercih edilmiştir. Ancak şeffaflaştırma yönteminin en büyük dezavantajı, nitrik asit ile meydana gelen dekalsifikasyon sonucu mine dokusunun ortadan kalkmasıdır. Bu nedenle şeffaflaştırma yöntemi ile yapılan mikrosızıntı çalışmalarında genellikle dentin restorasyon arayüzeyinde meydana gelen mikrosızıntı değerleri incelenmiştir (Gwinnett JA ve ark. 1995; Hilton TJ ve Ferracane JL 1998; Federlin M ve ark. 2002). Mine yüzeyinde oluşan mikrosızıntının saptanması için ise, şeffaflaştırılmış örneklerin mine restorasyon sınırında, restorasyonların yüzeylerinde oluşan sızıntı miktarlarının ölçülmesinin gerektiği bildirilmiştir (Youngson CC ve ark. 1999). Çalışmamızda mine restorasyon sınırında oluşan mikrosızıntı değerlerinin ölçümü için, restorasyonların kavitelerden sökülmesinden önce, restorasyonların üzerinde oluşan gümüş nitrat ile boyanma miktarları mine bölgesinde meydana gelen mikrosızıntı değeri olarak kaydedilmiştir. Dentin yüzeylerinde oluşan sızıntı miktarları ise diş dokuları üzerinde hesaplanarak kaydedilmiştir. Şeffaflaştırılan örneklerin mikrosızıntı değerleri stereomikroskop altında, 30 X büyütmede Cell A programı ile incelenmiş ve mikrosızıntı gözlenen alanlar sayısal olarak hesaplanmıştır.

Federlin M ve ark. (2002) II. Sınıf kompozit reçine materyallerin mikrosızıntısını inceledikleri çalışmalarında; mikrosızıntı değerlerini şeffaflaştırma yöntemi ve dişlerden kesit elde ederek incelemişler ve her iki yöntemin arasında anlamlı bir fark olmadığını belirtmişlerdir. Araştırmacılar geleneksel boyama yönteminde 0,3 mm kalınlığında 4-8 adet kesit elde etmişler ve kesitlerin her iki tarafını da inceleyerek, toplam 7-15 yüzey üzerinde sızıntı değerlerinin yüzde dağılımını saptamışlardır. Geleneksel boyama yöntemi ile yapılan çalışmalarda genellikle tek veya iki kesit alınarak inceleme yapılmaktadır (Wahab FK ve Shaini FJ 2003; Deliperi S ve ark. 2004; Idriss S ve ark. 2007). Federlin M ve ark. yaptıkları çalışmada, şeffaflaştırma yönteminde elde edilen veriler ile geleneksel boyama yönteminde elde edilen veriler

arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olmamasının nedeni olarak, araştırmacıların inceledikleri yüzey sayısının yüksek olması gösterilebilir. Geleneksel yöntemde alınan kesitlerde incelenen yüzeylerin dışında kalan sızıntı bölgeleri saptanamayacaktır. Şeffaflaştırma yönteminde elde edilen toplam yüzeylerin mikrosızıntı değerlerinin ölçümünü geleneksel yöntemde elde edebilmek için çok fazla kesit almak ve çok sayıda yüzeyi inceleyerek değerleri belirlemek gerekmektedir. Dolayısıyla şeffaflaştırma yönteminin, geleneksel boya penetrasyon yöntemine oranla daha etkin sonuçlar vereceğini düşünmekteyiz. Bu nedenle çalışmamızda mikrosızıntı değerlerinin daha güvenilir bir şekilde incelenmesi amacıyla kullanılan yöntem şeffaflaştırma yöntemi olarak belirlenmiştir.

Kompozit reçine materyallerin uygulandığı kavitenin boyutları ve geometrisi, materyalin uygulanma şekli ve uygulama teknikleri polimerizasyon büzülmesini etkileyen faktörler arasında gösterilmektedir (Lee MR ve ark. 2007; Watts DC ve Satterthwaite JD 2008). Bir çok araştırmacı deformasyonların ve polimerizasyon streslerinin oluşmasında konfigürasyon faktörünün (C-Faktör), kavitenin büyüklüğünün ve kaviteye yerleştirilecek kompozit hacminin önemini belirtmişlerdir (Braga RR ve ark. 2006; Witzel MF ve ark. 2007; Spinell T ve ark. 2009; van Dijken JW 2010). Yüksek C-Faktörüne sahip derin I.Sınıf ve üç boyutlu V.Sınıf kavitelere (abfraksiyon) yapılan restorasyonlarda, yüksek volümetrik polimerizasyon stresleri ve beraberinde yüksek çizgisel polimerizasyon stresleri gözlemlenmektedir (Lee IB ve ark. 2006). Davidson CL ve ark. (1984) polimerizasyon büzülme streslerinin oluşumunu iki boyutlu ve üç boyutlu V.Sınıf kavitelerde incelemişlerdir. İncelenen üç boyutlu kavite preparasyonlarında, iki boyutlu kavite preparasyonlarına oranla daha yüksek polimerizasyon büzülme stresleri oluştuğunu bildirmişlerdir. Kompozit kütlesinin temas ettiği yüzeylerin sayısının fazla olmasının, temas eden yüzeylerin sayısı ile orantılı bir şekilde çizgisel polimerizasyon streslerini etkilediğini belirtmişlerdir. Belli S ve ark. (2007) II. Sınıf slot kaviteler üzerinde yaptıkları çalışmalarında, aynı dişin mesial ve distal yüzeylerinde, bir yüzeyde mine sınırında diğer yüzeyde dentin sınırında sonlanacak şekilde kavite preparasyonları hazırlamışlardır. Mine ile sonlanan kavite preparasyonlarının, dentin ile sonlanan kavite preparasyonlarına oranla kutu formuna daha yakın olduğunu, bu nedenle çalışmalarında mine ile sonlanan kavite preparasyonlarının yüksek C-Faktörü ve çizgisel polimerizasyon stresi oluşturması sonucunda mikrosızıntı değerlerinin bu yüzeylerde daha fazla olduğunu bildirmişlerdir.

Versluis A ve ark. (1998) polimerizasyon streslerinin oluşumunda konfigürasyon faktörünün ve adezyonun kalitesinin, ışık kaynağının uygulanma yönüne oranla daha etkili olduğunu bildirmişlerdir. Braga RR ve ark. (2006) yaptıkları çalışmalarında aynı C-Faktörüne sahip farklı hacimlerde ve aynı hacimde farklı C-Faktörüne sahip kaviteleri restore ederek mikrosızıntı değerlerini incelemişlerdir. Aynı C-Faktörüne sahip ancak yüksek hacimlerde kompozit uygulanan kaviteler ile aynı hacimde kompozit kullanılan ancak yüksek C-Faktörüne sahip kavitelerde daha yüksek mikrosızıntı değerleri saptamışlardır. Kompozit reçine materyalinin hacmi ya da kompozitin bağlandığı yüzeylerin sayısı ve alanı arttığında polimerizasyon büzülmesi dolayısıyla mikrosızıntı değerlerinin arttığını bildirmişlerdir.

Kompozit reçine materyalinin kavite yüzeyleri ile bağlanan bölümlerinin yüzey alanları veya yüzey alanlarının sayısı azaltıldığında, C-Faktör ve diş restorasyon arayüzeyinde oluşan çizgisel polimerizasyon büzülme stresleri de azaltılacaktır. Bu nedenle kompozit reçine materyallerin yerleştirme teknikleri mikrosızıntı ile doğrudan ilişkilidir. Polimerizasyon büzülmesini azaltmak için bir çok farklı uygulama ve yerleştirme teknikleri önerilmektedir. Diş ile restorasyon materyali arayüzeyine uygulanan, homojen bir stres dağılımı sağlayan, düşük viskoziteli bir restorasyon materyali veya restorasyon materyalinin tabakalar halinde yerleştirilmesi, mikrosızıntıyı etkileyen başlıca uygulama teknikleri olarak bildirilmektedir (Lim BS ve ark. 2002; Yamazaki PC ve ark. 2006). Kompozit kütlesinin diş yüzeylerine üçgen formunda ard arda yerleştirilmesi ile birlikte kompozit materyalinin bağlandığı yüzeylerin sayısı düşürülücek ve C-Faktör oranı azaltılmış olacaktır (Deliperi S ve Bardwell DN 2002). Liendberg WH (1996, 2000) yapmış olduğu çalışmalarında kavite içerisine uygulanacak tabakaların mutlak suretle çok ince olması gerektiğini ve restorasyonların karşılıklı duvarlara gelmeyecek şekilde üçgen formunda tabakalar ile restore edilmesi gerektiğinin önemini vurgulamıştır. Çalışmamızda restorasyonların tamamlanması üç farklı yerleştirme tekniği (Tek Tabaka, Horizontal, Oblik) kullanılarak yapılmıştır. Yapılan çalışmalar incelendiğinde, kullanılan yerleştirme teknikleri arasında, bizim kullandığımız tekniklere ek olarak centripetal teknik ile yapılan araştırmaların da olduğu görülmüştür (Duarte S Jr ve Saad JR 2008; Fabianelli A ve ark. 2010). Çalışmamızda kullandığımız kavitenin boyutları göz önünde bulundurulduğunda ve kavite dizaynının II. Sınıf slot kavite olmasından dolayı centripetal tekniğin gruplara dahil edilmesi düşünülmemiştir. Çalışmamızda uygulanan tabakaların kalınlığının

azaltılmış olmasından dolayı polimerizasyon büzülmesi ve mikrosızıntı açısından başarılı olduğu bildirilen horizontal yerleştirme tekniği ile kompozit reçine materyalinin temas ettiği kavite yüzey alanının ve sayısının azaltılmış olmasına bağlı olarak polimerizasyon büzülmesi ve mikrosızıntı açısından başarılı olduğu bildirilen oblik tabakalama tekniği kullanılarak, her iki yöntemin başarısı karşılaştırılmıştır.

Çalışmamızda tek tabaka uygulama tekniği ile restore edilen kontrol grubu, kompozit materyalinin tek başına horizontal ve oblik tabakalama teknikleri ile restore edildiği gruplar (Grup 1, Grup 6) ile karşılaştırıldığında anlamlı derecede daha yüksek mikrosızıntı değeri göstermiştir ($p<0,001$)(Tablo 4.3). Yapılan çalışmalarda kompozit restorasyonları tek tabaka olarak uygulama tekniği, II. Sınıf kavitelerin derin gingival bölgelerinde kompozit reçine materyallerinin yetersiz polimerizasyonları ve yüksek polimerizasyon büzülmesi oluşması nedeni ile önerilmemektedir (Tjan AH ve ark. 1992; Poskus LT ve ark. 2004). Horizontal ve oblik tabakalama tekniği ile restore edilen gruplar tüm gingival, aksiyal ve proksimal duvarlar ve tüm grupların ikili karşılaştırılmalarında, oblik tabakalama tekniği ile (Grup 6), horizontal tabakalama tekniğine (Grup 1) oranla, rakamsal olarak daha düşük sızıntı sonuçları elde edilmiş ancak horizontal tabakalama tekniği ile oblik tabakalama tekniği arasında mikrosızıntı değerleri açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanamamıştır ($p=0,001$).

Mikrosızıntı üzerine yapılan çalışmalarda tabakalama tekniklerinin etkinliği üzerine farklı görüşler bulunmaktadır. Çalışmamızın bulgularına benzer şekilde yapılan bir çok *in vitro* çalışmada kompozit reçine materyalinin tabakalar halinde yerleştirilmesinin tek tabaka halinde yerleştirilmesine oranla daha az mikrosızıntı değeri gösterdiği bildirilmiştir (Saunders WP ve Moirheat JM 1992; Amaral CM ve ark. 2002; Abbas G ve ark. 2003; Poskus LT ve ark. 2004; Owens BM ve Johnson WW 2005). Amaral CM ve ark. (2002) II.Sınıf kavitelerde farklı ışık uygulama teknikleri ve yerleştirme tekniklerini incelemiş; horizontal yerleştirme tekniğinin tek tabaka uygulama tekniğine oranla istatistiksel olarak daha düşük mikrosızıntı değerleri gösterdiğini bildirirken; Abbas G ve ark. (2003) küçük azı dişlerinde hazırladıkları II.Sınıf kavitelerde, iki farklı ışık kaynağının ve iki farklı yerleştirme tekniğinin mikrosızıntı üzerine etkilerini değerlendirdikleri çalışmalarında; tek tabaka yerleştirme tekniği ile oblik yerleştirme tekniklerini karşılaştırmışlardır. Tek tabaka uygulama

tekniğinin her iki ışık kaynağı kullanımında da oblik tabakalama tekniğine göre anlamlı derecede daha fazla mikrosızıntıya neden olduğunu bildirmişlerdir.

Poskus LT ve ark. (2004) çalışmalarında II.Sınıf adeziv kavitelerin restorasyonlarında horizontal ve tek tabaka uygulama tekniğini mikrosızıntı açısından incelemişlerdir. Kullandıkları horizontal tabakalama tekniği, diğer gruplarını oluşturan tek tabaka uygulama tekniğine göre anlamlı derecede daha düşük mikrosızıntı değerleri göstermiştir. Owens BM ve Johnson WW (2005) yaptıları çalışmalarında V.Sınıf kavitelerde etch&rinse ve self-etch dentin bonding sistemleri, horizontal tabakalama tekniği ve tek tabaka uygulama tekniği ile oluşan mikrosızıntı değerlerini metilen mavisi kullanarak karşılaştırmışlardır. Etch&rinse kullandıkları grupların mikrosızıntı değerleri istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha düşük olarak saptanmıştır. Bununla birlikte V.Sınıf kavitelerin mine ile sonlanan koronal bölgelerindeki sızıntı değerleri dentin ile sonlanan apikal bölgelerine oranla istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha düşük olarak saptanmıştır. Tabakalama tekniklerinin istatistiksel incelemesinde, restorasyon materyali ve kullanılan dentin bonding sistemi ne olursa olsun, horizontal tabakalama tekniği ile restore ettikleri dişlerin mikrosızıntı değerlerinin, kompozit reçine materyalinin tek tabaka olarak uygulandığı dişlere oranla istatistiksel olarak anlamlı düzeyde düşük mikrosızıntı değerleri gösterdiğini bildirmişlerdir. Aynı şekilde Saunders WP ve Moirheat JM (1992) yaptıkları çalışmalarında V.Sınıf kavitelerde yapılan kompozit restorasyonlarda horizontal yerleştirme tekniğinin tek tabaka yerleştirme tekniğine oranla, mikrosızıntının azaltılması açısından istatistiksel olarak anlamlı olduğunu bildirmişlerdir

Duarte S Jr ve Saad JR (2008) oblik, tek tabaka ve önce eksik olan kavite duvarının yapıldığı, ardından horizontal tabakalamanın yapıldığı centripetal teknik kullanarak 60 adet büyük azı dişinde hazırladıkları restorasyonları mikrosızıntı açısından değerlendirmişlerdir. Kullandıkları II.Sınıf kavitelerde, kullandıkları uygulama tekniklerinin oklüzal bölgelerde tek tabaka uygulama tekniğine oranla istatistiksel olarak anlamlı derecede daha etkin olduğunu belirtmişlerdir. Gingival duvarda oluşan mikrosızıntı değerleri incelendiğinde gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark elde etmemişlerdir. Ancak gingival bölgelde incelenen örneklerde kullandıkları tabakalama teknikleri ile restore edilen dişlerin, tek tabaka uygulama

tekniği uyguladıkları dişlere oranla rakamsal olarak daha düşük mikrosızıntı değerleri gösterdiğini bildirmişlerdir.

Çalışmamızda tespit edilen bulguların aksine, yapılan bazı çalışmalarda ise kompozit materyallerinin yerleştirme tekniklerinin mikrosızıntı üzerine istatistiksel olarak anlamlı bir fark göstermediğini bildirmişlerdir (Gallo JR 3rd ve ark. 2000; Aranha AC ve Pimenta LA 2004). Gallo JR 3rd ve ark. (2000) horizontal tabakalama tekniği ile tek tabaka uygulama tekniği arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit etmemişlerdir. Çalışmamızda tek tabakalama uygulama tekniğinde restorasyonların polimerizasyonları matriks bandı takılı iken oklüzal yüzeyden 120 sn süresince ışık uygulanarak sağlanmıştır. Gallo JR 3rd ve ark. ise çalışmalarında tek tabaka uygulama yaptıkları grupta matriks bandının çıkartılmasını takiben bukkal ve lingual yüzeylerden de ışık uygulayarak restorasyonların polimerizasyonlarını gerçekleştirmişlerdir. Çalışmalarında elde edilen polimerizasyonun daha etkin olmasına bağlı olarak, servikal bölgede mikrosızıntı düzeylerinde daha düşük değerler saptadıklarını düşünmekteyiz. Çalışmamızda kontrol grubunda elde edilen mikrosızıntı değerlerinin diğer gruplara oranla istatistiksel olarak anlamlı derecede daha yüksek olmasının nedeni olarak, kompozit reçine materyalinin tek tabaka halinde uygulanmasının yanı sıra, yalnızca oklüzal yüzeyden polimerize edilmesi, polimerizasyon vektörlerinin polimerizasyon büzülmesini bu yönde etkilemiş olması gösterilebilir. Tek tabaka uygulama tekniğinde oluşan mikrosızıntı değerlerinin yüksek olmasının bir başka nedeni olarak ise, kompozit reçine materyalinin bağlandığı yüzey alanlarının çok fazla olması (yüksek C-Faktör) ve dolayısıyla diş restorasyon ara yüzeyinde oluşan polimerizasyon streslerinin artması gösterilmektedir (Davidson CL ve ark. 1984; Feilzer AJ ve ark. 1987; De Gee AF ve ark. 1993).

Aranha AC ve Pimenta LA (2004) 100 adet sığır dişinde hazırladıkları, mine ve dentinde sonlanan 200 adet II.Sınıf slot kavite üzerinde hibrit (Tetric Ceram) ve kondanse edilebilir (Surefil) kompozit reçineleri mikrosızıntı açısından karşılaştırarak stereomikroskopta 35 X büyütmede incelemişlerdir. Hibrit kompozit kullanılan gruplarda oluşan mikrosızıntı değerleri mine ve dentin yüzeylerinde incelendiğinde, kondanse edilebilir kompozit reçine uygulanan gruplara oranla istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha düşük mikrosızıntı değerleri elde edildiği belirtilmiştir. Mine ve dentin yüzeyinde sonlanan kavite preperasyonlarında kullanılan hibrit kompozit

materyali horizontal ve tek tabakalama tekniği açısından değerlendirildiğinde, iki teknik arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır. Ancak mine yüzeylerinde hibrit kompozit ve tabakalama tekniği kullanılarak restore edilen dişlerin, kondanse edilebilir kompozit ve tek tabaka uygulama tekniği kullanılarak restore edilen dişlere oranla istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha düşük mikrosızıntı değerleri gösterdiğini bildirmişlerdir. Retief DH ve ark. (1990) sığır dişlerinin, insan dişlerine oranla istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek mikrosızıntı değerleri gösterdiği bildirilmiştir. Sığır dişlerindeki dentin kanalları insan dişlerindeki dentin kanallarına oranla daha büyük çapta ve yoğunlukta olmasından dolayı bu dişlerde oluşan mikrosızıntı değerleri daha yüksek oranlarda elde edilmektedir. Sığır dişlerindeki mine yapısı ise daha porözdür. Kolay demineralize olur ve bağlanma değerleri insan dişlerine göre daha düşük değerlerde izlenir (Oesterle LJ ve ark. 1998; Lopes MB ve ark. 2009). Bizim çalışmamızda elde ettiğimiz mikrosızıntı değerleri ile Aranha AC ve Pimenta LA'nın elde ettiği mikrosızıntı değerlerinin istatistiksel olarak farklı sonuçlar vermesinin nedeni olarak; araştırmacıların çalışmalarında kullandıkları dişlerin yapısının bizim kullandığımız dişlerin yapısından çok farklı olmasından dolayı kaynaklandığını düşünmekteyiz.

Çalışmamızda farklı tabakalama teknikleri ile birlikte akışkan kompozit reçine materyalinin kullanıldığı grupların (Grup 2-7) mikrosızıntı değerleri ile, horizontal ve oblik tabakalama tekniği ile yalnızca kompozit reçine materyali kullanılarak restore edilen grupların (Grup 1-6) mikrosızıntı değerleri karşılarştırıldığında; akışkan kompozit kullanılan grupların gingival duvarlarında istatistiksel olarak anlamlı derecede daha düşük mikrosızıntı değerleri tespit edilmiştir ($p<0,001$)(Tablo 4.19-4.24).

Düşük elastikiyet modülüsüne sahip olan akışkan kompozitler; kavite geometrisinin ideal olarak sağlanamadığı adeziv restorasyon uygulamalarında, polimerizasyon büzülmesini azaltarak oluşan streslerin dağılımı için stres kırıcı bir bariyer olarak görev almaktadır (Labella R ve ark. 1998; Sadeghi M 2009). Akışkan kompozit reçine materyalleri; düşük viskozite, yüksek elastikiyet ve ıslatabilirlik özellikleri ile kompozit reçine materyallerinin altında kullanılmaktadır. Bu özellikleri nedeni ile II.Sınıf kavitelerin gingival basamağında kompozit reçine materyalleri altında kullanılan akışkan kompozit reçineler, kenar uyumunu arttırarak, mikrosızıntının ve postoperatif hassasiyetin azalmasını sağlamaktadırlar (Estafan D ve ark. 2000; Leevailoj

C ve ark. 2001; Sadeghi M 2009; Sadeghi M ve Lynch CD 2009). Estafan D ve ark. (2000) yaptıkları çalışmalarında gingival basamakta akışkan kompozit reçine materyali kullanımının diş restorasyon arayüzeyinde oluşan mikroaralıklar üzerindeki etkinliğini taramalı elektron mikroskobu kullanarak incelemişlerdir. Akışkan kompozit reçine materyali uyguladıkları grubun, taramalı elektron mikroskobu inceleme sonuçlarında, diş dokuları ile restorasyon yüzeyleri arasında mikroaralık oluşmadığını bildirmişlerdir. Leevailoj C ve ark. (2001) II.Sınıf kavitelerde akışkan kompozit materyalinin mikrosızıntı değerleri üzerine etkisini incelemişlerdir. Araştırmacılar çalışmalarında kullandıkları dişlerin her iki yüzeyine kavite açarak bir yüzeyi akışkan kompozit materyali kullanarak diğer yüzeyi ise akışkan kompozit materyali kullanmadan restore etmişlerdir. Çalışmalarında değerlendirilen mikrosızıntı verilerinin incelenmesi sonucunda akışkan kompozit kullanılan dişlerde istatistiksel olarak anlamlı düzeyde düşük mikrosızıntı değerleri elde ettiklerini bildirmişlerdir.

Adeziv restorasyonlarda polimerizasyon büzülme streslerinin kontrolü diş dokuları ile restorasyon ara yüzeyinde oluşan bağlanmanın kalitesi ile doğrudan ilgilidir. Bağlanmanın kalitesi yerleştirme tekniklerinin yanı sıra materyallerin özellikleri ile de sağlanabilmektedir (Belli S ve ark. 2007). Polimerizasyon süreci boyunca ve fonksiyonel kuvvetler altında oluşacak problermlerin kompanse edilebilmesi için "Elastik Kavite Duvarı" konsepti önerilmektedir (Van Meerbeek B ve ark. 1993; Uno S ve Finger WJ 1995). Akışkan kompozit reçine materyallerin kullanımları; düşük elastikiyet modülüsleri, düşük inorganik doldurucu içerikleri ve mekanik özellikleri nedeniyle yüksek stres içeren durumlar için uygun değildir. Yüksek viskoziteye sahip kompozit reçine materyallerin oluşturduğu polimerizasyon büzülmesi oranlarına yakın büzülme oranları göstermektedirler (Bayne SC ve ark. 1998). Ancak diğer taraftan düşük elastikiyet modülüsüne sahip bir liner materyalinin, diş restorasyon ara yüzeyinde oluşan stresleri azaltacağı bildirilmektedir (Dauvillier DS ve ark. 2000). Yapılan bir çalışmada II.Sınıf kavitelerde akışkan kompozit reçine materyalinin liner olarak kullanılması sonucunda mikrosızıntı değerlerinin azaldığı bildirilmiştir (Belli S ve ark. 2007). Elde edilen bu sonuç, düşük elastikiyet modülüsüne sahip bir materyalin, II.Sınıf adeziv kavitelerde yapılan restorasyonlarda, polimerizasyon büzülme streslerinin oluşturduğu etkilerin kompanse edilmesinde etkili olduğunu göstermektedir. Reçine kompozit materyaller yüksek olan elastikiyet modülüsleri nedeniyle polimerizasyon esnasında oluşan polimerizasyon büzülme streslerini yeterli düzeyde

karşılayamazlar. Bu nedenle akışkan kompozitler düşük elastikiyet modülüslerine bağlı olarak oluşan polimerizasyon büzülmesi streslerini dağıtacak bir materyal olarak kullanılmaktadır (Sadeghi M 2009; Sadeghi M ve Lynch CD 2009). Yapılan bir çok in-vitro çalışmada gingival duvara uygulanan akışkan kompozit reçine materyalinin mikrosızıntı değerlerini azalttığı bildirilmiştir (Leevailoj C ve ark. 2001; Attar N ve ark. 2004; Ölmez A ve ark. 2004).

Çalışmamızda akışkan kompozit reçine materyali kullandığımız Grup 2 ve Grup 7'de oluşan mikrosızıntı değerleri gingival, aksiyal ve proksimal duvarlar birlikte göz önünde bulundurularak incelendiğinde, akışan kompozit reçine materyalinin kullanıldığı bu iki grubun akışkan kompozit kullanılmayan iki gruba (Grup 1, Grup 6) oranla istatistiksel olarak anlamlı derecede daha düşük mikrosızıntı değerleri gösterdiği belirlenmiştir ($p<0,001$)(Tablo 4.5-10). Gingival basamakta oluşan mikrosızıntı değerleri ayrıca incelendiğinde akışkan kompozit reçine materyalinin kullanıldığı Grup 2 ve Grup 7'deki mikrosızıntı değerlerinin, akışkan kompozit kullanılmayan Grup 1 ve Grup 6'daki mikrosızıntı değerlerine göre istatistiksel olarak anlamlı derecede daha düşük oranda olduğu gözlemlenmiştir. Peutzfeldt A ve Asmussen E (2002) 60 adet büyük azı dişi üzerinde yaptıkları çalışmalarında, II. Sınıf kavitelerin gingival basamağında kimyasal olarak sertleşebilen kompozit reçine materyali ve akışkan kompozit reçine materyalinin, mikrosızıntı açısından etkinliği incelemişlerdir. Çalışma yaptıkları dişleri 6 gruba ayırarak grupların iki tanesinde 0,5-1 mm kalınlığında akışkan kompozit reçine materyali kullanmışlardır. Stereomikroskopta inceledikleri örneklerde, mine sınırlarındaki diş restorasyon yüzeyleri arasında oluşan mikrosızıntı değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir sonuç olmadığını bildirmişlerdir. Ancak dentin yüzeylerinde ölçülen mikrosızıntı değerleri incelendiğinde akışkan kompozit reçine materyalinin kullanıldığı iki grubun istatistiksel olarak diğer dört gruptan daha düşük mikrosızıntı değerleri gösterdiğini; bunun nedeni olarak akışkan kompozitlerin polimerizasyon büzülmesini azalttıklarını belirtmişler ve bu materyallerin oluşan streslerin dağılımını sağlayarak stres kırıcı bir bariyer olarak görev aldıklarını bildirmişlerdir. Özellikle büyük boyutlara sahip olan II.Sınıf restorasyonlarda, mikrosızıntı değerlerini azaltmak amacı ile gingival basamakta kullanılan akışkan kompozit reçine materyallerin, geleneksel kompozit reçine materyallerine oranla daha yüksek olan polimerizasyon büzülmelerine rağmen, düşük olan inorganik doldurucu partikül miktarlarına bağlı olarak sahip oldukları düşük viskoziteleri ile kavite yüzeyini

daha iyi örttüğü ve daha yüksek adaptasyon sağlandığı bildirilmiştir (Estafan D ve ark. 2000;Belli S ve ark. 2001; Leevailoj C ve ark. 2001; Peutzfeldt A ve Asmussen E 2002).

Çalışmamızda akışkan kompozit kullanılan grupların gingival bölgelerinde oluşan mikrosızıntı değerleri, yalnızca kompozit reçine materyali kullanılarak restore edilen grupların gingival bölgelerinde oluşan mikrosızıntı değerleri ile karşılaştırıldığında, akışkan kompozit kullanılan grupların istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha düşük mikrosızıntı değerleri gösterdiği belirlenmiştir ($p<0,001$). Aksiyal bölgelerde oluşan mikrosızıntı değerleri karşılaştırıldığında ise, istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamış ancak akışkan kompozit kullanılan grupların rakamsal olarak daha düşük mikrosızıntı değerleri gösterdiği saptanmıştır ($p<0,001$)(Tablo 4.33-38). Peris AR ve ark. (2003) hibrit ve kondanse edilebilir kompozit reçine materyali kullandıkları dişlerin restorasyonları için, iki grupta restorasyonların gingival basamağında 0,5-1 mm'lik akışkan kompozit reçine materyali yerleştirmişlerdir. Horizontal tabakalama tekniği ile tamamlanan restorasyonlar, gümüş nitrat solüsyonunda bekletilerek stereomikroskop altında incelenmiştir. Aksiyal duvardaki mikrosızıntı değerleri incelendiğinde, çalışmamız ile benzer şekilde, kompozit reçine materyalinin, akışkan kompozit olmadan kullanıldığında, en yüksek mikrosızıntı değerini verdiği bildirilmiştir. Akışkan kompozit reçine materyalinin kullanıldığı her iki grup, gingival bölgede oluşan mikrosızıntı değerleri açısından incelendiğinde, akışkan kompozit kullanılmayan diğer iki gruptaki değerlere göre istatistiksel olarak anlamlı derecede daha düşük mikrosızıntı skorları vermişlerdir. Korkmaz Y ve ark.nın 2007 yılında yapmış oldukları çalışmalarında, 80 adet II.Sınıf kavite 8 ayrı gruba ayrılarak kullanılmıştır. Sekiz grup akışkan kompozit reçine materyali kullanılarak ve kullanılmayarak iki ayrı başlık altında toplanmıştır. Çalışmamızın sonuçları ile benzer şekilde, akışkan kompozit reçine kullanılan grupların anlamlı derecede daha düşük mikrosızıntı değerlerine sahip olduklarını belirtmişlerdir.

Radhika M ve ark. (2010) II.Sınıf kavitelerde farklı yerleştirme tekniklerinin mikrosızıntı üzerine etkilerini inceledikleri çalışmalarında, akışkan kompozit reçine materyali ile oblik tabakalama tekniği kullanarak restore ettikleri kavitelerin, prepolimerize kompozit reçine kullanılarak ve standart oblik tabakalama tekniği ile restore edilen kavitelere oranla daha düşük mikrosızıntı sonuçları verdiğini

bildirmişlerdir. Çalışmamızda da benzer şekilde gingival duvarlarda oluşan mikrosızıntı değerleri, akışkan kompozit kullanılarak restore edilen gruplarda (Grup 2, Grup 7) kompozit reçinenin indirekt yöntem ile polimerize edilerek akışkan kompozit ile kullanıldığı gruplara (Grup 5, Grup10) oranla, rakamsal olarak daha düşük değerlerde bulunmuştur. Proksimal ve aksiyal duvarlarda ise Radhika M ve ark.nın bulgularının aksine Grup 5 ve Grup 10'da saptanan mikrosızıntı değerleri, Grup 2 ve Grup 7'de elde edilen mikrosızıntı değerlerine oranla daha düşük bulunmuştur. Çalışmamızda gingival duvarlarda belirlenen mikrosızıntı değerlerinin, akışkan kompozit reçine materyali kullanılan gruplarda (Grup 2, Grup 7) daha düşük oranlarda tespit edilmesi, kompozit reçine materyalin indirekt olarak polimerize edildiği gruplardaki (Grup 5, Grup 10) polimerizasyon mesafesinin daha derin olması ile açıklanabilir. Aksiyal ve proksimal duvarlarda oluşan mikrosızıntı değerlerinin kompozit reçine materyalin indirekt olarak polimerize edildiği gruplarda (Grup 5, Grup 10), akışkan kompozit reçine materyalinin yalnızca gingival basamakta kullanıldığı gruplara (Grup 2, Grup 7) oranla daha düşük olmasının nedeni olarak, kompozit reçine materyalin indirekt olarak polimerize edildiği gruplarda tüm duvarların akışkan kompozit reçine materyali ile örtülmesi ile mikrosızıntı değerlerinin azaltılması olarak düşünülebilir.

2009 yılında Sadeghi M ve Lynch CD tarafından yapılan bir çalışmada araştırmacılar, iki farklı kompozit reçine materyalini, iki farklı ışık kaynağını ve iki farklı tipte akışkan restorasyon materyalini mikrosızıntı açısından incelemişlerdir. Kullanılan akışkan kompozit ve akışkan kompomer restorasyon materyalleri arasında yapılan istatistiksel inceleme sonucunda anlamlı bir fark saptanmamıştır. Akışkan restorasyon materyalinin kompozit ya da kompomer olması farketmeksizin, akışkan materyallerin kullanıldığı gruplar kullanılmayan gruplara oranla istatistiksel olarak anlamlı derecede daha düşük mikrosızıntı değerleri göstermişlerdir. Araştırmacılar çalışmamızın bulguları ile benzer şekilde, farklı ışık kaynakları ya da farklı tipte kompozitlerin kavite içerisine yerleştirilmesinden önce gingival bölgede akışkan restorasyon materyalinin kullanımının, mikrosızıntı açısından anlamlı derecede etkili sonuçlar verdiğini bildirmişlerdir.

Chuang SF ve ark. (2001) yaptıkları çalışmalarında, farklı tecrübeye sahip iki araştırmacının, II. Sınıf kavitelerde farklı viskoziteye sahip iki akışkan kompozit (Revolution, Tetric Flow) ve iki farklı hibrit kompozit (Prodigy, Tetric Ceram)

kullanarak restore ettikleri dişlerde meydana gelen mikrosızıntı değerlerini ve oluşan mikroboşlukları incelemişlerdir. Araştırmacılar gingival bölgede akışkan kompozit kullanımının mikroboşlukların azaltılmasında etkili oduğunu, ancak çalışmamızda elde ettiğimiz verilerin aksine mikrosızıntı değerleri üzerine herhangi bir etkisi olmadığını bildirmişlerdir. Daha düşük viskoziteye sahip olan akışkan kompozit uygulanan gruplarda (Tetric Flow) diş restorasyon arayüzeyinde oluşan mikroboşlukların daha iyi elimine edildiğini bildirmişlerdir. Elde ettikleri bu verilerin ışığında, daha düşük viskoziteye sahip olan akışkan kompozit materyalinin, kompozit konusunda deneyimli bir kişi tarafından uygulandığı takdirde, mikroboşlukları ve beraberinde diş restorasyon arayüzeyinde oluşan bağlanmanın kalitesini arttırdığını bildirmişlerdir. Bayne SC ve ark. (1998) yaptıkları çalışmalarında, farklı viskozitelere sahip bir çok farklı marka akışkan kompozit materyalini, fiziksel ve kimyasal özellikleri açısından incelemişlerdir. Akışkanlık özelliklerini test ettikleri akışkan kompozit reçine materyallerinin bir bölümünün, hibrit kompozit reçine materyallerine yakın derecede yüksek viskozite değerleri gösterdiğini bildirmişlerdir. Mikroboşlukların kapatılması ve daha yüksek kalitede diş restorasyon adaptasyonunun sağlanması için kullanılacak akışkan kompozit materyalinin düşük viskoziteli bir materyal olması gerektiğini belirtmişlerdir. Chuang SF ve ark.nın kullanmış olduğu akışkan kompozit reçine materyallerinin yüksek viskozite özelliğine sahip olmasından dolayı hibrit kompozit reçine materyallerinin yapısına benzer değerler ortaya çıkardığını; çalışmalarında elde ettikleri mikrosızıntı değerlerinin istatistiksel olarak anlamlı olmamasının, kullandıkları akışkan kompozit reçine materyallerinin yapısından kaynaklandığını düşünmekteyiz.

Çalışmamızda fiber materyallerini kullandığımız grupların (Grup 3, Grup 4, Grup 8, Grup 9) mikrosızıntı değerleri gingival ve aksiyal bölgelerde diğer tüm gruplara oranla istatistiksel olarak anlamlı derecede daha düşük olarak belirlenmiştir. Fiber liflerin kullanıldıkları bölgelerde bağlanma dayanımlarını ve kırılma dirençlerini arttırdığı, boyutsal stabiliteyi koruduğu; mikroçatlakları ve polimerizasyon büzülmesini azalttığı bildirilmiştir (Saygili G ve ark. 2003; Xu HH ve ark. 2003; Belli S ve ark. 2006; Belli S ve ark. 2007; Sengun A ve ark. 2008). Xu HH ve ark. (2003) II.Sınıf kompozit restorasyonlarda fiber materyallerinin kullanılmasının, diş restorasyon ara yüzeyindeki bağlanmanı kalitesini arttırdığını ve bunun iki şekilde olduğunu bildirmişlerdir. Öncelikle fiber materyaller, içerisine yerleştirildikleri kompozit tabakasının kapladığı hacmin yerini almakta ve böylelikle kompozitin hacimsel

polimerizasyon büzülme streslerini azaltmaktadır. İkinci olarak kavitenin gingival bölgesine yerleştirilen ilk kompozit tabakasının, ışık kaynağının uygulandığı yöne doğru oluşan polimerizasyon vektörleri nedeni ile diş dokularından ayrılma potansiyelini ortadan kaldırarak, kompozit materyalinin polimerizasyon büzülme streslerine direnç sağlamasına yardımcı olmaktadır. Bu snedenle bağlanmanın kalitesi artmakta ve bunun beraberinde mikrosızıntı değerlerinde azalma olmaktadır. Bununla birlikte basit ve komplike kuron kırıklarında, avülse dişlerin stabilizasyonunda, periodontal splintleme amacıyla, ortodontik splint yapımında, sabit protetik tedavilerde, endodontik post sistemlerinde, derin ya da büyük kavitelerde, diastemaların kapatılması amacıyla restorasyon materyalinin altında, organik matriks ile kombine edilerek kullanılabilmektedirler (Goldberg AJ ve Burstone CJ 1992; Miller TE 1993; Karna JC 1996;Vallittu PK 1999,2004; Ferreira ZA ve ark. 2000; Eskitaşçıoğlu G ve ark. 2002).

Çalışmamızda kullanmış olduğumuz cam fiber ve polietilen fiber liflerin mikrosızıntıya olan etkileri, polimerizasyon büzülmesini ve diş restorasyon ara yüzeyinde oluşan mikroaralık oluşumu azaltmalarına bağlı olarak gözlemlenmiştir. Kulladığımız cam fiber lif materyali everStick NET (Stick Tech Ltd, Turku, Finland) silanlanmış, polietilen fiber lif materyali Ribbond'a (Ribbond, Seattle, WA, USA) göre daha yoğun ve dar bir ağ yapısına sahiptir. Cam fiber materyallerinin reçine matriks ile bağlanma kapasitesinin polietilen fiber materyallerine oranla daha iyi olduğu; mikrosızıntı çalışmalarında kullanılan cam fiber materyallerinin daha düşük mikrosızıntı değerleri gösterdiği yapılan çalışmalarda bildirilmektedir (Kolbeck C ve ark. 2002; Xu HH ve ark. 2003; Hamza TA ve ark. 2004). Bu bilgilere paralel şekilde, çalışmamızda değerlendirdiğimiz gingival duvarda oluşan mikrosızıntı değerleri incelendiğinde cam fiber materyalinin, polietilen fiber materyaline oranla istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha düşük mikrosızıntı değerleri verdiği; incelenen diğer duvarlarda ise cam fiber materyallerin, polietilen fiber materyallerine oranla daha başarılı olduğu görülmüştür.

Çalışmamızda gingival bölgelerde elde etiğimiz mikrosızıntı değerleri fiber materyallerini kullandığımız gruplarda (Grup 3, Grup 4, Grup 8, Grup 9) diğer tüm gruplara oranla istatistiksel olarak anlamlı derecede daha düşük olarak belirlenmiştir. 2007 yılında yapılan bir çalışmada, El-Mowafy O ve ark. (2007) çalışmamızda kullandığımız bazı gruplara benzer şekilde, II.Sınıf kavitelerin gingival bölgelerinde,

kondanse edilebilir kompozit reçine materyalinin altında, cam fiber lif ve polietilen fiber lif kullanılmasının mikrosızıntı değerleri üzerine olan etkilerini incelemişlerdir. Fiber materyallerin kullanıldığı gruplarda ise fiber materyallerini, kavite tabanına uygulanmış olan kompozit reçine materyalinin ilk tabakasının içerisine yerleştirmişlerdir. El-Mowafy O ve ark. çalışmamız ile uyumlu olarak fiber lif kullanılan grupların kullanılmayan gruplara oranla istatistiksel olarak anlamlı derecede daha düşük mikrosızıntı değerleri gösterdiğini bildirmişlerdir. Kullandıkları cam fiber lif ve polietilen lif materyallerinin gingival mikrosızıntı değerleri açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark ortaya koymadığını belirtmişlerdir. Fiber lif materyallerinin kullanımı sonucunda mikrosızıtı değerlerinin azalmasının nedenini olarak, kullanılan fiber materyallerin kompozit reçine materyallerinin yerini doldurduğunu ve polimerizasyon büzülmesini azalttığını; ayrıca fiber materyallerinin uygulanması sonucunda kompozit materyalinin ışık kaynağına uzak olan yüzeyinin, ışığın uygulandığı yöne doğru olan hareketinin engellenmesi için direnç sağladığını belirtmişlerdir.

Belli S ve ark. 2007 yılında yapmış oldukları çalışmalarında tek tabakalama uygulama tekniği, akışkan kompozit kullanımı ve fiber liflerin akışkan kompozitler ile birlikte kullanımının, mikrosızıntı üzerine etkilerini incelemişlerdir. Çalışmalarında kullandıkları II.Sınıf kaviteleri her dişte bir kavite mine sement birleşim sınırının 1 mm altında, diğeri mine sement birleşim sınırının 1 mm üzerinde olacak şekilde konumlandırmışlardır. Hazıradıkları kavite preperasyonları incelendiğinde mine ile sonlanan kavite tipleri bizim çalışmamıza benzer şekilde II.Sınıf slot kavite olarak dizayn edilmiştir. Ancak mine sement sınırının 1 mm altında sonlanan kavitelerin dizaynı, pulpanın perforasyonuna engel olmak amacıyla iki boyutlu kavite dizaynına daha yakın hazılanmıştır. İstatistik inceleme sonucunda, restorasyonların mine sement birleşim sınırının 1 mm üzerinde ya da 1 mm altında olmasının, mikrosızıntı değerlendirilmesi açısından istatistiksel olarak anlamlı olmadığı belirtilmiştir. Mine sement sınırının 1 mm altında hazılanan kavite preperasyonlarının aksiyal bölgelerinde, kullanılan materyallerin (akışkan kompozit/fiber lif) mikrosızıntı değerlerine herhangi bir etkisinin olmadığını bildirmişlerdir. Ancak mine sement sınırının 1 mm üzerinde hazırlanan kavite preperasyonlarında, çalışmamızda elde edilen bulgulara benzer şekilde fiber lifler ve akışkan kompozit kullanılarak restore edilen grupların aksiyal bölgelerinde fiber liflerin kullanılmadığı gruplara oranla istatistiksel olarak anlamlı

düzeyde daha düşük mikrosızıntı değerleri tespit edildiği bildirilmiştir. Araştırmacılar yaptıkları çalışmada mine ile sonlanan gruplar için hazırladıkları kavite tipi çalışmamızdaki kavite tipi ile paralellik göstermektedir. Dentin ile sonlanan gruplarda hazırladıkları kavite tipi ise çalışmamızda kullandığımız kavite tipinden farklı şekilde hazırlanmıştır. Bu nedenle çalışmamızda elde ettiğimiz değerler ile Belli S ve ark.nın çalışmasında elde edilen değerlerin karşılaştrılmasında; araştırmacıların mine sement sınırının 1 mm üzerinde ve bizim çalışmamızda kullandığımız kavite formuna benzer tipte hazırladıkları grupların göz önünde bulundurulması gerektiğini düşünmekteyiz. Dentin ile sonlanan yüzeylerde elde edilen veriler ile çalışmamızda elde edilen verilerin farklı olmasının nedeni, araştırmacıların çalışmalarında kullandıkları bu grupların farklı kavite geometrisine sahip olmasından dolayı kaynaklanabilir

2011 yılında yapılan bir çalışmada Kumbuloğlu O ve ark. direkt ve indirekt kompozit restorasyonların mikrosızıntı değerlerini, restorasyonların yapımları sırasında restorasyonların altında fiber lif ağ örgü kullanarak incelemişlerdir. Stereomikroskopota incelenen örneklerde öncelikle indirekt restorasyonların simantasyonu için kullanılan reçine simanın kalınlığının mikrosızıntı açısından etkinliği incelenmiş, reçine siman kalınlığının mikrosızıntı açısından istatistiksel olarak anlamlı sonuçlar vermediği bildirilmiştir. Çalışmamızda elde edilen bulguların aksine, uygulanan indirekt ve direkt restorasyon tekniklerinin mikrosızıntı değerleri açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark göstermediği bildirilmiştir. Ancak cam fiber lif ağ örgü materyali kullanılan grupların kullanılmayan diğer iki gruba oranla istatistiksel olarak daha düşük mikrosızıntı değerleri gösterdiği, restorasyonların direkt ya da indirekt teknikle hazırlanmasına bakılmaksızın, fiber lif kullanımının çalışmamızda elde ettiğimiz bulgulara benzer şekilde, mikrosızıntı değerlerini istatistiksel olarak anlamlı derecede azalttığı bildirilmiştir.

Ozel E ve Soyman M (2009) yaptıkları çalışmalarında II. Sınıf kavitelerde farklı yerleştirme tekniklerinin, akışkan komzpozit reçine materyallerin ve fiber liflerin uygulanmasının mikrosızıntı ve polimerizasyon büzülmesi açısından etkinliğini incelemişlerdir. Çalışmamızın bulguları ile uyumlu olarak horizontal tabakalama tekniği ile uygulanan kompozit reçine materyallerinin, tek tabaka tekniği ile restore edilen gruplardaki örneklere göre istatistiksel olarak anlamlı derecede daha az mikrosızıntı değerleri gösterdiği bildirilmiştir. Yalnızca akışkan kompozit kullanılan gruplar

kullanılmayan gruplara oranla rakamsal olarak daha düşük mikrosızıntı değerleri gösterirken, çalışmamızda elde edilen bulguların aksine, bu iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır. Ancak mikrosızıntı değerleri bu gruplar için çalışmamızla benzerlik göstermiştir. Fiber lif ağ örgü uygulanan grupların istatistiksel analizi sonucunda ise, fiber lif kullanılan grupların istatistiksel olarak anlamlı derecede daha düşük mikrosızıntı değerleri gösterdiği ve kullanılan iki farklı fiber lif ağ örgü materyali arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı bildirilmiştir. Çalışmamızda gingival, aksiyal ve proksimal duvarlarda oluşan mikrosızıntı alanları ayrı ayrı ve bir arada göz önünde bulundurularak incelendiğinde, fiber lif uygulanan grupların istatistiksel olarak anlamlı derecede daha az mikrosızıntı değerleri gösterdiği ortaya konmuştur. İncelediğimiz dişlerin gingival, aksiyal ve proksimal duvar alanlarında oluşan toplam mikrosızıntı değerleri istatistiksel olarak incelendiğinde cam fiber lif ağ örgü kullanılan gruplar ile polietilen fiber ağ örgü kullanılan gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır. Ancak gingival bölgede oluşan mikrosızıntı değerleri incelendiğinde cam fiber lif ağ örgü kullanılan grupların polietilen fiber ağ örgü kullanılan gruplara oranla istatistiksel olarak anlamlı derecede daha düşük mikrosızıntı değerleri gösterdiği saptanmıştır. Bununla birlikte kontrol grubunda kullanmış olduğumuz tek tabaka uygulama tekniği ile yapılan restorasyonlar, kompozit reçine materyalinin tabakalama yöntemi ile uygulandığı gruplara göre Ozel E ve Soyman M'nin yapmış oldukları çalışmada bildirilen mikrosızıntı değerlerine benzer şekilde, istatistiksel olarak anlamlı derecede daha yüksek mikrosızıntı değerleri göstermiştir. II. Sınıf kavite restorasyonlarında kullanılan fiber lif ağ örgü materyalleri, dişlerin restorasyonlarında kullanılan kompozit hacminin oranını düşürerek, oluşacak polimerizasyon büzülmesinin azalmasını ve dolayısıyla mikrosızıntı değerlerinin daha düşük oranlarda olmasını sağladığını düşünmekteyiz.

Kompozit reçine materyallerin en büyük dezavatajı olan polimerizasyon büzülmesi sonucunda oluşan hacimsel değişiklikler, kompozit reçine materyalinin diş dokuları ile bağlandığı bölgelerde klinik olarak saptanamayan gerilimlere yol açmaktadır. Bu gerilimler nedeniyle restorasyon yüzeyi ve diş dokularının adaptasyonunun yeterli derecede iyi olması engellenir. Tüm bu faktörlere bağlı olarak yetersiz olan adaptasyon ile oluşan mikroaralıklar, ağız içindeki termal ve mekanik streslerin de eklenmesi ile, meydana gelecek olan mikrosızıntının temel nedenini

oluşturmaktadırlar (Bausch JR ve ark. 1982; Eick JD ve Welch FH 1986; Rueggeberg FA ve ark. 1994; Versluis A ve ark. 2004; Sarret DC 2005). Polimerizasyon büzülmesini kontrol altında tutmak ve dolayısıyla diş restorayon sınırında oluşacak mikroaralıkları engellemek, bununla birlikte oluşan mikrosızıntının önüne geçmek amacıyla kompozit reçine materyallerin farklı yerleştirme teknikleri, farklı polimerizasyon tipleri, farklı restorasyon yöntemleri ve materyal seçenekleri kullanılmaktadır (Wahab FK ve Shaini FJ 2003; Braga RR ve Ferracane JL 2004; Mjör IA 2005).

Çalışmamızda kompozit reçine materyalinin indirekt olarak polimerizasyonu ile restore edilen gruplar (Grup 5, Grup 10) aksiyal duvarlar ve gingival, aksiyal ve proksimal duvarlardaki toplam mikrosızıntı değerleri göz önünde bulundurulduğunda, fiber lif ağ örgü kullanılan grupların (Grup 3, Grup 4, Grup 8, Grup 9) dışındaki tüm gruplardan istatistiksel olarak anlamlı derecede daha düşük mikrosızıntı değerleri göstermiştir ($p<0,001$) (Tablo 4.8-10-36-41). Gingival duvarlarda ise fiber lif ağ örgü kullanılan gruplar (Grup 3, Grup 4, Grup 8, Grup 9) ve akışkan kompozit kullanılan gruplar (Grup 2, Grup 7) haricindeki diğer üç grup (Kontrol Grubu, Grup 1, Grup 6) ile karşılaştırıldığında, indirekt kompozit kullanılan grupların istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha düşük mikrosızıntı değerleri gösterdiği tespit edilmiştir. Mine ile sonlanan proksimal duvarlarda oluşan mikrosızıntı değerleri incelendiğinde indirekt olarak polimerizasyonu sağlanan kompozit kullanılan grupların en düşük mikrosızıntı değerleri gösterdiği bulunmuştur ($p<0,001$) (Tablo 4.50-55).

Çalışmamızda nanohibrit direkt kompozit reçine materyali indirekt yöntemle polimerize edilmiş; ışık ile sertleşen akışkan kompozit reçine materyali ile kavite içerisine yerleştirilmiştir. Kompozit reçinelerde reaksiyona girmeyen monomerlerin, materyalin kenar uyumu ve fiziksel özellikleri açısından olumsuz etkileri olması nedeniyle, indirekt yöntem ile uygulanacak kompozit reçinelerin polimerizasyonunun ısı ve ışık ile yapılması önerilmektedir (Wendt SL ve Leinfelder KF 1990; Thordrup M ve ark. 1994). Yapılan çalışmalarda ısı ile gerçekleştirilen ilave polimerizasyon sonucunda konversiyon oranının ve kompozit materyalinin dayanıklılığının arttığı ortaya konmuştur (Ruyte IE ve Svendsen SA 1978; Loza-Henrerol MA ve ark. 1998). Adeziv restorasyonlarda indirekt sistemler tercih edildiğinde, dual cure reçine materyallerinin, restorasyonların altında kalan derin bölgelerde daha güvenilir

polimerizasyon sağlayacağı bildirilmiştir (Ziskind D ve ark. 1998; Duquia RCS ve ark. 2006). Bu nedenle indirekt yöntem ile hazırlanan adeziv restorasyonlarda kullanılan kompozit reçine materyalinin indirekt kompozit, yapıştırıcı kompozit materyalinin ise dual-cure özellikte olması aranılan başlıca niteliklerdir. Ancak çalışmamızın planlamasında diğer deney gruplarında nanohibrit direkt kompozit reçine materyali ve ışık ile polimerize olan akışkan kompozit reçine materyali kullanılmıştır. Çalışmamızın sonuçlarını değerlendirirken tüm parametreleri sabit tutabilmek amacıyla indirekt olarak polimerize edilen kompozit restorasyonların yapımı için direkt kompozit reçine materyali, dişe adaptasyonu için ışık ile sertleşen akışkan kompozit reçine materyali tercih edilmiştir. Filho SC ve ark. (2009) yaptıkları çalışmalarında hazırladıkları indirekt kompozit inleyleri, dual cure reçine siman ve akışkan kompozit reçine materyali ile 2,5 mm x 4 mm x 1,5 mm boyutlarındaki kavitelere simante etmiş, her iki materyal arasında mikrosızıntı değerleri açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığını belirtmişlerdir. Hazırladığımız II. Sınıf slot kavitelerin boyutları (4 mm x 5 mm x 2 mm) ve indirekt yöntemin kullanıldığı gruplarda (Grup 5, Grup 10) ışığın uygulama yönleri göz önünde bulundurulduğunda, uygulanan ışığın akışkan kompozit materyalinin polimerizasyonu için yeterli olduğu kanısındayız. Çalışmamızın mikrosızıntı sonuçlarının istatistiksel incelemesi sonucunda elde edilen değerler de; polimerizasyonun ve kullanılan yöntemin uygun olabileceğine işaret etmektedir. Ancak çalışmamızda indirekt kompozit sistemleri ve dual-cure kompozit kullanıldığı takdirde daha düşük mikrosızıntı değerleri elde edileceğini; klinikte indirekt adeziv restorasyonların rutin uygulamalarında indirekt kompozit sistemlerinden ve dual-cure kompozit kullanımından vazgeçilmemesi gerektiğini düşünmekteyiz.

Kompozit reçine materyallerin indirekt olarak polimerize edilerek kullanılmaları ve benzer indirekt restorasyon yöntemleri polimerizasyon büzülmesinin azaltılmasında ve diş restorasyon ara yüzeyinde oluşacak kontakt noktalarının daha kusursuz şekilde oluşturulabilmesinde etkili olacaktır (Ziskind D ve ark. 1998; Wahab FK ve Shaini FJ 2003). Ağız dışında polimerize edilen inley, onlay restorasyonlar, kompozit insertler gibi seçenekler, polimerizasyon büzülmesinin materyel kavite içerisine yerleştirilmeden önce elimine edilmesinden dolayı tercih edilmektedirler (Radhika M ve ark. 2010). Polimerizasyon büzülmesinin, kompozit reçine materyallerin yapısını oluşturan organik reçine matriks fazından dolayı kaynaklandığı göz önünde bulundurulduğunda; kompozit reçine materyallerinin, polimerize olacak organik reçine matriks oranını düşürmek için

yapılacak işlemlerin, polimerizasyon büzülmesini azaltmakta etkili olacağı düşünülmektedir (Wahab FK ve Shaini FJ 2003). Organik reçine matriks oranını düşürmek için başvurulan başlıca yöntem, polimerizasyon büzülmesini anlamlı derecede azalttığı bildirilmiş olan inorganik doldurucu oranını arttırmak olmuştur. Bu amaçla klinik uygulamalarda kompozit reçine materyalinin içerisine eklenen prepolimerize insertler, materyalin organik matriks oranının azaltılmasında etkili bir yöntem olarak bildirilmektedir (Chung KH 1990; Wahab FK ve Shaini FJ 2003). Ancak inorganik doldurucu partikül oranını arttırmak materyalin elastik modülüsünün fazlasıyla arttırılmasının beraberinde diş restorasyon arayüzeyinde oluşan stresleri de arttıracaktır (Wahab FK ve Shaini FJ 2003). Bu nedenle direkt restorasyon yöntemlerinde, organik reçine matriks miktarını azaltmak ve böylelikle oluşacak polimerizasyon büzülmesinin önüne geçmek amacıyla uygulanacak diğer bir başka yöntem; kavite içerisine yerleştirilmiş kompozit reçine materyalinin polimerizasyonundan önce, materyalin yer alacağı hacmi büyük oranda dolduracak, polimerizasyonu önceden tamamlanmış ve polimerizasyon büzülmesi elimine edilmiş indirekt kompozit reçineler ile restorasyonların tamamlanması yöntemidir (Ziskind D ve ark. 1998; Soares CJ ve ark. 2005; Filho SC ve ark. 2009).

Çalışmamızda gingival, aksiyal ve proksimal duvarlarda toplam mikrosızıntı değerleri incelendiğinde, kompozit reçine materyalin indirekt olarak uygulandığı gruplar (Grup 5, Grup 10), fiber liflerin kullanıldığı grupların dışında tüm gruplardan istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha düşük mikrosızıntı değerleri göstermiştir ($p<0,001$) (Tablo 4.8-13). Aksiyal duvarda incelenen mikrosızıntı verileri değerlendirildiğinde, kompozit reçine materyalin indirekt olarak hazırlandığı iki grubun, fiber lif kullanılan grupların dışındaki gruplarla karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük mikrosızıntı değerleri gösterdiği belirlenmiştir ($p<0,001$) (Tablo 4.36-41). Ziskind D ve ark. (1998) yapmış oldukları çalışmalarında, direkt kompozit restorasyonların, kompozit ve seramik inleylerin mikrosızıntı açısından etkinliğini incelemişlerdir. II.Sınıf kavite preparasyonlarını kompozit reçine materyalini horizontal olarak yerleştirerek, indirekt kompozit inleyler ve seramik inleyler ile restore etmişlerdir. Mikrosızıntı değerleri oklüzal bölgeden (aksiyal duvarda) kaynaklanan ve servikal bölgeden (gingival duvarda) kaynaklanan sızıntı olarak ayrı ayrı skorlanmıştır. Oklüzal bölgeden kaynaklanan sızıntı değerleri incelendiğinde, kompozit reçine ile restore edilen ve kompozit inley kullanılan grupların sızıntı değerlerinin dentin

yüzeyine ulaşmadığı, mine ile sınırlı kaldığı belirlenmiştir. Belirlenen üç gruptaki mikrosızıntı değerleri incelendiğinde, seramik inley kullanılan gruptaki mikrosızıntı değerlerinin istatistiksel olarak anlamlı derecede diğer iki gruptan daha yüksek olduğu bildirilmiştir. Servikal bölgeden kaynaklanan sızıntı değerleri incelendiğinde, kompozit ve seramik inley ile restore edilen grupların, horizontal tabakalama tekniği ile restore edilen gruba oranla istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha düşük mikrosızıntı değerleri gösterdiği belirtilmiştir. Kompozit ve seramik inley restorasyonların mikrosızıntı değerleri incelendiğinde, kompozit inley kullanılan grubun daha başarılı sonuçlar verdiği ancak iki grup arasında istatitiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı bildirilmiştir. Araştırmacılar çalışmamızın sonuçlarına benzer şekilde indirekt kompozit inley restorasyonların, direkt kompozit uygulanması ile karşılaştırıldığında, mikrosızıntının önlenmesinde etkili olarak kullanılabileceğini belirtmişlerdir. 2003 yılında Wahab FK ve Shaini FJ'nin yapmış oldukları bir çalışmada, indirekt yöntem ile hazırlanan kompozit insertler direkt yöntem ile karşılaştırılarak, mikrosızıntı açısından etkinlikleri incelenmiştir. Araştırmacılar toplam kompozit kütlesinin içerisine yerleştirilen kompozit insertlerin kullanımının, polimerize olmamış kompozit hacmini azaltarak, oluşacak polimerizasyon büzülmesinin önüne geçileceğini belirtmişlerdir. Çalışmada kompozit insertler ile elde edilen bulgular, bizim çalışmamızda indirekt uygulama yöntemi ile elde ettiğimiz bulgular ile benzerlik göstermiştir.

Çalışmamızda II.Sınıf slot kavitelerin proksimal bölgelerinde, mine ile sonlanan yüzeylerin mikrosızıntı değerleri incelendiğinde, kompozit reçine materyalinin indirekt yöntem ile uygulandığı iki grubun (Grup 5, Grup 10), istatistiksel olarak anlamlı derecede en düşük mikrosızıntı değerleri gösterdiği belirlenmiştir ($p<0,001$) (Tablo 4.50-55). Yapılan literatür incelemesinde, II.Sınıf kavitelerde direkt ve indirekt kompozit restorasyon uygulama tekniklerinin mikrosızıntı açısından karşılaştırıldığı bir çok çalışma bulunmaktadır (Soares CJ ve ark. 2005; Duquia Rde C ve ark. 2006; Fruits TJ ve ark. 2006). Soares CJ ve ark.nın (2005) yapmış oldukları bir çalışmada, direkt ve indirekt kompozit restorasyon tekniklerinin mikrosızıntı açısından etkinliğini incelenmişlerdir. II.Sınıf slot kaviteleri iki ayrı gruba ayırarak direkt ve indirekt restorasyon tekniklerini uygulamışlardır. Stereomikroskopta incelenen örneklerin mikrosızıntı değerleri incelendiğinde çalışmamızla benzer şekilde, dentin ile sonlanan bölgelerde, mine ile sonlanan bölgelere oranla daha yüksek mikrosızıntı değerleri saptanmıştır. Dentin ile sonlanan diş restorasyon ara yüzeylerinde oluşan mikrosızıntı

değerleri incelendiğinde, çalışmamıza benzer şekilde indirekt restorasyonların istatistiksel olarak anlamlı derecede daha düşük mikrosızıntı değerleri gösterdiği bildirilmiştir. Mine ile sonlanan bölgeler göz önünde bulundurulduğunda direkt ve indirekt teknik arasında, çalışmamızda elde ettiğimiz bulgulardan farklı olarak istatistiksel düzeyde anlamlı bir fark bulunmamıştır ancak direkt teknik ile restore edilen dişlerde rakamsal olarak daha yüksek mikrosızıntı değerleri saptanmıştır.

Fruits TJ ve ark. (2006) yaptıkları çalışmalarında, direkt ve indirekt kompozit restorasyonları, mikrosızıntı açısından karşılaştırmışlardır. II.Sınıf kavite preperasyonlarını, dişin bir yüzeyinde mine sement birleşim hattının 0,5-1 mm altında, diğer yüzeyinde mine sement birleşim hattının 0,5-1 mm üzerinde hazırlamışlardır. Altı farklı bağlayıcı ajan kullandıkları gruplardan, direkt restorasyon ile restore edilen gruplarda, kompozit reçine materyali 2 mm kalınlığı aşmayacak şekilde horizontal tabakalar halinde uygulanmıştır. İndirekt gruplarda uygulanan restorasyonlar, laboratuvar şartlarında indirekt olarak polimerize edildikten sonra reçine siman ile kavite içerisine simante edilmiştir. Mikrosızıntı aşamalarının tamamlanmasının ardından, proksimal yüzeylere paralel olacak şekilde 0,25 mm'lik 6 tur aşındırma yapılarak, toplam sızıntı uzunlukları, toplam yüzey uzunluklarına bölünerek, toplam mikrosızıntı değerleri yüzde olarak hesaplanmıştır. Kaydedilen mikrosızıntı değerleri gingival bölge için incelendiğinde mine sement birleşim sınırının altında ve üzerinde yapılan her iki grupta da indirekt restorasyonların istatistiksel olarak anlamlı derecede daha düşük mikrosızıntı değerleri gösterdiği belirtilmiştir. Bizim çalışmamızda da gingival bölgede oluşan mikrosızıntı değerleri karşılaştırıldığında, restorasyonların indirekt olarak tamamlandığı gruplarda (Grup 5, Grup 10) incelenen mikrosızıntı değerlerinin, standart tabakalama teknikleri kullanılan gruplara (Grup K, Grup 1, Grup 6) oranla istatistiksel olarak düşük olduğu saptanmıştır. Toplam mikrosızıntı değerleri incelendiğinde indirekt kompozit restorasyonların uygulandığı grubun sızıntı değerlerinin, çalışmamızda elde ettiğimiz verilere benzer şekilde istatistiksel olarak anlamlı derecede daha düşük mikrosızıntı değerleri verdiği bildirilmiştir.

2006 yılında Duquia Rde C ve ark.nın yapmış oldukları bir çalışmada, direkt ve indirekt kompozit uygulama tekniklerinin mikrosızıntı açısından etkinlikleri değerlendirilmiştir. Çalışmalarında II.Sınıf kavite preperasyonlarını oblik tabakalama tekniği ile direkt restorasyon yöntemi ve indirekt restorasyon yöntemi ile, iki farklı

kompozit reçine materyali kullanarak laboratuvar şartlarında hazırlayarak restore etmişlerdir. Mine ve dentin yüzeylerinde oluşan mikrosızıntı değerleri incelendiğinde, çalışmamızda elde ettiğimiz bulguları destekler şekilde, mine ile sonlanan restorasyon sınırlarında, kimyasal yapısı ve içeriği fark etmeksizin indirekt restorasyonların daha başarılı sonuçlar verdiğini bildirmişlerdir. Ancak dentin ile sonlanan diş restorasyon sınırlarında, direkt ya da indirekt restorasyon yöntemlerin mikrosızıntı değerleri açısından anlamsız olduğu bildirilmiştir. Bizim de çalışmamızda elde edilen değerler indirekt restorasyonların mine yüzeylerinde en başarılı sonuçları verdiği yönündedir. Dentin ile sonlanan yüzeyler ve gingival, aksiyal ve proksimal duvarlar toplam olarak incelendiğinde ise indirekt yöntemin, direkt uygulama ile tamamlanan akışkan kompozit ile fiber liflerin ve yalnızca akışkan kompozitin kullanıldığı gruplara (Grup 2, Grup 3, Grup 4, Grup 7, Grup 8, Grup 9) oranla daha yüksek sızıntı değerleri gösterdiği; kompozit reçine materyalinin tek tabaka, horizontal ve oblik olarak tek başına kullanıldığı gruplara (Grup K, Grup 1, Grup 6) oranla daha düşük mikrosızıntı değerleri gösterdiği saptanmıştır.

Çalışmamızda tüm gruplarda gingival duvarlarda oluşan mikrosızıntı değerleri, proksimal ve aksiyal duvarlarda oluşan mikrosızıntı değerlerine oranla istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha fazla tespit edilmiştir. Bir çok çalışma gingival bölgedeki mikrosızıntının oklüzal bölgede oluşan mikrosızıntı değerlerine oranla daha fazla olduğunu bildirmektedir (Hilton TJ ve ark. 1997; Brunton PA ve ark. 2004). Gingival bölgede mikrosızıntı değerlerinin fazla olmasının nedeni olarak, kompozit reçine materyallerde oluşan polimerizasyon büzülmesinin restorasyonun merkezine, mine restorasyon birleşim sınırına ve ışık kaynağının uygulandığı yöne doğru olduğu bildirilmektedir (Pereira RA ve ark. 2008). Mikrosızıntı çalışmalarında restorasyon materyallerinin özelliklerinin yanı sıra, bağlanmanın oluştuğu diş dokularının özellikleri de çok önem göstermektedir (Civelek A ve ark. 2003). Boyutsal stabilitenin bozulmasına bağlı olarak, mineye oranla daha düşük bağlanma gösteren dentin yüzeyinde, diş dokuları ile restorasyon arasında mikro boşluklar daha fazla olmaktadır. Buna bağlı olarak mine yüzeylerinde daha yüksek oranda bağlanma ve daha düşük mikrosızıntı gözlemlenirken; dentin yüzeylerinde daha düşük oranda bağlanma ve daha yüksek mikrosızıntı gözlemlenmektedir.

Mikrosızıntı ölçümü ile ilgil yapılan, klinik şartları taklit etmeye yönelik *in vitro* çalışmalar, kullanılan materyallerin hakkında yorum yapılabilmesine yardımcı olmaktadır. Materyallerin *in vivo* olarak değerlendirilmesi ise gerçek klinik performansları belirlenmesi için daha etkili olacaktır. Bu nedenle daha uzun süreli ve daha fazla sayıda klinik çalışmaların yapılmasının gerekliliği geçerliliğini korumaktadır. Mikrosızıntı değerlerinin II.Sınıf kaviteler ile *in vivo* olarak incelendiği araştırmalar, ağız ortamında bulunan etkenler ile birlikte daha somut veriler elde edilmesine olanak sağlayacağı için ve en doğru sonuçları vereceği için, çalışmamızda elde edilen verilerin *in vivo* çalışmalar ile desteklenmesinin gerektiği düşüncesindeyiz.

SONUÇLAR :

1. Horizontal ve oblik tabakalama tekniği, tek tabaka uygulama tekniği ile karşılaştırıldığında, gingival, aksiyal ve proksimal duvarlarda mikrosızıntı değerleri azalmaktadır.

2. Horizontal ve oblik tabakalama tekniği ile elde edilen mikrosızıntı değerleri arasında fark saptanmamıştır. Ancak oblik tabakalama tekniği ile elde edilen mikrosızıntı değerleri rakamsal olarak daha düşüktür.

3. Akışkan kompozit reçine materyalinin kullanılması gingival duvarda mikrosızıntıyı azaltmaktadır.

4. Akışkan kompozit reçine ile birlikte cam fiber ve polietilen fiber ağ örgü kullanılması, diğer tüm tekniklere oranla, gingival, aksiyal ve proksimal duvarlarda mikrosızıntıyı azaltmaktadır.

5. Akışkan kompozit reçine ile birlikte cam fiber ağ örgü kullanılması, polietilen fiber ağ örgü kullanılmasına oranla, gingival duvarda mikrosızıntıyı azaltmaktadır.

6. Kompozit reçine materyalinin indirekt yöntem ile uygulanması; horizontal, oblik ve tek tabaka uygulama tekniği ile karşılaştırıldığında gingival, aksiyal ve proksimal duvarlarda mikrosızıntı değerleri azalmaktadır.

7. Kompozit reçine materyalinin indirekt yöntem ile uygulanması ve akışkan kompozit reçine materyalinin kullanılması sonucunda gingival duvarda elde edilen mikrosızıntı değerleri arasında fark saptanmamıştır. Ancak akışkan

kompozit reçine materyalinin kullanılması ile elde edilen mikrosızıntı değerleri rakamsal olarak daha düşüktür.

8. Kompozit reçine materyalinin indirekt yöntem ile uygulanması; akışkan kompozit reçine materyalinin tek başına kullanılmasına oranla, aksiyal ve proksimal duvarlarda mikrosızıntıyı azaltmaktadır.

9. Kompozit reçine materyalinin indirekt yöntem ile uygulanması, diğer tüm uygulama tekniklerine oranla proksimal duvarda mikrosızıntıyı azaltmaktadır.

10. Kompozit reçine materyalinin indirekt yöntem ile uygulanması, akışkan kompozit reçine ile birlikte cam fiber ve polietilen fiber ağ örgü kullanılması dışındaki diğer tüm uygulama tekniklerine oranla, gingival, aksiyal ve proksimal duvarlarda mikrosızıntıyı azaltmaktadır.

KAYNAKLAR

Abbas G, Fleming GJ, Harrington E, Shortall AC, Burke FJ. (2003). Cuspal movement and microleakage in premolar teeth restored with a packable composite cured in bulk or in increments. *J Dent,* 31(6),437-44.

Abuabara A, Santos AJ, Aguiar FH, Lovadino JR. (2004). Evaluation of microleakage in human, bovine and swine enamels. *Braz Oral Res,* 18(4),312-6.

Alani AH, Toh CG. (1997). Detection of microleakage around dental restorations: a review. *Oper Dent,* 22(4),173-85.

Albers HF. (2002). Tooth Colored Restoratives Principles and Techniques ninth edition. Canada, BC Decker Inc, 111-125.

Amaral CM, de Castro AK, Pimenta LA, Ambrosano GM. (2002). Influence of resin composite polymerization techniques on microleakage and microhardness. *Quintessence Int,* 33(9),685-9.

Applequist EA, Meiers JC. (1996). Effect of bulk insertion, prepolymerized resin composite balls, and beta-quartz inserts on microleakage of Class V resin composite restorations. *Quintessence Int,* 27(4),253-8.

Aranha AC, Pimenta LA. (2004). Effect of two different restorative techniques using resin-based composites on microleakage. *Am J Dent,* 17(2),99-103.

Ariyoshi M, Nikaido T, Foxton RM, Tagami J. (2010). fluence of filling technique and curing mode on the bond strengths of composite cores to pulpal floor dentin. *Dent Mater J,* 29(5),562-9.

Attar N, Turgut MD, Güngör HC. (2004). The effect of flowable resin composites as gingival increments on the microleakage of posterior resin composites. *Oper Dent,* 29(2),162-7.

Ausiello P, Davidson CL, Cascone P, DeGee AJ, Rengo S. (1999). Debonding of adhesively restored deep Class II MOD restorations after functional loading. *Am J Dent,* 12(2),84-8.

Avery JK. (2001). Oral Development and Histology. 3rd Edition . New York, Thieme.

Aw TC, Nicholls JI. (2001). Polymerization shrinkage of densely-filled resin composites. *Oper Dent,* 26(5),498-504.

Aydin C, Yilmaz H, Cağlar A. (2002). Effect of glass fiber reinforcement on the flexural strength of different denture base resins. *Quintessence Int,* 33(6),457-63.

Bagheri M, Ghavamnasiri M. (2008). Effect of cavosurface margin configuration of Class V cavity preparations on microleakage of composite resin restorations. *J Contemp Dent Pract,* 9(2),122-9.

Baum L, Philips RW, Lund MR. (1995). Textbook of Operative Dentistry. USA, W.B.Saunders Company.

Bausch JR, de Lange K, Davidson CL, Peters A, de Gee AJ. (1982). Clinical significance of polymerization shrinkage of composite resins. *J Prosthet Dent,* 48(1),59-67.

Bayne SC, Heymann HO, Swift EJ Jr. (1994) Update on dental composite restorations. *J Am Dent Assoc,* 125(6),687-701.

Bayne SC, Thompson JY. (2006). Biomaterials. In: Theodore M Robertson ed Sturdevant's Art and Science of Operative Dentistry. 5th edition. St. Louis, Mosby, 137-242.

Bayne SC, Thompson JY, Swift EJ, Stamatiades P, Wilkerson M. (1998). A characterization of first-generation flowable composites. *J. Am. Dent. Assoc,* 129,567-577.

Belli S, Cobankara FK, Eraslan O, Eskitascioglu G, Karbhari V. (2006). The effect of fiber insertion on fracture resistance of endodontically treated molars with MOD cavity and reattached fractured lingual cusps. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater,* 79(1),35-41.

Belli S, Inokoshi S, Ozer F, Pereira PN, Ogata M, Tagami J. (2001). The effect of additional enamel etching and a flowable composite to the interfacial integrity of Class II adhesive composite restorations. *Oper Dent,* 26(1),70-5.

Belli S, Orucoglu H, Yildirim C, Eskitascioglu G. (2007). The effect of fiber placement or flowable resin lining on microleakage in Class II adhesive restorations. *J Adhes Dent,* 9(2),175-81.

Bergenholtz G, Cox CF, Loesche WJ, Syed SA. (1982). Bacterial leakage around dental restorations: its effect on the dental pulp. *J Oral Pathol,* 11(6),439-50.

Berrong JM, Weed RM, Young JM. (1990). Fracture resistance of Kevlar-reinforced poly(methyl methacrylate) resin: a preliminary study. *Int J Prosthodont,* 3(4),391-5.

Beznos C. (2001). Microleakage at the cervical margin of composite Class II cavities with different restorative techniques. *Oper Dent,* 26(1),60-9.

Björk N, Ekstrand K, Ruyter IE. (1986). Implant-fixed, dental bridges from carbon/graphite fibre reinforced poly(methyl methacrylate). *Biomaterials,* 7(1),73-5.

Bowen RL, Eichmiller FC, Marjenhoff WA. (1991). Glass-ceramic inserts anticipated for 'megafilled' composite restorations. *J Am Dent Assoc,* 122(3),71-75.

Bowen RL, Marjenhoff WA. (1992). Dental composites/glass ionomers: the materials. *Adv Dent Res,* 6,44-9.

Braden M, Davy KW, Parker S, Ladizesky NH, Ward IM. (1988). Denture base poly(methyl methacrylate) reinforced with ultra-thin modulus polyethylene fibers. *Br Dent J,* 164(4),109-13.

Braga RR, Ballester RY, Ferracane JL. (2005). Factors involved in the development of polymerization shrinkage stress in resin-composites: a systematic review. *Dental Materials,* 21,962-970.

Braga RR, Boaro LC, Kuroe T, Azevedo CL, Singer JM. (2006). Influence of cavity dimensions and their derivatives (volume and 'C' factor) on shrinkage stress development and microleakage of composite restorations. *Dent Mater,* 22(9),818-23.

Braga RR, Ferracane JL. (2004). Alternatives in polymerization contraction stress management. *Crit Rev Oral Biol Med,* 15(3),176-84.

Brunton PA, Kassir A, Dashti M, Setcos JC. (2004) Effect of different application and polymerization techniques on the microleakage of proximal resin composite restorations *in vitro*. *Oper Dent*, 29(1),54-9.

Bullard RH, Leinfelder KF, Russell CM. (1988). Effect of coefficient of thermal expansion of microleakage. *J Am Dent Assoc,* 116,871-874.

Buonocore MG. (1955). A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces. *J Dent Res,* 34(6),849-53.

Burgess JO, Norling BK, Rawls HR, Ong JL. (1996). Directly placed esthetic restorative materials-the continuum. *Compend Contin Educ Dent,* 17(8),731-48.

Butterworth C, Ellakwa AE, Shortall A. (2003). Fibre-reinforced composites in restorative dentistry. Dent Update, 30(6),300-6.

Carvalho RM, Pereira JC, Yoshiyama M, Pashley DH. (1996). A review of polymerization contraction: the influence of stress development versus stress relief. *Oper Dent,* 21(1),17-24.

Chaitra TR, Subba Reddy VV, Devarasa GM, Ravishankar TL. (2010). Flowable resin used as a sealant in molars using conventional, enameloplasty and fissurotomy techniques: an *in vitro* study. *J Indian Soc Pedod Prev Dent,* 28(3),145-50.

Charbeneau GT. (1988). Principles and Practice of Operative Dentistry. 3th Ed. Lea & Febiger Philadelphia, 159-164.

Charlton DG, Moore BK, Swartz ML. (1992). *İn vitro* evaluation of the use of resin liners to reduce microleakage and improve retention of amalgam restorations. *Oper Dent,* 17(3),112-9.

Choi KK, Condon JR, Ferracane JL. (2000). The effects of adhesive thickness on polymerization contraction stress of composite. *J Dent Res,* 79(3),812-7.

Chuang SF, Liu JK, Chao CC, Liao FP, Chen YH. (2001) Effects of flowable composite lining and operator experience on microleakage and internal voids in class II composite restorations. *J Prosthet Dent,* 85(2),177-83.

Civelek A, Ersoy M, L'Hotelier E, Soyman M, Say EC. (2003). Polymerization shrinkage and microleakage in Class II cavities of various resin composites. *Oper Dent,* 28(5),635-41.

Coelho Santos MJ, Santos GC Jr, Nagem Filho H, Mondelli RF, El-Mowafy O. (2004). Effect of light curing method on volumetric polymerization shrinkage of resin composites. *Oper Dent,* 29(2),157-61.

Cohen PA. (1992). Meta-analysis: application to clinical dentistry and dental education. *J Dent Educ,* 56(3),172-5.

Condon JR, Ferracane JL. (2002) Reduced polymerization stress through non-bonded nanofiller particles. *Biomaterials,* 23(18),3807-15

Craig RG. (1982). Chemistry, composition, and properties of composite resins. *Dent Clin North Am,* 25(2),219-39.

Crispin BJ. (2002). Indirect composite restorations: alternative or replacement for ceramic? *Compend Contin Educ Dent,* 23(7),611-8.

Danesh G, Davids H, Reinhardt KJ, Ott K, Schäfer E. (2004). Polymerisation characteristics of resin composites polymerised with different curing units. *J Dent,* 32(6),479-88.

Dauvillier BS, Aarnts MP, Feilzer AJ. (2000). Developments in shrinkage control of adhesive restoratives. *J Esthet Dent,* 12(6),291-9.

Davidson CL, de Gee AJ, Feilzer A. (1984). The competition between the composite-dentin bond strength and the polymerization contraction stress. *J Dent Res,* 63(12),1396-9.

Davidson CL, de Gee AJ. (1984). Relaxation of polymerization contraction stresses by flow in dental composites. *J Dent Res,* 63(2),146-8.

Davidson CL, Feilzer AJ. (1997). Polymerization shrinkage and polymerization shrinkage stress in polymer-based restoratives. *J Dent,* 25(6),435-40.

Davis N. (2003). A nanotechnology composite. *Compend Contin Educ Dent,* 24(9),662-70.

Dayangaç B. (2000). Kompozit Rezin Restorasyonlar. Ankara, Güneş Kitapevi Ltd Sti.

De Gee AF, Feilzer AJ, Davidson CL. (1993). True linear polymerization shrinkage of unfilled resins and composites determined with a linometer. *Dent Mater,* 9(1),11-4.

De Munck J, Van Landuyt K, Peumans M, Poitevin A, Lambrechts P, Braem M, Van Meerbeek B. (2005). A critical review of the durability of adhesion to tooth tissue: methods and results. *J Dent Res,* 84(2),118-32.

DeBoer J, Vermilyea SG, Brady RE. (1984). The effect of carbon fiber orientation on the fatigue resistance and bending properties of two denture resins. *J Prosthet Dent,* 51(1),119-21

Déjou J, Sindres V, Camps J. (1996). Influence of criteria on the results of *in vitro* evaluation of microleakage. *Dent Mater,* 12,342-349.

Deliperi S, Bardwell DN, Papathanasiou A, Kastali S, García-Godoye F. (2004). Microleakage of a microhybrid composite resin using three different adhesive placement techniques. *J Adhes Dent,* 6(2),135-9.

Deliperi S, Bardwell DN. (2002). An alternative method to reduce polymerization shrinkage in direct posterior composite restorations. *J Am Dent Assoc,* 133(10),1387-98.

Dewaele M, Truffier-Boutry D, Devaux J, Leloup G. (2006). Volume contraction in photocured dental resins: the shrinkage-conversion relationship revisited. *Dent Mater,* 22(4),359-65.

Di Renzo M, Ellis TH, Sacher E, Stangel I. (2001). A photoacoustic FTIRS study of the chemical modifications of human dentin surfaces: II. Deproteination. *Biomaterials,* 22(8),793–7.

Di Renzo M, El Feninat F, Jimenez-Esquivel B. (1998). Adhesion to dentin: the role of cheical reactions in surface modification. *Can J Chem,* 76(1),1–6.

Dietschi D, Bindi G, Krejci I, Davidson CL. (2002). Marginal and internal adaptation of stratified compomer-composite Class II restorations. *Oper Dent,* 27(5),500-9.

Driessens FC. (1977). Chemical adhesion in dentistry. *Int Dent J,* 27(4),317-323.

Duarte S Jr, Dinelli W, da Silva MH. (2007). Influence of resin composite insertion technique in preparations with a high C-factor. *Quintessence Int,* 38(10),829-35.

Duarte S Jr, Saad JR. (2008). Marginal adaptation of Class 2 adhesive restorations. *Quintessence Int,* 39(5),413-9.

Duke ES. (1993). Adhesion and its application with restorative materials. *Dent Clin North Am,* 37(3),329-40.

Duke ES. (1992). Clinical studies of adhesive systems. *Oper Dent,* Suppl 5,103-110.

Duke ES. (2003). Has dentistry moved into the nanotechnology era? *Compend Contin Educ Dent,* 24(5),380-2.

Duquia R de C, Osinaga PW, Demarco FF, de V Habekost L, Conceição EN. (2006). Cervical microleakage in MOD restorations: *in vitro* comparison of indirect and direct composite. *Oper Dent,* 31(6),682-7.

Dyer RS, Lassila LV, Jokinen M, Vallittu PK. (2004). Effect of fiber position and orientation on fracture load of fiber-reinforced composite. *Dent Mater,* 20(10),947-55.

Eick JD, Cobb CM, Chappell RP, Spencer P, Robinson SJ. (1991). The dentinal surface: its influence on dentinal adhesion. Part I. *Quintessence Int,* 22(12),967-77.

Eick JD, Welch FH. (1986). Polymerization shrinkage of posterior composite resins and its possible influence on postoperative sensitivity. *Quintessence Int,* 17(2),103-11.

Ekstrand K, Ruyter IE, Wellendorf H. (1987). Carbon/graphite fiber reinforced poly (methyl methacrylate): properties under dry and wet conditions. *J Biomed Mater Res,* 21(9),1065-80.

Ellakwa AE, Shortall AC, Marquis PM. (2002). Influence of fiber type and wetting agent on the flexural properties of an indirect fiber reinforced composite. *J Prosthet Dent,* 88(5),485-90.

El-Mowafy O, El-Badrawy W, Eltanty A, Abbasi K, Habib N. (2007). Gingival microleakage of Class II resin composite restorations with fiber inserts. *Oper Dent,* 32(3),298-305.

Ermis RB, De Munck J, Cardoso MV, Coutinho E, Kirsten L,Landuyt V, Poitevin A, Lambrechts P, van Meerbeek B. (2008). Bond strength of self-etch adhesives to dentin prepared with three different diamond burs. *Dent Mater,* 2,978-85.

Eskitascioglu G, Belli S, Kalkan M. (2002). Evaluation of two post core systems using two different methods (fracture strength test and a finite elemental stress analysis). *J Endod,* 28(9),629-33.

Estafan D, Estafan A, Leinfelder KF. (2000). Cavity wall adaptation of resin-based composites lined with flowable composites. *Am J Dent,* 13(4),192-4.

Fabianelli A, Sgarra A, Goracci C, Cantoro A, Pollington S, Ferrari M. (2010). Microleakage in class II restorations: open vs closed centripetal build-up technique. *Oper Dent,* 35(3),308-13.

Federlin M, Thonemann B, Hiller KA, Fertig C, Schmalz G. (2002). Microleakage in class II composite resin restorations: application of a clearing protocol. *Clin Oral Investig,* 6(2),84-91.

Federlin M, Thonemann B, Schmalz G. (2000). Inserts--megafillers in composite restorations: a literature review. *Clin Oral Investig,* 4(1),1-8.

Feilzer AJ, De Gee AJ, Davidson CL. (1990). Relaxation of polymerization contraction shear stress by hygroscopic expansion. *J Dent Res,* 69(1),36-39.

Feilzer AJ, De Gee AJ, Davidson CL. (1987). Setting stress in composite resin in relation to configuration of the restoration. *J Dent Res,* 66(11),1636-9.

Fennis WM, Tezvergil A, Kuijs RH, Lassila LV, Kreulen CM, Creugers NH, Vallittu PK. (2005). In vitro fracture resistance of fiber reinforced cusp-replacing composite restorations. *Dent Mater,* 21(6),565-72.

Ferrari M, Davidson CL. (1996). Sealing performance of Scotchbond Multi-Purpose-Z100 in Class II restorations. *Am J Dent,* 9(4),145-9.

Ferreira ZA, de Carvalho EK, Mitsudo RS, Bergamo PM. (2000). Bondable reinforcement ribbon: clinical applications. *Quintessence Int,* 31(8),547-52.

Freilich MA, Karmaker AC, Burstone CJ, Goldberg AJ. (1998). Development and clinical applications of a light-polymerized fiber-reinforced composite. *J Prosthet Dent,* 80(3),311-8.

Freilich MA, Meiers JC, Duncan JP, Goldberg AJ. (2000). Fiber-reinforced composites in clinical dentistry. Chicago, Quintessence Pub Co: 8-14, 30-54, 55-69.

Freilich MA, Meiers JC. (2004). Fiber-reinforced composite prostheses. *Dent Clin North Am,* 48(2),545-62.

Fruits TJ, Knapp JA, Khajotia SS. (2006). Microleakage in the proximal walls of direct and indirect posterior resin slot restorations. *Oper Dent,* 31(6),719-27.

Gale MS, Darvell BW, Cheung GS. (1994). Three-dimensional reconstruction of microleakage pattern using a sequential grinding technique. *J Dent,* 22(6),370-5.

Gallo JR 3rd, Bates ML, Burgess JO. (2000). Microleakage and adaptation of Class II packable resin-based composites using incremental or bulk filling techniques. *Am J Dent,* 13(4),205-8.

Going RE. (1972). Microleakage around dental restorations: a summarizing review. *J Am Dent Assoc,* 84,1349–1357

Goldberg AJ, Burstone CJ. (1992). The use of continuous fiber reinforcement in dentistry. *Dent Mater,* 8(3),197-202.

Grave AM, Chandler HD, Wolfaardt JF. (1985). Denture base acrylic reinforced with high modulus fibre. *Dent Mater,* 1(5),185-7.

Gwinnett AJ, Kanca J 3rd. (1992). Micromorphological relationship between resin and dentin *in vivo* and *in vitro*. *Am J Dent,* 5(1),19-23.

Gwinnett JA, Tay FR, Pang KM, Wei SH. (1995). Comparison of three methods of critical evaluation of microleakage along restorative interfaces. *J Prosthet Dent,* 74,575–585.

Hakimeh S, Vaidyanathan J, Houpt ML, Vaidyanathan TK, Von Hagen S. (2000). Microleakage of compomer class V restorations: effect of load cycling, thermal cycling, and cavity shape differences. *J Prosthet Dent,* 83(2),194-203.

Haller B, Trojanski A. (1998). Effect of multi-step dentin bonding systems and resin-modified glass ionomer cement liner on marginal quality of dentin-bonded resin composite Class II restorations. *Clin Oral Investig,* 2(3),130-6.

Hammesfahr PD, Huang CT, Shaffer SE. (1987). Microleakage and bond strength of resin restorations with various bonding agents. *Dent Mater,* 3(4),194-9.

Hampson EL. (1980). Hampson's Textbook of Operative Dentistry London, Heinemann Medical Books.

Hamza TA, Rosenstiel SF, Elhosary MM, Ibraheem RM. (2004). The effect of fiber reinforcement on the fracture toughness and flexural strength of provisional restorative resins. *J Prosthet Dent,* 91(3),258-64.

Hansen EK. (1984). Effect of Scotchbond dependent on cavity cleaning, cavity diameter and cavosurface angle. *Scand J Dent Res,* 92(2),141-7.

He Z, Shimada Y, Sadr A, Ikeda M, Tagami J. (2008). The effects of cavity size and filling method on the bonding to Class I cavities. *J Adhes Dent,* 10(6),447-53.

Heintze S, Forjanic M, Cavalleri A. (2008). Microleakage of Class II restorations with different tracers--comparison with SEM quantitative analysis. *J Adhes Dent,* 10(4),259-67.

Heintze SD. (2007). Systematic reviews: I. The correlation between laboratory tests on marginal quality and bond strength. II. The correlation between marginal quality and clinical outcome. *J Adhes Dent,* Suppl 1,77-106.

Heymann HO, Bayne SC. (1993). Current concepts in dentin bonding: focusing on dentinal adhesion factors. *J Am Dent Assoc,* 124(5),26-36.

Hilton TJ, Ferracane JL. (1998). Cavity preparation factors and microleakage of Class II composite restorations filled at intraoral temperatures. *Am J Dent,* 12(3),123-30.

Hilton TJ, Schwartz RS, Ferracane JL. (1997). Microleakage of four Class II resin composite insertion techniques at intraoral temperature. *Quintessence Int,* 28(2),135-44.

Hilton TJ. (2002). Can modern restorative procedures and materials reliably seal cavities? *İn vitro* investigations. Part 2. *Am J Dent,* 15(4),279-89.

Hiraishi N, Kitasako Y, Nikaido T, Nomura S, Burrow MF, Tagami J. (2003). Effect of artificial saliva contamination on pH value change and dentin bond strength. *Dent Mater,* 19(5),429-34.

Hofmann N, Siebrecht C, Hugo B, Klaiber B. (2003). Influence of curing methods and materials on the marginal seal of class V composite restorations *in vitro*. *Oper Dent,* 28(2),160-7.

Idriss S, Abduljabbar T, Habib C, Omar R. (2007). Factors associated with microleakage in Class II resin composite restorations. *Oper Dent,* 32(1),60-6.

Imazato S, Tarumi H, Kato S, Ebisu S. (1999). Water sorption and colour stability of composites containing the antibacterial monomer MDPB. *J Dent,* 27(4),279-83.

ISO-Standards. (2003). ISO/TS 11405 Dental Materials-Testing of Adhesion to Tooth Structure Geneve: International Organization for Standardization. 2nd edition. 1-16.

Jackson RD, Morgan M. (2000). The new posterior resins and a simplified placement technique. *J Am Dent Assoc,* 131(3),375-83.

Jagger DC, Harrison A, Jandt KD. (1999). The reinforcement of dentures. *J Oral Rehabil,* 26(3),185-94.

Jain P, Cobb D. (2002). Evaluation of a glass-fiber-reinforced, bonded, inley-supported fixed partial denture 4 year results. *Compend Contin Educ Dent,* 23(9),779-94.

Jansen van Rensburg BG. (1995). Oral Biology. IL, Quintessence Publishing Co Inc, 271-280.

Jayasooriya PR, Pereira PN, Nikaido T, Burrow MF, Tagami J. (2003). The effect of a "resin coating" on the interfacial adaptation of composite inleys. *Oper Dent,* 28(1),28-35.

Jedrychowski JR, Bleier RG, Caputo AA. (2001). Shrikage stresses associated with incremental composite filling techniques in conservative Class II restorations. *ASDC J Dent Child,* 68(3),161-7.

Jensen ME, Chan DJN. (1985). Polymerisation shrinkage and microleakage: International symposium on posterior composite resin dental restorative materials. G. Vanharla, DC Smith, Peter Szulc, Publishing co. Netherlands, 243-262.

Kanca J 3rd. (1989). Microleakage of five dentin bonding systems. *Dent Mater,* 5(6),415-6.

Karna JC. (1996). A fiber composite laminate endodontic post and core. *Am J Dent,* 9(5),230-2.

Kenyon BJ, Frederickson D, Hagge MS. (2007). Gingival seal of deep Class II direct and indirect composite restorations. *Am J Dent,* 20(1),3-6.

Keyf F, Uzun G. (2000). The effect of glass fibre-reinforcement on the transverse strength, deflection and modulus of elasticity of repaired acrylic resins. *Int Dent J,* 50(2),93-7.

Kidd EA. (1976). Microleakage: a review. *J Dent,* 4(5),199-206.

Kleverlaan CJ, Feilzer AJ. (2005). lymerization shrinkage and contraction stress of dental resin composites. *Dent Mater,* 21(12),1150-7.

Kolbeck C, Rosentritt M, Behr M, Lang R, Handel G. (2002). In vitro study of fracture strength and marginal adaptation of polyethylene-fibre-reinforced-composite versus glass-fibre-reinforced-composite fixed partial dentures. *J Oral Rehabil,* 29(7),668-74.

Koray F, Yücel T. (2002). Kompozitin ön dişlerde kullanımı. *TDBD*, 71,16-23.

Koray F. (1981). Diş Çürükleri. 1. Baskı İstanbul. Dünya Tıp Kitabevi.

Korkmaz Y, Ozel E, Attar N. (2007). Effect of flowable composite lining on microleakage and internal voids in Class II composite restorations. *J Adhes Dent,* 9(2),189-94.

Krejci I, Besek M, Lutz F. (1994). Clinical and SEM study of Tetric resin composite in posterior teeth: 12-month results. *Am J Dent,* 7(1),27-30.

Kubo S, Yokota H, Yokota H, Hayashi Y. (2004). Microleakage of cervical cavities restored with flowable composites. *Am J Dent,* 17(1),33-7.

Kumbuloglu O, Tezvergil-Mutluay A, Saracoglu A, Lippo Vj L, Pekka K V. (2011). Marginal adaptation and microleakeage of directly and indirectly made fiber reinforced composite inleys. *Open Dent J,* 16(5),33-8.

Labella R, Lambrechts P, Van Meerbeek B, Vanherle G. (1999). Polymerization shrinkage and elasticity of flowable composites and filled adhesives. *Dent Mater,* 15(2),128-37.

Ladizesky NH, Ho CF, Chow TW. (1992). Reinforcement of complete denture bases with continuous high performance polyethylene fibers. *J Prosthet Dent,* 68(6),934-9.

Latta MA, Naughton WT. (2005). Bonding and curing considerations for incipient and hidden caries. *Dent Clin North Am,* 49(4),889-904.

Lee IB, Cho BH, Son HH, Um CM, Lim BS. (2006). The effect of consistency, specimen geometry and adhesion on the axial polymerization shrinkage measurement of light cured composites. *Dent Mater,* 22(11),1071-9.

Lee IB, Cho BH, Son HH, Um CM. (2005). A new method to measure the polymerization shrinkage kinetics of light cured composites. *J Oral Rehabil,* 32(4),304-14.

Lee IB, Son HH, Um CM. (2003). Rheologic properties of flowable, conventional hybrid, and condensable composite resins. *Dent Mater,* 19(4),298-307.

Lee JH, Um CM, Lee IB. (2006). Rheological properties of resin composites according to variations in monomer and filler composition. *Dent Mater,* 22(6),515-26.

Lee MR, Cho BH, Son HH, Um CM, Lee IB. (2007). Influence of cavity dimension and restoration methods on the cusp deflection of premolars in composite restoration. *Dent Mater,* 23(3),288-95.

Leevailoj C, Cochran MA, Matis BA, Moore BK, Platt JA. (2001). Microleakage of posterior packable resin composites with and without flowable liners. *Oper Dent,* 26(3),302-7.

Leinfelder KF. (1991). Using composite resin as a posterior restorative material. *J Am Dent Assoc,* 122(4),65-70.

Li Y, Swartz ML, Phillips RW, Moore BK, Roberts TA. (1985). Effect of filler content and size on properties of composites. *J Dent Res,* 64(12),1396-401.

Lim BS, Ferracane JL, Sakaguchi RL, Condon JR. (2002). Reduction of polymerization contraction stress for dental composites by two-step light-activation. *Dent Mater,* 18(6),436-44.

Lindberg A, van Dijken JW, Hörstedt P. (2005). *İn vivo* interfacial adaptation of class II resin composite restorations with and without a flowable resin composite liner. *Clin Oral Investig,* 9(2),77-83.

Linde A, Goldberg M. (1993). Dentinogenesis. *Crit Rev Oral Biol Med,* 4,679–728.

Lopes MB, Consani S, Gonini-Júnior A, Moura SK, McCabe JF. (2009). Comparison of microleakage in human and bovine substrates using confocal microscopy. *Bull Tokyo Dent Coll,* 50(3),111-6.

Loza-Henrerol MA, Rueggeberg FA, Caughman WF, Schuster GS, Lefebvre CA, Gardner FM. (1998). Effect of heating delay on conversion and strength of a post-cured resin composite. *J Dent Res,* 77(2),426-31.

Lutz F, Krejci I, Barbakow F. (1991). Quality and durability of marginal adaptation in bonded composite restorations. *Dent Mater,* 7(2),107-13.

Lutz F, Phillips RW. (1983). A classification and evaluation of composite resin systems. *J Prosthet Dent,* 50(4),480-8.

Malmström HS, Schlueter M, Roach T, Moss ME. (2002). Effect of thickness of flowable resins on marginal leakage in class II composite restorations. *Oper Dent,* 27(4),373-80.

Malquarti G, Berruet RG, Bois D. (1990). Prosthetic use of carbon fiber-reinforced epoxy resin for esthetic crowns and fixed partial dentures. *J Prosthet Dent,* 63(3),251-7.

Manhart J, Kunzelmann KH, Chen HY, Hickel R. (2000). Mechanical properties and wear behavior of light-cured packable composite resins. *Dent Mater,* 16(1),33-40.

Manisalı Y, Koray F. (1982). Ağız Diş Embriyolojisi ve Histolojisi. İstanbul. Yenilik Basımevi.

Manley TR, Bowman AJ, Cook M. (1979). Denture bases reinforced with carbon fibres. *Br Dent J,* 146(1),25.

Martin N, Jedynakiewicz N. (1998). Measurement of water sorption in dental composites. *Biomaterials,* 19(1-3),77-83.

Mason PN, Ferrari M, Cagidiaco MC, Davidson CL. (1996). Shear bond strength of four dentinal adhesives applied *in vivo* and *in vitro*. *J Dent,* 24(3),217-22.

McCabe JF, John F. çev. Emine Nayır. (1999). Diş Hekimliği Maddeler Bilgisi. 7.bs. İstanbul, İstanbul Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Yayınları.

McCabe JF, Walls AWG. (2008). Applied Dental Materials. 9th edition. Oxford, UK, Blackwell Publishing Ltd.

Meiers JC, Kazemi RB, Donadio M. (2003). The influence of fiber reinforcement of composites on shear bond strengths to enamel. *J Prosthet Dent,* 89(4),388-93.

Miller TE, Hakimzadeh F, Rudo DN. (1995). Immediate and indirect woven polyethylene ribbon--reinforced periodontal-prosthetic splint: a case report. *Quintessence Int,* 26(4),267-71.

Miller TE. (1993) A new material for periodontal splinting and orthodontic retention. *Compendium,* 14(6),800-806.

Mitra SB, Wu D, Holmes BN. (2003). An application of nanotechnology in advanced dental materials. *J Am Dent Assoc,* 134(10),1382-1390.

Mjör IA, Smith DC. (1985). Detailed evaluation of six Class 2 amalgam restorations. *Oper Dent,* 10(1),17-21.

Mjör IA. (2005). Clinical diagnosis of recurrent caries. *J Am Dent Assoc,* 136(10),1426-33.

Mjör IA. (2002). Normal Structure and Physiology. IA Mjor editor Pulp-Dentin Biology in Restorative Dentistry, IL, Quintessence Publishing Co, Inc.

Mjör IA. (1998). The location of clinically diagnosed secondary caries. *Quintessence Int,* 29,313-17.

Monteiro PM, Manso MC, Gavinha S, Melo P. (2010). Two-year clinical evaluation of packable and nanostructured resin-based composites placed with two techniques. *J Am Dent Assoc,* 141(3),319-29.

Montes MA, de Goes MF, Ambrosano GM, Duarte RM, Sobrinho LC. (2003). The effect of collagen removal and the use of a low-viscosity resin liner on marginal adaptation of resin composite restorations with margins in dentin. *Oper Dent,* 28(4),378-87.

Moon PC, Tabassian MS, Culbreath TE. (2002). Flow characteristics and film thickness of flowable resin composites. *Oper Dent,* 27(3),248-53.

Moszner N, Klapdohr S. (2004). Nanotechnology for dental composites. *Int J of Nanotechnology,* 1,130-156.

Murchison DF, Roeters J, Vargas MA, Chan DCN. (2006). Direct anterior restorations. In: Fundamentals of Operative Dentistry, A Contemporary Approach, Ed(s), Summit, JB, Robbins, JW, Hilton, TJ, Schwartz, RS. Illinois, Quintessence Publishing Co Inc, 261-288.

Nakabayashi N, Kojima K, Masuhara E. (1982). The promotion of adhesion by the infiltration of monomers into tooth substrates. *J Biomed Mater Res,* 16,265-73.

Nakabayashi N, Pashley DH. (1998). Hybridization of dental hard tissues. Osaka, Quintessence Publishing Co Inc. 29-31.

Nakajima M, Sano H, Burrow MF, Tagami J, Yoshiyama M, Ebisu S, Ciucchi B, Russell CM, Pashley DH. (1995). Tensile bond strength and SEM evaluation of caries-affected dentin using dentin adhesives. *J Dent Res,* 74(10),1679-88.

Neves AD, Discacciati JA, Orêfice RL, Jansen WC. (2002). Correlation between degree of conversion, microhardness and inorganic content in composites. *Pesqui Odontol Bras,* 16(4),349-54.

Neves AD, Discacciati JA, Oréfice RL, Yoshida MI. (2005). Influence of the power density on the kinetics of photopolymerization and properties of dental composites. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater,* 72(2),393-400.

Newbrun E. (1989). Cariology. USA, quintessence Publishing Co Inc.

Nicholson JW. (2002) The Chemistry of Medical and Dental Materials. UK, The RSC Publishing.

O'Brien WJ. (2002) Dental Materials and Their Selection. 3rd ed. Canada, Quintessence Pub Co Inc.

Oberholzer TG, Du Preez IC, Kidd M. (2005). Effect of LED curing on the microleakage, shear bond strength and surface hardness of a resin-based composite restoration. *Biomaterials,* 26(18),3981-6.

Oesterle LJ, Shellhart WC, Belanger GK. (1998). The use of bovine enamel in bonding studies. *Am J Orthod Dentofacial Orthop,* 114(5),514-9.

Oliveira LC, Duarte S Jr, Araujo CA, Abrahão A. (2010) Effect of low-elastic modulus liner and base as stress-absorbing layer in composite resin restorations. *Dent Mater,* 26(3),159-69.

Olmez A, Oztas N, Bilici S. (1998). Microleakage of resin composite restorations with glass-ceramic inserts. *Quintessence Int,* 29(11),725-9.

Olmez A, Oztas N, Bodur H. (2004). The effect of flowable resin composite on microleakage and internal voids in class II composite restorations. *Oper Dent,* 29(6),713-9

Ortengren U, Andersson F, Elgh U, Terselius B, Karlsson S. (2001). Influence of pH and storage time on the sorption and solubility behaviour of three composite resin materials. *J Dent,* 29(1),35-41.

Owens BM, Johnson WW. (2005). Effect of insertion technique and adhesive system on microleakage of Class V resin composite restorations. *J Adhes Dent,* 7(4),303-8.

Ozcan M, Pfeiffer P, Nergiz I. (2002). Marginal adaptation of ceramic inserts after cementation. *Oper Dent,* 27(2),132-6.

Ozel E, Korkmaz Y, Attar N. (2008). Influence of location of the gingival margin on the microleakage and internal voids of nanocomposites. *J Contemp Dent Pract,* 9(7),65-72.

Ozel E, Soyman M. (2009). Effect of fiber nets, application techniques and flowable composites on microleakage and the effect of fiber nets on polymerization shrinkage in class II MOD cavities. *Oper Dent,* 34(2),174-80.

Pagniano RP, Johnston WM. (1996). Three-year effect of unfilled resin dilution on water sorption of a light-cured microfill and hybrid composite resin. *J Prosthet Dent,* 75(4),364-6.

Palin WM, Fleming GJ. (2003). Low-shrink monomers for dental restorations. *Dent Update,* 30(3),118-22.

Pashley D. (2002). Pulpodentin Complex. KM Hargreves, Goodis HE editor Seltzer and Bender's Dental Pulp, IL, Quintessence Pub Co Inc. 63-93.

Pashley EL, Talman R, Horner JA, Pashley DH. (1991). Permeability of normal versus carious dentin. *Endod Dent Traumatol,* 7(5),207-11.

Payne JH 4th. (1999). The marginal seal of Class II restorations: flowable composite resin compared to injectable glass ionomer. *J Clin Pediatr Dent,* 23(2),123-30.

Perdigão J. (2007). New developments in dental adhesion. *Dent Clin North Am,* 51(2),333–357.

Pereira RA, Araujo PA, (2008). Castañeda-Espinosa JC, Mondelli RF. Comparative analysis of the shrinkage stress of composite resins. *J Appl Oral Sci*, 16(1),30-4.

Peris AR, Duarte S Jr, de Andrade MF. (2003). Evaluation of marginal microleakage in class II cavities: effect of microhybrid, flowable, and compactable resins. *Quintessence Int,* 34(2),93-8.

Perry R, Kugel G, Leinfelder K. (1999). One-year clinical evaluation of SureFil packable composite. *Compend Contin Educ Dent*, 20(6),544-53.

Petrulyte S. (2008). Advanced textile materials and biopolymers in wound management. *Dan Med Bull,* 55(1),72-7.

Peutzfeldt A. (1997). Resin composites in dentistry: the monomer systems. *Eur J Oral Sci,* 105(2),97-116.

Pintado MR, Douglas WH. (1988). The comparison of microleakage between two different dentin bonding resin systems. *Quintessence Int,* 19(12),905-7.

Pioch T, Staehle HJ, Duschner H, Garcia-Godoy F. (2001). Nanoleakage at the composite-dentin interface: a review. *Am J Dent,* 14,252-258.

Poskus LT, Placido E, Cardoso PE. (2004). Influence of adhesive system and placement technique on microleakage of resin-based composite restorations. *J Adhes Dent,* 6(3),227-32.

Powell DB, Nicholls JI, Yuodelis RA, Strygler H. (1994). A comparison of wire- and Kevlar-reinforced provisional restorations. *Int J Prosthodont,* 7(1),81-9.

Powers JM, Sakaguchi RL. (2006). Resin composite restorative materials. In: Craig's restorative dental materials, Twelfth Ed. Ed(s) Powers JM, Sakaguchi RL. USA, Mosby.

Qvist V. (1993). Resin restorations: leakage, bacteria, pulp. *Endod Dent Traumatol,* 9(4),127-52.

Radhika M, Sajjan GS, Kumaraswamy BN, Mittal N. (2010). Effect of different placement techniques on marginal microleakage of deep class-II cavities restored with two composite resin formulations. *J Conserv Dent,* 13(1),9-15.

Raygot CG, Chai J, Jameson DL. (2001). Fracture resistance and primary failure mode of endodontically treated teeth restored with a carbon fiber-reinforced resin post system *in vitro*. *Int J Prosthodont.,* 14(2),141-5.

Reeves GW, Fitchie JG, Scarbrough AR, Hembree JH. (1990). Microleakage of Gluma Bond, Scotchbond 2 and a glass ionomer/composite sandwich technique. *Am J Dent,* 3(5),195-8.

Roberson TM, Heymann HO, Swift EJ. (2006). Theodore M Robertson ed Sturdevant's Art and Science of Operative Dentistry. 5th edition. St. Louis, Mosby.

Roberts HW, Charlton DG, Murchison DF. (2001). Repair of non-carious amalgam margin defects. *Oper Dent,* 26(3),273-6.

Rosler S. (2010). Transparent teeth: A powerful educational tool. *Roots,* 4,30-31.

Roulet JF, Reich T, Blunck U, Noack M. (1989). Quantitative margin analysis in the scanning electron microscope. *Scanning Microsc,* 3(1),147-58.

Rudo DN, Karbhari VM. (1999). Physical behaviors of fiber reinforcement as applied to tooth stabilization. *Dent Clin North Am,* 43(1),7-35.

Rueggeberg FA, Caughman WF, Curtis JW Jr. (1994). Effect of light intensity and exposure duration on cure of resin composite. *Oper Dent,* 19(1),26-32.

Rueggeberg FA, Tamareselvy K. (1995). Resin cure determination by polymerization shrinkage. *Dent Mater,* 11(4),265-8.

Rueggeberg FA. (1999). Contemporary issues in photocuring. *Compend Contin Educ Dent Suppl,* (25),4-15.

Ruyter IE, Svendsen SA. (1978). Remaining methacrylate groups in composite restorative materials. *Acta Odontol Scand,* 36(2),75-82.

Sabatini C, Blunck U, Denehy G, Munoz C. (2010). Effect of pre-heated composites and flowable liners on Class II gingival margin gap formation. *Oper Dent,* 35(6),663-71.

Saboia V de P, Pimenta LA, Ambrosano GM. (2002). Effect of collogen removal on microleakage of resin composite restorations. *Oper Dent,* 27, 38-43.

Sadeghi M, Lynch CD. (2009). The effect of flowable materials on the microleakage of Class II composite restorations that extend apical to the cemento-enamel junction. *Oper Dent,* 34(3),306-11.

Sadeghi M. (2009). Influence of flowable materials on microleakage of nanofilled and hybrid Class II composite restorations with LED and QTH LCUs. *Indian J Dent Res,* 20(2),159-63.

Sakaguchi RL, Sasik CT, Bunczak MA, Douglas WH. (1991). Strain gauge method for measuring polymerization contraction of composite restoratives. *J Dent,* 19(5),312-6.

Salim S, Santini A, Safar KN. (2005). Microleakage around glass-ceramic insert restorations luted with a high-viscous or flowable composite. *J Esthet Restor Dent*, 17(1),30-8.

Sarrett DC. (2005). Clinical challenges and the relevance of materials testing for posterior composite restorations. *Dent Mater,* 21(1),9-20.

Sasafuchi Y, Otsuki M, Inokoshi S, Tagami J. (1999). The effects on pulp tissue of microleakage in resin composite restorations. *J Med Dent Sci,* 46(4),155-64.

Saunders WP, Moirheat JM. (1992). Microleakage of composite restorastions with Syntac Bond and Denthesive. *Am J Dent,* 5,255-257.

Say EC, Nakajima M, Senawongse P, Soyman M, Ozer F, Tagami J. (2005). Bonding to sound vs caries-affected dentin using photo- and dual-cure adhesives. *Oper Dent,* 30(1),90-8.

Saygili G, Sahmali SM, Demirel F. (2003). The effect of placement of glass fibers and aramid fibers on the fracture resistance of provisional restorative materials. *Oper Dent,* 28(1),80-5.

Schreiber CK. (1971). Polymethylmethacrylate reinforced with carbon fibres. *Br Dent J,* 130(1),29-30.

Schreiber CK. (1974). The clinical application of carbon fibre/polymer denture bases. *Br Dent J,* 137(1),21-2.

Schwartz RS, Summit JB, Robbins W, Santos JD. (1996). Fundamentals of Operative Dentistry. USA: Quintessence Publishing Co Inc, 141-186.

Sengun A, Cobankara FK, Orucoglu H. (2008). Effect of a new restoration technique on fracture resistance of endodontically treated teeth. *Dent Traumatol,* 24(2),214-9.

Smidt A. (2002). Esthetic provisional replacement of a single anterior tooth during the implant healing phase: a clinical report. *J Prosthet Dent,* 87(6),598-602.

Soares CJ, Celiberto L, Dechichi P, Fonseca RB, Martins LR. (2005). Marginal integrity and microleakage of direct and indirect composite inleys: SEM and stereomicroscopic evaluation. *Braz Oral Res,* 19(4),295-301.

Solnit GS. (1991). The effect of methyl methacrylate reinforcement with silane-treated and untreated glass fibers. *J Prosthet Dent,* 66(3),310-4.

Spinell T, Schedle A, Watts DC. (2009). Polymerization shrinkage kinetics of dimethacrylate resin-cements. *Dent Mater,* 25(8),1058-66.

Stangel I, Ellis TH, Sacher E. (2007). Adhesion to tooth structure mediated by contemporary bonding systems. *Dent Clin North Am,* 51(3),677-94

Steinman RR. (1985). Physiologic activity of the pulp-dentin complex. *Quintessence Int,* 16(10),723-726.

Stipho HD. (1998), Effect of glass fiber reinforcement on some mechanical properties of autopolymerizing polymethyl methacrylate. *J Prosthet Dent,* 79(5),580-4.

Summitt JB, Robbins WJ, Hilton TJ, Schwartz RS.(2006). Fundamentals of Operative Dentistry: A Contemporary Approach 3rd edition. IL, Quintessence Publishing Co Inc. 1-260.

Şengün A, Öztürk B, Ülker M, Dişçioğlu F, Özer F. (2005). Farklı sayıda termal siklus uygulamasının bir kompozit rezinin marjinal sızıntısı üzerine etkisi. *GÜ Dişhek Fak Derg,* 22(3), 163-168.

Tagami J, Hosoda H, Burrow MF, Nakajima M. (1992). Effect of aging and caries on dentin permeability. *Proc Finn Dent Soc,* Suppl 1,149-54.

Tay FR, Gwinnett AJ, Pang KM, Wei SH. (1995b). Variability in microleakage observed in a total-etch wet-bonding technique under different handling conditions. *J Dent Res,* 74(5),1168-78.

Tay FR, Pang KM, Gwinnett AJ, Wei SH. (1995a). A method for microleakage evaluation along the dentin/restorative interface. *Am J Dent,* 8(2),105-8.

Tay FR, Pashley DH. (2001). Aggressiveness of contemporary self-etching systems. I: Depth of penetration beyond dentin smear layers. *Dent Mater,17*(4),296–308

Taylor MJ, Lynch E. (1992). Microleakage. *J Dent,* 20(1),3-10.

Tezvergil A, Lassila LV, Yli-Urpo A, Vallittu PK. (2004). Repair bond strength of restorative resin composite applied to fiber-reinforced composite substrate. *Acta Odontol Scand,* 62(1),51-60.

Thordrup M, Isidor F, Hörsted-Bindslev P. (1994). Comparison of marginal fit and microleakage of ceramic and composite inlays: an in vitro study. *J Dent*, 22(3),147-53.

Tjan AH, Bergh BH, Lidner C. (1992). Effect of various incremental techniques on the marginal adaptation of class II composite resin restorations. J *Prosthet Dent,* 67(1),62-6.

Torneck CD. (1994). Dentin-pulp complex. In: Ten Cate AR (ed) Oral Histology. Development, Structure and Function. 4th edition. St. Louis, Mosby, 169–217.

Torres CR, de Araújo MA, Torres AC. (2004). Effects of dentin collagen removal on microleakage of bonded restorations. *J Adhes Dent,* 6(1),33-42.

Tredwin CJ, Stokes A, Moles DR. (2005). Influence of flowable liner and margin location on microleakage of conventional and packable class II resin composites. *Oper Dent.,* 30(1),32-8.

Uno S, Asmussen E. (1991). Marginal adaptation of a restorative resin polymerized at reduced rate. *Scand J Dent Res,* 99(5),440-4.

Uno S, Finger WJ. (1995). Function of the hybrid zone as a stress-absorbing layer in resin-dentin bonding. *Quintessence Int,* 26(10),733-8.

Unterbrink GL, Liebenberg WH. (1999). Flowable resin composites as "filled adhesives": literature review and clinical recommendations. *Quintessence Int,* 30(4),249-57.

Ure D, Harris J. (2003). Nanotechnology in dentistry: reduction to practice. *Dent Update,* 30(1),10-5.

Uzun G, Hersek N, Tinçer T. (1999). Effect of five woven fiber reinforcements on the impact and transverse strength of a denture base resin. *J Prosthet Dent,* 81(5),616-20.

Vallittu PK, Ekstrand K. (1999). *İn vitro* cytotoxicity of fibre-polymethyl methacrylate composite used in dentures. *J Oral Rehabil,* 26(8),666-71.

Vallittu PK, Lassila VP. (1992). Reinforcement of acrylic resin denture base material with metal or fibre strengtheners. *J Oral Rehabil,* 19(3),225-30.

Vallittu PK. (1996). A review of fiber-reinforced denture base resins. *J Prosthodont,* 5(4),270-6.

Vallittu PK. (1993). Comparison of two different silane compounds used for improving adhesion between fibres and acrylic denture base material. *J Oral Rehabil,* 20(5),533-9.

Vallittu PK.(1988). Compositional and weave pattern analyses of glass fibers in dental polymer fiber composites. *J Prosthodont,* 7(3),170-6.

Vallittu PK. (1999). Prosthodontic treatment with a glass fiber-reinforced resin-bonded fixed partial denture: A clinical report. *J Prosthet Dent,* 82(2),132-5.

Vallittu PK. (2004). Survival rates of resin-bonded, glass fiber-reinforced composite fixed partial dentures with a mean follow-up of 42 months: a pilot study. *J Prosthet Dent,* 91(3), 241-6.

Van Dijken JW. (2010). Durability of resin composite restorations in high C-factor cavities: a 12-year follow-up. *J Dent,* 38(6),469-74.

Van Meerbeek B, De Munck J, Yoshida Y, Inoue S, Vargas M, Vijay P, Van Landuyt K, Lambrechts P, Vanherle G. (2003). Buonocore memorial lecture. Adhesion to enamel and dentin: current status and future challenges. *Oper Dent,* 28(3),215-35.

Van Meerbeek B, Inokoshi S, Braem M, Lambrechts P, Vanherle G. (1992(a)). Morphological aspects of the resin-dentin interdiffusion zone with different dentin adhesive systems. *J Dent Res,* 71(8),1530-40.

Van Meerbeek B, Lambrechts P, Inokoshi S, Braem M, Vanherle G. (1992). Factors affecting adhesion to mineralized tissues. *Oper Dent,* Suppl 5,111-24.

Van Meerbeek B, Van Landuyt K, De Munck J, Hashimoto M, Peumans M, Lambrechts P, Yoshida Y, Inoue S,Suzuki K. (2005). Technique-sensitivity of contemporary adhesives. *Dent Mater J,* 24(1),1–13

Van Meerbeek B, Vargas M, Inoue S, Yoshida Y, Peumans M, Lambrechts P. (2001). Adhesives and cements to promote preservation dentistry. *Oper Dent,* Suppl 6,119–44.

Van Meerbeek B, Willems G, Celis JP, Roos JR, Braem M, Lambrechts P, Vanherle G. (1993). Assessment by nano-indentation of the hardness and elasticity of the resin-dentin bonding area. *J Dent Res,* 72(10),1434-42.

Van Noort R. (1994). *Introduction to Dental Materials.* England, Mosby.

Vasudeva G. (2009) Monomer systems for dental composites and their future: a review. *J Calif Dent Assoc,* 37(6), 389-98.

Versluis A, Tantbirojn D, Douglas WH. (1998). Do dental composites always shrink toward the light *J Dent Res,* 77(6),1435-45.

Versluis A, Tantbirojn D, Pintado MR, DeLong R, Douglas WH. (2004). Residual shrinkage stress distributions in molars after composite restoration. *Dent Mater,* 20(6),554-64.

Vicente A, Ortiz AJ, Parra PL, Calvo JL, Chiva F. (2011). Microleakage in Class V composite and compomer restorations following exposure to a colutory prescribed for the treatment of xerostomy. *Odontology,* 99(1),49-54.

Wahab FK, Shaini FJ. (2003). Evaluation of the microleakage at the proximal walls of Class II cavities restored using resin composite and precured composite inserts. *Quintessence Int,* 34(8),600-6.

Wakefield CW, Kofford KR. (2001). Advances in restorative materials. *Dental Clinics of North America,* 45, 7-27.

Watson TF, Pilecki P, Cook RJ, Azzopardi A, Paolinelis G, Banerjee A, Thompson ID, Boyde A. (2008). Operative dentistry and the abuse of dental hard tissues: confocal microscopical imaging of cutting. *Oper Dent,* 33(2),215-24.

Watts DC, Satterthwaite JD.(2008). Axial shrinkage-stress depends upon both C-factor and composite mass. *Dent Mater,* 24(1),1-8.

Weinmann W, Thalacker C, Guggenberger R. (2005). Siloranes in dental composites. *Dent Mater,* 21(1),68-74.

Wendt SL Jr, Leinfelder KF. (1990). The clinical evaluation of heat-treated composite resin inlays. *J Am Dent Assoc*, 120(2),177-81.

Wibowo G, Stockton L.(2001). Microleakage of Class II composite restorations. *Am J Dent,* 14(3),177-85.

Williems G, Lambrechts P, Braem M, Celis JP, Vanherle G. (1992). A classification of dental composites according to their morphological and mechanical characteristics. *Dent. Mater,* 8,310-319.

Wilson KS, Zhang K, (2005). Antonucci JM. Systematic variation of interfacial phase reactivity in dental nanocomposites. *Biomaterials,* 26(25),5095-103.

Witzel MF, Ballester RY, Meira JB, Lima RG, Braga RR. (2007). Composite shrinkage stress as a function of specimen dimensions and compliance of the testing system. *Dent Mater,* 23(2),204-10.

Xu HH, Schumacher GE, Eichmiller FC, Peterson RC, Antonucci JM, Mueller HJ. (2003). Continuous-fiber preform reinforcement of dental resin composite restorations. *Dent Mater,* 19(6),523-30.

Yamazaki PC, Bedran-Russo AK, Pereira PN, Wsift EJ Jr. (2006). Microleakage evaluation of a new low-shrinkage composite restorative material. *Oper Dent,* 31(6),670-6.

Yap AU, Soh MS, Siow KS.(2002). Effectiveness of composite cure with pulse activation and soft-start polymerization. *Oper Dent*, 27(1),44-9.

Yap AU, Tan CH, Chung SM. (2004). Wear behavior of new composite restoratives. *Oper Dent*, 29(3),269-274.

Yap AU, Wong ML, Lim AC. (2000). The effect of polishing systems on microleakage of tooth-coloured restoratives. Part 2: composite and polyacid-modified composite resins. *J Oral Rehabil*, 27(3),205-10.

Yazdanie N, Mahood M. (1985). Carbon fiber acrylic resin composite: an investigation of transverse strength. *J Prosthet Dent,* 54(4),543-7.

Yoshida Y, Nagakane K, Fukuda R, Nakayama Y, Okazaki M., Shintani H, Inoue S, Tagawa Y, Suzuki K, De Munck J, Van Meerbeek B. (2004). Comparative Study on Adhesive Performance of Functional Monomers. *J Dent Res,* 83,454–458.

Yoshiyama M, Tay FR, Doi J, Nishitani Y, Yamada T, Itou K, Carvalho RM, Nakajima M, Pashley DH. (2002). Bonding of self-etch and total-etch adhesives to carious dentin. *J Dent Res*, 81(8),556-60.

Youngson CC, Jones JC, Fox K, Smith IS, Wood DJ, Gale M. (1999). A fluid filtration and clearing technique to assess microleakage associated with three dentine bonding systems. *J Dent,* 27(3),223-33.

Yücel T, Tarım B, Ulukapı H, Demirci M. (2004). Ön bölge dişlerde direkt estetik restorasyonlar. *TDBD,* 83,10-22.

Ziskind D, Avivi-Arber L, Haramati O, Hirschfeld Z. (1998). Amalgam alternatives microleakage evaluation of clinical procedures. Part I: direct composite/composite inley/ceramic inley. *J Oral Rehabil*, 25(6),443-7.

HAM VERİLER

Grup K						
		1	2	3	4	5
Gingival	8	7,7622	7,8628	7,6476	7,6014	7,6028
Aksiyal	20	14,9246	13,9856	15,9662	16,1276	14,1082
Bukkal	10	5,7338	5,4434	5,8934	5,7212	7,0162
Lingual	10	5,7358	5,5066	5,4492	5,4479	7,2842
		6	7	8	9	10
Gingival	8	7,7738	7,6146	7,8444	7,9052	7,6638
Aksiyal	20	14,251	15,762	16,447	16,668	15,332
Bukkal	10	5,8886	5,8148	6,7678	7,2764	6,2522
Lingual	10	6,6802	6,2416	5,6674	6,8268	5,6752

Grup 1	GHK					
		1	2	3	4	5
Gingival	8	7,1426	6,6682	7,1814	6,9884	6,6458
Aksiyal	20	10,7692	11,3422	11,5224	12,0384	12,7244
Bukkal	10	4,8892	4,2136	4,3578	4,0512	4,3488
Lingual	10	4,6874	4,0542	4,2198	4,9748	4,4356
		6	7	8	9	10
Gingival	8	6,8728	7,1242	7,1242	7,2426	6,8264
Aksiyal	20	12,161	12,243	11,383	12,407	10,68
Bukkal	10	4,1864	4,6864	4,7742	4,3002	5,0604
Lingual	10	5,0258	5,4844	4,8382	4,7432	4,7202

Grup 2	GHAK					
		1	2	3	4	5
Gingival	8	5,9824	5,5492	5,3688	4,7254	6,0014
Aksiyal	20	9,9152	9,7894	10,2682	11,0882	11,2084
Bukkal	10	5,2028	5,1216	4,9554	4,2278	4,8272
Lingual	10	4,2808	4,2034	4,0346	3,8502	4,3576
		6	7	8	9	10
Gingival	8	5,9074	6,4212	6,0828	4,8826	4,8426
Aksiyal	20	10,607	9,6602	10,308	10,889	10,982
Bukkal	10	4,8012	4,5412	4,0806	4,3772	4,5012
Lingual	10	4,1094	4,7452	4,2622	4,3206	4,5082

Grup 3	GHCF					
		1	2	3	4	5
Gingival	8	2,9822	3,0024	2,6628	3,4426	3,2632
Aksiyal	20	5,2488	5,8892	5,8024	6,2448	6,1228
Bukkal	10	3,8552	3,5288	3,4834	3,6628	3,6468
Lingual	10	3,7648	3,7268	3,5648	3,6252	3,5432
		6	7	8	9	10
Gingival	8	3,1288	2,8796	2,9824	3,1628	3,2644
Aksiyal	20	6,0876	5,7652	6,0082	6,4456	6,4288
Bukkal	10	3,6524	3,6684	3,2548	3,2464	3,0858
Lingual	10	3,1654	3,2788	3,2086	3,4888	3,8222

Grup 4	GHPF					
		1	2	3	4	5
Gingival	8	3,6446	3,4852	3,8864	3,4836	4,0284
Aksiyal	20	6,6288	5,9854	6,0222	5,8898	6,4468
Bukkal	10	3,5625	3,3348	3,8466	3,4866	3,8002
Lingual	10	3,6872	3,4456	3,2354	3,8872	3,6728
		6	7	8	9	10
Gingival	8	3,7682	3,4266	3,9644	4,2258	3,8624
Aksiyal	20	6,0878	5,8428	6,0456	6,4682	5,9822
Bukkal	10	3,6548	3,3468	3,6872	3,9006	3,4256
Lingual	10	3,2164	3,0268	3,7822	3,8228	3,5226

Grup 5	GHI					
		1	2	3	4	5
Gingival	8	5,8864	5,9648	6,5408	6,4234	6,1492
Aksiyal	20	8,4866	8,8692	8,5624	8,8456	7,6832
Bukkal	10	3,2648	3,0566	2,6456	2,8154	3,2464
Lingual	10	2,9442	2,7546	3,0364	2,7824	2,9128
		6	7	8	9	10
Gingival	8	5,8084	6,2686	5,9286	6,2864	6,6822
Aksiyal	20	9,0818	7,4884	7,9894	8,4468	8,4366
Bukkal	10	2,9046	3,2564	2,7468	2,8564	3,0488
Lingual	10	3,2648	2,8568	2,6456	2,9646	2,9446

Grup 6	GOK					
		1	2	3	4	5
Gingival	8	7,0628	7,0688	6,7212	6,4078	6,9042
Aksiyal	20	12,2048	11,6528	10,7738	10,8448	11,8432
Bukkal	10	3,8006	3,7292	4,3082	4,4018	3,8018
Lingual	10	3,7422	4,0684	4,1428	4,2674	3,9696
		6	7	8	9	10
Gingival	8	6,7688	6,8628	6,7892	6,8654	6,9698
Aksiyal	20	10,324	10,246	10,086	12,606	11,227
Bukkal	10	4,0518	4,8422	4,1468	3,8896	4,3094
Lingual	10	3,9262	4,6016	3,8054	3,9284	4,3844

Grup 7	GOAK					
		1	2	3	4	5
Gingival	8	5,8048	6,2684	5,8698	5,8642	4,6872
Aksiyal	20	10,0802	11,1622	11,0282	10,7428	9,6432
Bukkal	10	4,1266	3,9484	3,9222	4,0492	3,8648
Lingual	10	4,2638	3,8858	4,0856	3,8564	4,2678
		6	7	8	9	10
Gingival	8	5,8262	4,6896	5,2614	4,8622	5,6546
Aksiyal	20	10,89	10,875	9,2428	10,643	10,182
Bukkal	10	3,9044	3,9728	4,4028	3,8622	4,3222
Lingual	10	4,0582	4,2014	4,2612	3,4424	3,8544

Grup 8	GOCF					
		1	2	3	4	5
Gingival	8	2,7364	3,1024	2,2688	3,2826	3,4542
Aksiyal	20	5,2258	5,7486	5,1486	5,8854	5,7698
Bukkal	10	3,0228	3,4212	3,3288	3,3846	3,3002
Lingual	10	2,9658	3,3822	3,2236	3,2656	3,2648
		6	7	8	9	10
Gingival	8	3,3566	2,6586	2,8324	3,0608	3,2822
Aksiyal	20	5,9882	5,1228	5,4468	5,9852	6,0014
Bukkal	10	3,4222	3,2218	3,2682	3,3664	3,4846
Lingual	10	3,4622	3,0088	3,2024	3,4228	3,4822

Grup 9	GOPF					
		1	2	3	4	5
Gingival	8	3,8428	3,5824	3,4888	3,6586	3,7322
Aksiyal	20	5,8822	5,7892	5,7862	6,0252	6,1256
Bukkal	10	3,3888	3,4688	3,5124	3,6452	3,0588
Lingual	10	3,5482	3,3752	3,4852	3,4648	3,1224
		6	7	8	9	10
Gingival	8	3,9724	3,8246	3,6598	4,1318	3,8672
Aksiyal	20	6,1088	5,9288	5,3628	5,6648	5,4438
Bukkal	10	3,1254	3,4854	3,4236	3,5008	3,4892
Lingual	10	2,9822	3,5462	3,3844	3,4664	3,4264

Grup 10	GOI					
		1	2	3	4	5
Gingival	8	6,2864	6,3662	6,2084	5,9834	6,0282
Aksiyal	20	8,4852	8,4462	8,7264	7,7688	8,3208
Bukkal	10	2,8212	2,1416	2,3818	2,5284	2,9424
Lingual	10	2,8448	2,6638	2,6642	2,7982	3,0804
		6	7	8	9	10
Gingival	8	5,9082	6,0268	5,9022	6,1844	6,4612
Aksiyal	20	7,7862	8,0802	7,2638	8,8266	8,9682
Bukkal	10	2,7222	2,8452	2,4662	2,6062	2,5804
Lingual	10	2,4348	2,6094	2,7802	2,4682	2,5672

	Gingival			*Aksiyal*			*Proksimal*		
G K	7,60	7,72	7,90	13,98	15,35	16,66	5,44	6,11	7,28
G 1 GHK	6,64	6,98	7,24	10,68	11,72	12,72	4,05	4,60	5,48
G 2 GHAK	4,72	5,57	6,40	9,66	10,47	11,20	3,85	4,46	5,20
G 3 GHCF	2,66	3,07	3,44	5,24	6,00	6,44	3,08	3,51	3,85
G 4 GHPF	3,42	3,77	4,22	5,84	6,13	6,62	3,02	3,56	3,90
G 5 GHI	5,80	6,19	6,68	7,48	8,38	9,08	2,64	2,94	3,26
G 6 GOK	6,40	6,84	7,06	10,08	11,18	12,60	3,72	4,10	4,84
G 7 GOAK	4,68	5,47	6,26	9,24	10,44	11,16	3,44	4,02	4,40
G 8 GOCF	2,26	3,00	3,45	5,12	5,63	6,00	2,96	3,29	3,48
G 9 GOPF	3,48	3,77	4,13	5,36	5,81	6,12	2,98	3,39	3,54
G 10 GOI	5,90	6,13	6,46	7,26	8,26	8,96	2,14	2,64	3,08

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı	Engin Fırat	**Soyadı**	CAKAN
Doğ.Yeri	Kızıltepe	**Doğ.Tar.**	14.06.1983
Uyruğu	T.C.	**TC Kim No**	54643117236
Email	efcakan@gmail.com	**Tel**	90 532 473 59 47

Eğitim Düzeyi

	Mezun Olduğu Kurumun Adı	**Mez. Yılı**
Doktora	İ.Ü. Dişhekimliği Fak. Diş Hastalıkları ve Tedavisi A.D.	2011
Yük.Lis.		
Lisans	İ.Ü. Dişhekimliği Fakültesi	2006
Lise	Bayrampaşa Anadolu Lisesi	2001

İş Deneyimi (Sondan geçmişe doğru sıralayın)

	Görevi	**Kurum**	**Süre (Yıl - Yıl)**
1.			-
2.			-
3.			-

Yabancı Dilleri	**Okuduğunu Anlama***	**Konuşma***	**Yazma***	**KPDS/ÜDS Puanı**	**(Diğer) Puanı**
İngilizce	Çok iyi	İyi	İyi	63.750	

*Çok iyi, iyi, orta, zayıf olarak değerlendirin

	Sayısal	**Eşit Ağırlık**	**Sözel**
LES Puanı	83.656	81.722	78.890
(Diğer) Puanı			

Bilgisayar Bilgisi

Program	**Kullanma becerisi**