



T.C.
YEDİTEPE ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ÇOCUK DIŞ HEKİMLİĞİ ANABİLİM DALI

**BULKFİL UYGULAMALI FARKLI YAPIDAKİ RESTORATİF
MATERYALLERİN FİZİKSEL ÖZELLİKLERİNİN
KARŞILAŞTIRILMASI VE YÜZEY ÖRTÜCÜ İLE
KAPLANMALARININ FİZİKSEL ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE
ETKİSİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ**

DOKTORA TEZİ

**DIŞ HEKİMİ
GÜLDEN ÇIRALI**

**DANIŞMAN
PROF. DR. NÜKET SANDALLI**

İSTANBUL – 2015

Doktora öğrencisi Gülden Çıralı'nın çalışması jürimiz tarafından Çocuk Diş Hekimliği Anabilim Dalı Doktora Tezi olarak uygun görülmüştür.

İMZA

Başkan : Prof. Dr. Nüket SANDALLI

Üniversite : Yeditepe Üniversitesi

Üye : Prof. Dr. Işın ULUKAPI

Üniversite : Okan Üniversitesi

Üye : Doç. Dr. Senem SELVİ KUVVETLİ

Üniversite : Yeditepe Üniversitesi

Üye : Doç. Dr. Didem ÖZDEMİR ÖZENEN

Üniversite : Yeditepe Üniversitesi

Üye : Yrd. Doç. Dr. Elif SUNGURTEKİN EKÇİ

Üniversite : Yeditepe Üniversitesi

ONAY

Yukarıdaki jüri kararı Enstitü Yönetim Kurulu'nun 16/02/2015 tarih ve 07-1 sayılı kararı ile onaylanmıştır.

Prof. Dr. Bayram YILMAZ
Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürü

ÖZET

Süt dişlerinde kavite derinliklerinin, dişlerin anatomik yapılarına ve sert doku kalınlıklarının az oluşuna bağlı olarak belli bir düzeyde hazırlanmaları gereği dikkate alındığında bulkfil uygulamaların bu dişlerdeki klinik önemi klinisyenlerin dikkatini çekmeye başlamıştır.

Bu çalışmanın amacı, bulkfil uygulamalı ve düşük polimerizasyon büzülmesi gösteren 2 farklı kompozit rezin (Tetric EvoCeram®/Ivoclar, SureFil™/Dentsply), 1 geleneksel mikrohibrit kompozit rezin (Filtek™Z250/3MESPE) ile 2 farklı bulkfil uygulamalı ve yüksek viskoziteli cam iyonomer siman (ChemFil ®Rock/Dentsply, EQUIA™ Fil /GC) materyallerinin düşük viskoziteli rezin esaslı yüzey örtücü BisCover™LV ile kaplanmalarının, su emilimine, suda çözünürlüğe ve mikrosızıntıya etkilerinin karşılaştırmalı olarak değerlendirilmesidir.

Çalışmada kullanılan kompozit rezin ve yüksek viskoziteli cam iyonomer siman materyallerinin her birinden su emilimi ve suda çözünürlük ölçümleri için 15 mm çapında ve 1 mm yüksekliğinde 100 adet örnek hazırlanmıştır. Her materyal grubu 10'ar örnekten oluşan iki alt gruba ayrılmıştır. Yüzey örtücü negatif alt grubundaki örnekler yüzey örtücü uygulanmamış, yüzey örtücü pozitif alt grubundaki örnekler uygulanmıştır. Su emilimi ve suda çözünürlük ölçümleri ISO 4049:2000'e uygun olarak yapılmıştır.

Çalışmanın mikrosızıntı bölümünde 50 adet çürükten etkilenmemiş ve restorasyon bulunmayan üçüncü büyük azı dişi kullanılmıştır. 50 adet dişin bukkal ve lingual/ palatinal yüzeylerinde toplam 100 adet 5.sınıf kavite açılmıştır. 100 restorasyon 5 gruba, her grup 2 alt gruba ayrılmıştır. Alt gruplardan birinde yer alan restorasyonların üzerine yüzey örtücü uygulanmış, diğer alt gruba yüzey örtücü uygulanmamıştır. Tüm dişler hazırlandıktan sonra 24 saat distile suda bekletilmiştir. Bütün örnekler 5°- 55°C arasında 1000 kez termosiklus uygulanmış, bu işlem sonrasında örnekler % 0.5'lik bazik fuksin çözeltisi içerisinde 24 sa bekletilmiştir. Dişler kesit alma cihazı ile bukkal-lingual yönde restorasyonun ortasından geçecek şekilde kesildikten sonra, boya penetrasyon derecesi stereomikroskop (Leica MZ 16

FA, Swiss) ile okluzal ve gingival yüzeyler ayrı ayrı incelenmiş ve boya penetrasyon derecesi 0-3 skorları arasında değerlendirilmiştir.

Yüzey örtücü negatif ve yüzey örtücü pozitif alt gruplarında yüksek viskoziteli cam iyonomerlerin su emilimi miktarının kompozit rezinlere oranla daha fazla olduğu, en yüksek su emilimi miktarının ChemFil®Rock materyal grubunda olduğu tespit edilmiştir. Tüm materyal grupları arasında, hem yüzey örtücü negatif hem de yüzey örtücü pozitif alt gruplarında, su emilimi miktarının SureFil™ grubunda en düşük olduğu, diğer materyal grupları arasındaki farkın da istatistiksel olarak anlamlı olduğu belirlenmiştir ($p<0,05$). Bulkfil uygulamalı kompozit rezin olan SureFil™ ve Tetric EvoCeram® materyal gruplarının su emilimi değerlerinin kompozit rezin materyali Filtek™Z250 materyal grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde düşük olduğu görülmüştür ($p<0,05$). Yüzey örtücü uygulamasının hiçbir materyal grubunda su emilimini istatistiksel olarak anlamlı düzeyde azaltmadığı görülmüştür ($p>0,05$).

Tüm materyal grupları arasında, her iki alt grupta da, en düşük suda çözünürlük bulkfil uygulamalı bir kompozit rezin olan Tetric EvoCeram® materyal grubunda elde edilirken, en yüksek değer ise, aynı özelliklere sahip SureFil™ materyal grubunda olduğu görülmüştür. Yüksek viskoziteli, bulkfil uygulamalı cam iyonomer siman olan EQUIA™ Fil materyal grubunun, suda çözünürlük değerleri, hem yüzey örtücü negatif hem de pozitif alt gruplarında negatif değerler olarak hesaplanmıştır. Diğer materyal gruplarına göre farklılık gösteren bu bulgunun, EQUIA™ Fil materyal örneklerinin, suda bekletilmeleri sırasında çözünmek yerine, başlangıç ağırlık değerlerine göre ağırlık kazanmaları, yani materyalin kütlelerinde bir artışın meydana gelmesi nedeniyle ortaya çıktığı düşünülmektedir. Materyal gruplarının su emilimi ve suda çözünürlük değerleri arasındaki ilişkiye bakıldığında ise, yalnızca Tetric EvoCeram® materyal grubunun yüzey örtücü negatif ve pozitif alt gruplarında istatistiksel olarak anlamlı ve pozitif yönde bir ilişki gözlenmiştir ($r=0,739$ $p=0,015$).

Yüzey örtücü uygulamasının tüm materyal gruplarında gingivalde ve okluzalde mikrosızıntıyı azalttığı gözlenmiştir. Yüzey örtücü negatif ve pozitif alt gruplarında, en fazla mikrosızıntı ChemFil®Rock materyal grubunda gözlenirken, en az mikrosızıntı Tetric EvoCeram® materyal grubunda saptanmıştır ($p=0,0001$). ChemFil

®Rock materyal grubunun mikrosızıntının gingivalde yüzey örtücü negatif alt grubunda şiddetli olarak skorlandığı örnek sayısının, yüzey örtücü pozitif alt grubundaki örneklere göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksek olduğu görülmüştür (p=0,014). Filtek™Z250 mikrohibrit kompozit rezin materyal grubunda ise, mikrosızıntının hafif olarak skorlandığı örneklerin sayısının yüzey örtücü pozitif alt grubunda yüzey örtücü uygulanmayan alt gruba göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksek olduğu görülmüştür (p=0,021).

Bu çalışmada mikrosızıntı özellikleri incelenen ve yüzey örtücü uygulamasının mikrosızıntıya etkisi değerlendirilen bulkfil uygulamalı kompozit rezinlerden Tetric EvoCeram® materyal grubunun, yüzey örtücü negatif ve pozitif alt gruplarında, diğer bulkfil uygulamalı kompozit rezin olan SureFil™ materyal grubuna göre, hem gingivalde hem de oklüzalde daha düşük mikrosızıntı gösterdiği belirlenmiştir. Benzer farklılıklar yüksek viskoziteli cam iyonomer siman materyal grupları arasında da görülmüş; ChemFil®Rock materyal grubunun mikrosızıntı skorları hem gingivalde, hem de oklüzalde EQUIA™ Fil materyal grubundaki örneklerden daha yüksek bulunmuştur.

Sonuç olarak, bu in vitro çalışmada çeşitli fiziksel özellikleri değerlendirilen bulkfil uygulamalı kompozit rezin ve cam iyonomer siman materyallerinin yüzey örtücü uygulanmasından bağımsız olarak su emilimi, suda çözünürlük ve mikrosızıntı değerlerinde görülen farklılıkların kimyasal yapılarından kaynaklandığı, materyallerin yapısal özelliklerinin ve kimyasal içeriklerinin fiziksel özellikleri üzerinde yüzey örtücü uygulamasına göre daha etkili olduğu düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Bulkfil uygulama, yüksek viskoziteli cam iyonomer siman, kompozit rezin, yüzey örtücü, su emilimi, suda çözünürlük, mikrosızıntı.

SUMMARY

The clinical importance of bulkfill applications has started to attract the attention of clinicians based on the fact that a special care has to be taken for surface preparation of cavity depths in primary teeth due to their anatomical structure and low hard tissue thickness.

The aim of this study was to evaluate comparatively the water absorption, the water solubility and the microleakage results of bulkfills made of two different composite resins with low polymerization shrinkage (Tetric EvoCeram[®]/Ivoclar and SureFil[™]/Dentsply); one traditional microhybrid composite resin (Filtek[™]Z250/3MESPE) and two different glass ionomer cement with high viscosity (ChemFil[®]Rock/Dentsply, EQUIA[™] Fil /GC) all of which were coated by resin based, low viscosity surface coating material BisCover[™]LV.

To measure the water absorption and water solubility values of each material used in the study, 100 samples with 15 mm. diameter and 1 mm. height were prepared and then each material group was divided into two subcategories of 10 samples. In the subgroup of surface coated positive, the samples were coated and in the subgroup of surface coated negative, the samples were not coated. Water absorption and water solubility measurements were carried out according to the ISO 4049:2000.

For microleakage study, 50 units of third permanent molar without dental caries and without restorations were used. In total, 100 units of fifth class cavities on the buccal and lingual/palatal surfaces on 50 teeth. 100 restorations were divided into 5 groups and then each group was divided into 2 subgroups. In one of the subgroup, surface coating was applied on the section with restoration and for the other subgroup surface coating was not applied on the section without restoration. Once the teeth were prepared, they were kept in distilled water for 24 hours then were subjected to 1000 thermocycles between 5°- 55°C and finally left in %0.5 basic Fuch sine solution for 24 hours. Teeth were cut through the center of restoration area in buccal-lingual direction using dental cutting machine, then paint penetration

degree on occlusal and gingival surfaces were examined with stereomicroscope (Leica MZ 16 FA, Swiss) and the findings were scored between 0 to 3.

The highest water absorption level was detected with ChemFil[®]Rock material group. The lowest water absorption level was detected at SureFil[™] material group among all materials groups including all surface coating negative and positive subgroups. The water absorption difference compared to the rest of materials was found statically significant ($p < 0,05$). The water absorption values of composite resin SureFil[™] and Tetric EvoCeram[®] bulkfills were lower in comparison to Filtek[™]Z250 composite resin in statistically significant terms ($p < 0,05$). The surface coating process had no effect in reducing water absorption with any material group in statically significant terms ($p < 0,05$).

The difference in water solubility values of material groups including all surface coating negative and also positive subgroups were statistically significant ($p = 0,0001$). In both subgroups of all materials, the lowest water solubility was found in composite resin Tetric EvoCeram[®] and the highest one in composite resin SureFil[™]. In both subgroups, the water solubility values of glass ionomer cement EQUIA[™] was found to be negative. This finding which was separated from the findings of the other materials was related to water absorption of the material instead of solubility. When the relation between the water absorption and water solubility values of materials was evaluated, a statistically significant and a positive relation has been observed in both subgroups of Tetric EvoCeram[®] ($r = 0,739$ $p = 0,015$).

It was observed that the surface coating application had reduced the microleakage at gingival and occlusal surfaces for all materials. In both subgroups, the highest microleakage was found in ChemFil[®]Rock and lowest was found in Tetric EvoCeram[®] ($p = 0,0001$). ChemFil[®]Rock demonstrated very high microleakage score at gingival in negative subgroup compared to positif subgroup with stationaly significant terms ($p = 0,014$).

The number of low microleakage score samples obtained in positive subgroup was higher in statically signifant terms compared to negative subgroup with the use of Filtek[™]Z250. Tetric EvoCeram[®] applied speciments studied for microleakage

characteristics, with and without surface coated, demonstrated lower microleakage on occlusal and gingival surfaces in both negative and positive subgroups compared to SureFil™ applied specimens. Similar differences had been finding between glass ionomer specimens. The microleakage scores of ChemFil® Rock applied specimens were higher on occlusal and gingival surfaces compared to EQUIA™ Fil applied specimens.

In result, various physical properties of the composite resin and the glass ionomer materials had been studied. The differences, independent of surface coating, in water absorption, water solubility and microleakage were linked to chemical structure of these materials additionally material properties and chemical properties of study materials demonstrated more effectiveness than surface coating application.

Keywords: Bulkfill, high viscosity glass ionomer cement, composite resin, surface coating, water absorption, water solubility, microleakage.

TEŞEKKÜR

Doktora eğitimim süresince tüm bilgi ve deneyimlerini benimle paylaşan, sevgisini, hoşgörüsünü ve desteğini hiçbir zaman esirgemeyen, bugünlere gelmemde çok büyük emeği olan; hayatımın her alanında örnek alacağım saygıdeğer hocam Yeditepe Üniversitesi Dış Hekimliği Fakültesi Anabilim Dalı Başkanı Sayın **Prof. Dr. Nüket Sandallı**'ya,

Tez çalışmamı gerçekleştirmemde ve doktora eğitimimin her anında, her türlü olanakları bizlere sunan dekanımız Sayın **Prof. Dr. Türker Sandallı**'ya

Doktora eğitimine başladığım ilk günden itibaren bana hem mesleki hem de sosyal anlamda yol gösteren ve her konuda destek olan; bilgi birikimi, deneyimleri, gösterdiği içten, samimi yaklaşım ve sevgisi ile üzerimde çok büyük emeği olan, hep örnek aldığım ve alacağım, çok değerli hocam Sayın **Doç. Dr. Senem Selvi Kuvvetli**'ye,

Doktora eğitimim sırasında, bana karşı her zaman anlayış gösteren, bilgi, tecrübe ve yardımlarını benden esirgemeyen, kendisinden çok değerli bilgiler edindiğim değerli hocam Sayın **Doç. Dr. Didem Özdemir Özenen**'e

Hem mesleki hem sosyal anlamda her konuda desteğini esirgemeyen, iyi niyeti ve güler yüzüyle her zaman motive olmamı sağlayan Sayın **Yrd. Doç. Dr. Elif Ekinci**'ye

Doktora eğitimim süresince ilgisini benden esirgemeyen, bilgisiyle, çalışkanlığıyla, yaptığı her işte gösterdiği özenle bana örnek olan Sayın **Doç. Dr. Şule Kavaloğlu Çıldır**'a,

Sakinliğini, çocuklara yaklaşım şeklini ve sabrını örnek almaya çalıştığım, mesleki bilgilerinden çok faydalandığım, tecrübelerini ve desteğini benden hiç esirgemeyen değerli hocam Sayın **Doç. Dr. Özgür Önder Kuşçu**'ya,

Doktora eğitimim boyunca bana gösterdiği ilgi ve destek için, çalışma azmi ve bilgi birikimini örnek almaya çalıştığım Sayın **Doç. Dr. Eşber Çağlar**'a,

Tez çalışmalarım sırasında bana her zaman verdikleri moral, destek ve yardımlar için, Çocuk Dış Hekimliği Anabilim Dalı'ndaki tüm arkadaşlarıma,

Hayatımın her döneminde bana yol gösteren ve her konuda bana destek olan, canım annem **Fatma Hanım Çıralı**'ya, babam **Kemal Çıralı**'ya, abim **Cafer Çıralı**'ya, nişanlım **Ahmet Alper Özkan**'a ve amcam **Bayram Çıralı**'ya çok teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

İÇ KAPAK	I
ONAY	II
ÖZET.....	III
SUMMARY	VI
TEŞEKKÜR	IX
İÇİNDEKİLER.....	X
KISALTMALAR	XIV
TABLoların LİSTESİ.....	XVII
ŞEKİL VE RESİMLERİN LİSTESİ.....	XVIII
GRAFİKLERİN LİSTESİ.....	XXII
1. GİRİŞ VE AMAÇ	1
2. GENEL BİLGİLER.....	4
2.1. Cam İyonomer Simanlar.....	4
2.1.1. Cam İyonomer Simanların İçeriğine Göre Sınıflandırılması	6
2.1.1.1. Geleneksel Cam İyonomer Simanlar	6
2.1.1.2. Yüksek Viskoziteli Cam İyonomer Simanlar	9
2.1.1.3. Rezin Modifiye Cam İyonomer Simanlar	10
2.1.1.4. Poliasit Modifiye Cam İyonomer Simanlar (Kompomerler)	10
2.2. Kompozit Rezinler.....	11
2.2.1. Kompozit Rezinlerin Yapısı	11
2.2.1.1. Organik Polimer Matriks.....	11
2.2.1.2. İnorganik Matriks.....	13
2.2.1.3. Ara Faz (Silan Bağlayıcı Ajanları).....	14
2.2.2. Kompozit Rezinlerin Sınıflandırılması.....	14
2.2.2.1. Partikül Büyüklüğüne Göre Sınıflama	15
2.2.2.1.1. Megafil Kompozitler	15
2.2.2.1.2. Makrofil Kompozitler	16
2.2.2.1.3. Midifil Kompozitler.....	17
2.2.2.1.4. Minifil Kompozitler.....	17
2.2.2.1.5. Mikrofil Kompozitler.....	18
2.2.2.1.6. Nanofil Kompozitler.....	18
2.2.2.1.7. Hibrit Kompozitler.....	19

2.2.2.2. Yapım Tekniklerine Göre Sınıflama.....	21
2.2.2.2.1. Homojen Kompozitler	21
2.2.2.2.2. Heterojen Kompozitler	21
2.2.2.2.3. Modifiye Kompozitler	21
2.2.2.3. Viskozitelerine Göre Sınıflama.....	22
2.2.2.3.1. Akışkan Kompozitler.....	22
2.2.2.3.2. Sıkıştırılabilen Kompozitler.....	22
2.2.2.4. Organik Matriks Fazlarına Göre Sınıflama.....	23
2.2.2.4.1. Metil Metakrilat Matriksli Kompozitler	23
2.2.2.4.2. BIS-GMA Matriksli Kompozitler.....	23
2.2.2.5. Polimerizasyon Şekline Göre Sınıflama	24
2.2.2.5.1. Polimerizasyon	24
2.2.2.5.2. Polimerizasyon Derecesi (Konversiyon)	25
2.2.2.5.3. Polimerizasyon Derinliği	25
2.2.2.5.4. Polimerizasyon Büzülmesi	26
2.2.2.5.5. Kimyasal Sertleşen Kompozitler	26
2.2.2.5.6. Işıkla Sertleşen Kompozitler.....	27
2.2.2.5.7. Dual-Cure Sertleşen Kompozitler.....	27
2.2.2.5.8. Bulkfil (Kütlesel) Sertleşen Kompozitler	28
2.2.3. Rezin Bazlı Materyaller İçin Önerilen Güncel Sınıflandırma.....	28
2.2.3.1. Matriks Tipine Göre Sınıflama	29
2.2.3.1.1. Metakrilat Bazlı Kompozitler	29
2.2.3.1.2. Kompomer Bazlı Kompozitler	29
2.2.3.1.3. Ormoser Bazlı Kompozitler.....	29
2.2.3.1.4. Siloran Bazlı Kompozitler	29
2.2.3.2. Doldurucu İçeriğine Göre Sınıflama.....	30
2.2.3.2.1. Makrofil Kompozitler	30
2.2.3.2.2. Mikrofil Kompozitler.....	30
2.2.3.2.3. Hibrit Kompozitler.....	30
2.3. Glaze Materyalleri (Rezin İçerikli Yüzey Vernikleri)	31
2.3.1. Nano İçerikli Yüzey Örtücü Materyaller.....	32
2.4. Restoratif Materyallerin Özellikleri.....	33
2.4.1. Restoratif Materyallerin Fiziksel Özellikleri.....	34
2.4.1.1. Restoratif Materyallerin Su Emilimi ve Suda Çözünürlük Özellikleri	34

2.4.1.1.1. Cam İyonomer Simanların Su Emilimi ve Suda Çözünürlükleri	35
2.4.1.1.2. Kompozit Resinlerin Su Emilimi ve Suda Çözünürlük Özellikleri.....	38
2.4.2. Restoratif Materyallerin Mikrosızıntı Özellikleri.....	43
2.4.2.1. Cam İyonomer Simanların Mikrosızıntı Özellikleri	45
2.4.2.2. Kompozit Resinlerin Mikrosızıntı Özellikleri	49
2.4.3. Diş Hekimliğinde Mikrosızıntı İnceleme Yöntemleri.....	52
2.4.3.1. Boya yöntemi	52
2.4.3.1.1. Kesit Alma Yöntemi	53
2.4.3.1.2. Şeffaflaştırma Yöntemi (Dehidratasyon- Demineralizasyon)	53
2.4.3.1.3. Volümetrik Ölçüm Yöntemi	53
2.4.3.2. Radyoizotop Yöntemi	54
2.4.3.3. Kimyasal ajanların kullanılması Yöntemi.....	55
2.4.3.4. Bakteriyel yöntemler.....	55
2.4.3.5. Hava basıncı yöntemi.....	56
2.4.3.6. Nötron aktivasyon analizi	56
2.4.3.7. Elektrokimyasal yöntemler	57
2.4.3.8. Mikroskopik inceleme yöntemleri	57
2.4.3.8.1. Tarama Elektron Mikroskobu (SEM).....	57
2.4.3.8.2. Konfokal lazer tarama elektron mikroskobu (CLSM).....	58
2.5. 5. Sınıf Restorasyonlar.....	59
3. GEREÇ VE YÖNTEM.....	60
3.1. Gereç.....	60
3.1.1. Çalışmada Kullanılan Materyaller.....	60
3.2. Yöntem.....	65
3.2.1. Su Emilimi ve Suda Çözünürlük Değerlerinin Ölçümü İle İlgili Örneklerin Hazırlanması.....	65
3.2.2. Deneyin Yapılışı.....	71
3.2.3. Mikrosızıntının Değerlendirilmesi	76
3.2.4. Mikrosızıntı Deneyi için Örneklerin Hazırlanması	76
4. BULGULAR	85
4.1. Çalışmada Kullanılan Materyal Gruplarının Yüzey Örtücü (-) ve Yüzey Örtücü (+) Alt Gruplarında Su Emilimi Değerlerinin Karşılaştırılması İle İlgili Bulgular	85

4.2. Çalışmada Kullanılan Materyal Gruplarının Yüzey Örtücü (-) ve Yüzey Örtücü (+) Alt Gruplarında Suda Çözünürlük Miktarlarının Karşılaştırılması İle İlgili Bulgular	89
4.3. Çalışmada Kullanılan Materyal Gruplarının Yüzey Örtücü (-) ve Yüzey Örtücü (+)Alt Gruplarının Mikrosızıntı Değerlerinin İncelenmesi İle İlgili Bulgular	95
5. TARTIŞMA.....	120
6. SONUÇLAR.....	151
7. KAYNAKLAR.....	154
8. ÖZGEÇMİŞ.....	177



KISALTMALAR VE SİMGELER

Hg : Civa

HA : Hidroksiapatit

CİS : Cam iyonomer siman

ASPA : Alumino-silikat-poliakrilik-asit

Ca⁺² : Kalsiyum iyonu

COO⁻ : Serbest karboksil grubu

Al⁺³ : Aliminyum iyonu

YVCİS : Yüksek viskoziteli cam iyonomer siman

RMCİS : Rezin modifiye cam iyonomer siman

HEMA : 2-hidroksietilmetakrilat

BIS-GMA : Bisfenol-A-glisidil metakrilat

UDMA : Üretan dimetil metakrilat

TEGDMA : Trietilen glikol dimetakrilat

R : Reaktif sonlanan

C=C : Karbonkarbon çift bağ

UV : Ultraviyole

YÖ : Yüzey örtücü

THFMA : Tetrahidrofurfuril metakrilat

PMKR : Poliasit modifiye kompozit rezin

Bis-EMA: ethoxylated bisphenol-A glycol dimethacrylate

SEM : Stereo Elektron Mikroskobu

CLSM: Konfokal lazer tarama elektron mikroskobu

µm : Mikrometre

nm : Nanometre

kg/cm²: kilogram bölü santimetre kare

C faktörü: Konfigürasyon faktörü

ADA: American Dental Association

ISO: International Standards Organisation

mm: Milimetre

sn: saniye

sa: saat

dk: dakika

°C: santigrat derece

mg: miligram

M₁: Desikatörde ilk kez bekletilen örneklerin ağırlığı

M₂: 7 gün süresince suda bekletilen örneklerin ağırlığı

M₃: Desikatörde ikinci kez bekletilen örneklerin ağırlığı

mm²: Milimetre kare

mm³: Milimetre küp

V: Örnek hacmi

W_{em}: Su emilimi

W_{çöz}: Su çözünürlüğü

µg: mikrogram

µg/mm³: mikrogram bölü milimetre küp

IQR: Inter Quartil Range

C grubu: ChemFil®Rock

E grubu: EQUIA™ Fil

S grubu: SureFil™

T grubu: Tetric EvoCeram®

Z grubu: Filtek™Z250

cps: centipose per second

mPa s: Millipascal Second

LED: Light Emitting Diode, Işık Yayan Diyot

ml: mililitre

BTDMA: 3,3',4,4'-benzophenone tetracarboxylic dianhydride



TABLO LİSTESİ

	Sayfa No
Tablo 1.	Kompozit rezinlerin partikül büyüklüğü ve yüzde hacim miktarları 20
Tablo 2.	Çalışmada kullanılan materyallerin içerikleri 61
Tablo 3.	Materyaller, materyallerin grup kodlaması ve materyal gruplarının alt grupları 66
Tablo 4.	Çalışmamızda kullanılan materyallerin içerikleri 65
Tablo 5.	Mikrosızıntının belirlenmesinde değerlendirilen materyal grupları ve bunların alt gruplarının kodlanması..... 78
Tablo 6.	Boya penetrasyon skorları ve dişteki boya penetrasyon dereceleri..... 83
Tablo 7.	Materyal gruplarının YÖ (-) ve YÖ (+) alt gruplarında su emilimi miktarının ortalama, standart sapma ve median değerleri ile bu değerlerin gruplar ve alt gruplar arası karşılaştırılması..... 86
Tablo 8.	Materyal gruplarının YÖ (-) ve YÖ (+) alt gruplarında su emilimi miktarlarının Dunn's çoklu karşılaştırma testine göre ikili karşılaştırılması..... 89
Tablo 9.	YÖ (-) ve YÖ (+) alt gruplarının suda çözünürlük miktarının ortalama, standart sapma ve median değerleri ile bu değerlerin gruplar ve alt gruplar arası karşılaştırılması 90
Tablo 10.	Materyal gruplarının YÖ (-) ve YÖ (+) alt gruplarında suda çözünürlük miktarlarının Dunn's çoklu karşılaştırma testine göre ikili karşılaştırması 93
Tablo 11.	YÖ (-) ve YÖ (+) alt gruplarında su emilimi ve suda çözünürlük miktarları arasındaki ilişkinin değerlendirilmesi..... 94
Tablo 12.	Materyal gruplarının YÖ (-) ve YÖ (+) alt gruplarının gingivalde belirlenen mikrosızıntı skorlarının değerlendirilmesi 97
Tablo 13.	Materyal gruplarının YÖ (-) ve YÖ (+) alt gruplarında örneklerinin gingivalde belirlenen mikrosızıntı değerlerinin ikili karşılaştırılması 100
Tablo 14.	Materyal gruplarının YÖ (-) ve YÖ (+) alt gruplarında okluzalde belirlenen mikrosızıntı skorlarının karşılaştırılması..... 102
Tablo 15.	Materyal gruplarının YÖ (-) ve YÖ (+) alt gruplarında okluzalde belirlenen mikrosızıntı değerlerinin ikili karşılaştırılması 105

ŞEKİL VE RESİMLERİN LİSTESİ

	Sayfa No
Şekil 1.	Fluor-alumino-silikat cam partiküllerinin kimyasal yapısı..... 6
Şekil 2.	CİS'lerin dört fazlı sertleşme mekanizması..... 8
Şekil 3.	CİS'lerin dış yüzeyine kimyasal bağlanması.....9
Şekil 4.	Bis-GMA, UDMA ve TEGDMA' nın kimyasal yapıları 12
Şekil 5.	Doldurucu partikül boyutunu esas alan restoratif kompozit rezinlerin sınıflandırması..... 19
Şekil 6.	Organik fazı oluşturan monomerlerin kimyasal yapıları 24
Şekil 7.	Su Emilimi ve suda çözünürlük deneylerinde örneklerin polimerizasyonunda kullanılan standart şema..... 68
Resim 1.	Megafil kompozitin stereoelektron mikroskobu (SEM) (x2000) görüntüsü 15
Resim 2.	Makrofil kompozitin SEM (x300) görüntüsü..... 16
Resim 3.	Midifil kompozitin SEM (x400) görüntüsü 17
Resim 4.	CİS yüzeyindeki resin içerikli YÖ'nün konfokal lazer tarama elektron mikroskobu (CLSM) görünümü..... 33
Resim 5.	ChemFil[®]Rock (Dentsply Caulk, Milford, DE, USA) 62
Resim 6.	EQUIA[™] Fil (GC CORPORATION, Tokyo, Japan) 62
Resim 7.	SureFil[™] (Dentsply Caulk, Milford, DE, USA) 63
Resim 8.	Tetric EvoCeram[®] (Ivoclar Vivadent Schann-Liechtenstein) 63
Resim 9.	Filtek[™]Z250 (3M, ESPR, St. Paul, MN, USA) 64
Resim 10.	BisCover[™]LV (BISCO, Inc. Schaumburg, IL, USA) 64
Resim 11.	Su Emilimi ve suda çözünürlük deneylerinde kullanılan ISO 4049:2000 standartına uygun paslanmaz çelik kalıp..... 67
Resim 12.	Çalışmada kullanılan (Optilux 501, Japan) halojen ışık cihazı 67
Resim 13.	Su Emilimi ve suda çözünürlük deneylerinde örneklerin polimerizasyonu için hazırlanan şema..... 68
Resim 14.	1000 gritlik zımpara ile zımparalanması 69
Resim 15.	Örneklerin çap ve yükseklik ölçümlerinde kullanılan kumpas (Absolute, Germany)..... 70
Resim 16.	Çalışmada kullanılan materyal gruplarına ait 100 adet örnek 70
Resim 17.	Su Emilimi ve çözünürlük için kullanılan desikatör 71

Resim 18.	Örneklerin deney süresince saklandığı 37 °C'lik etüv (Memmert, Germany).....	72
Resim 19.	Çalışmada kullanılan hassas terazi (Scaltec, Germany)	73
Resim 20a.	Örneklerin çaplarının ölçümü	74
Resim 20b.	Örneklerin kalınlıklarının ölçümü	74
Resim 21.	Etüv'de 7 gün süresince 37 °C'lik suda bekletilen örnekler.....	75
Resim 22.	Aeratör ile hazırlanmış kaviteler	77
Resim 23.	Çalışmada kullanılan yüzey düzenleyici (GC CORPORATION, Tokyo, Japan).....	79
Resim 24.	Clearfil SE Bond self-etching primeri ve bondu	80
Resim 25.	Termosiklus cihazı (Salubris Technica, Türkiye).....	81
Resim 26.	Tırnak cilası uygulanmış dişler.....	82
Resim 27.	Dişlerin kesilmesinde kullanılan kesit alma cihazı (Izomet Buehler, Ltd, Lake Bluff, II, ABD)	82
Resim 28.	Dişlerin köklerinin ve kuronun ayrılması	83
Resim 29.	Çalışmada kullanılan Stereomikroskop (Leica, İsviçre).....	84
Resim 30.	Stereomikroskop altında X30 büyütmede gingivalde 1 skoru verilen ChemFil®Rock örneğinin görünümü	106
Resim 31.	Stereomikroskop altında X30 büyütmede gingival ve oklüzalde 3 skoru verilen ChemFil®Rock örneğinin görünümü	106
Resim 32.	Stereomikroskop altında X30 büyütmede gingivalde 2 skoru verilen ChemFil®Rock + BisCover™LV örneğinin görünümü	107
Resim 33.	Stereomikroskop altında X30 büyütmede gingival ve oklüzalde 3 skoru verilen ChemFil®Rock + BisCover™LV örneğinin görünümü.....	107
Resim 34.	Stereomikroskop altında X30 büyütmede gingival ve oklüzalde 0 skoru verilen EQUIA™ Fil örneğinin görünümü.....	108
Resim 35.	Stereomikroskop altında X30 büyütmede gingivalde 1 skoru verilen EQUIA™ Fil örneğinin görünümü.....	108
Resim 36.	Stereomikroskop altında X30 büyütmede gingivalde 2 skoru verilen EQUIA™ Fil örneğinin görünümü.....	109
Resim 37.	Stereomikroskop altında X30 büyütmede gingivalde 3 skoru verilen EQUIA™ Fil örneğinin görünümü.....	109
Resim 38.	Stereomikroskop altında X30 büyütmede gingival ve oklüzalde 0 skoru verilen EQUIA™ Fil + BisCover™LV örneğinin görünümü	110

Resim 39.	Stereomikroskop altında X30 büyütmede gingivalde 1 skoru verilen EQUIA™ Fil + BisCover™LV örneğinin görünümü.....	110
Resim 40.	Stereomikroskop altında X30 büyütmede gingivalde 0 skoru verilen SureFil™ örneğinin görünümü.....	111
Resim 41.	Stereomikroskop altında X30 büyütmede gingivalde 1 skoru verilen SureFil™ örneğinin görünümü.....	111
Resim 42.	Stereomikroskop altında X30 büyütmede oklüzalde 2 skoru verilen SureFil™ örneğinin görünümü.....	112
Resim 43.	Stereomikroskop altında X30 büyütmede oklüzalde 3 skoru verilen SureFil™ örneğinin görünümü.....	112
Resim 44.	Stereomikroskop altında X30 büyütmede oklüzalde ve gingivalde 0 skoru verilen SureFil™ + BisCover™LV örneğinin görünümü.....	113
Resim 45.	Stereomikroskop altında X30 büyütmede gingivalde 1 skoru verilen SureFil™ + BisCover™LV örneğinin görünümü.....	113
Resim 46.	Stereomikroskop altında X30 büyütmede oklüzalde 2 skoru verilen SureFil™ + BisCover™LV örneğinin görünümü.....	114
Resim 47.	Stereomikroskop altında X30 büyütmede oklüzal ve gingivalde 0 skoru verilen Tetric EvoCeram® örneğinin görünümü.....	114
Resim 48.	Stereomikroskop altında X30 büyütmede oklüzalde 1 skoru verilen Tetric EvoCeram® örneğinin görünümü.....	115
Resim 49.	Stereomikroskop altında X30 büyütmede gingivalde 2 skoru verilen Tetric EvoCeram® örneğinin görünümü.....	115
Resim 50.	Stereomikroskop altında X30 büyütmede gingivalde 3 skoru verilen Tetric EvoCeram® örneğinin görünümü.....	116
Resim 51.	Stereomikroskop altında X30 büyütmede oklüzal ve gingivalde 0 skoru verilen Tetric EvoCeram® + BisCover™LV örneğinin görünümü.....	116
Resim 52.	Stereomikroskop altında X30 büyütmede oklüzal ve gingivalde 1 skoru verilen Tetric EvoCeram® + BisCover™LV örneğinin görünümü.....	117
Resim 53.	Stereomikroskop altında X30 büyütmede oklüzalde 0 skoru ve gingivalde 1 skoru verilen Filtek™Z250 örneğinin görünümü.....	117
Resim 54.	Stereomikroskop altında X30 büyütmede oklüzal ve gingivalde 0 skoru verilen Filtek™Z250 + BisCover™LV örneğinin görünümü.....	118
Resim 55.	Stereomikroskop altında X30 büyütmede oklüzalde 1 skoru verilen Filtek™Z250 + BisCover™LV örneğinin görünümü.....	118

Resim 56. Stereomikroskop altında X30 büyütmede gingivalde 3 skoru verilen **Filtek™Z250 + BisCover™LV** örneğinin görünümü119



GRAFİK LİSTESİ

	Sayfa No
Grafik 1. Materyal gruplarının YÖ (-) ve YÖ (+)alt gruplarındaki su emilimi miktarlarının median değerlerinin dağılımı	87
Grafik 2. Materyal gruplarının YÖ (-) ve YÖ (+) alt gruplarındaki suda çözünürlük miktarlarının median değerlerinin dağılımı	91
Grafik 3. Materyal gruplarının YÖ (-) ve YÖ (+) alt gruplarında gingivalde belirlenen mikrosızıntı skorlarının dağılımı	98
Grafik 4. Materyal gruplarının YÖ (-) ve YÖ (+) alt gruplarında okluzalde belirlenen mikrosızıntı skorlarının dağılımı.....	103

1. GİRİŞ VE AMAÇ

Çocuk diş hekimliğinde, süt ve sürekli dişlerin restorasyonunda genel olarak restoratif diş hekimliğinde kullanılan materyaller tercih edilmektedir. Günümüzde kimyasal, fiziksel ve mekanik özellikleri birbirinden farklı birçok restoratif materyal bulunmakla birlikte, olguların çoğunda materyal seçimi dişin klinik durumuna göre yapılmaktadır.

İdeal bir restoratif materyal; madde kaybı gösteren dişleri restore ederek, yenileme ile diş arasında etkili bir uyum sağlamalı, dişin anatomik formunu, dayanıklılığını, kaybolan fonasyonu yeniden kazandırmalı ve kalan diş dokularını desteklemelidir (1,2).

En eski restoratif materyal maddesi olarak bilinen amalgam, 1970'li yıllara kadar diş hekimliğinde yaygın olarak kullanılmıştır. Dayanıklı olması, kolay uygulanabilmesi, teknik hassasiyet gerektirmemesi ve ekonomik olması gibi avantajlarının yanında kopma ve çekmeye karşı dayanıksızlığı, estetik olmaması, diş dokularını desteklememesi, galvanik akıma neden olması, ısı ve elektrik geçirgenliği, korozyon sonucu diş dokularında renklenmeye neden olması gibi dezavantajları bulunmaktadır. En önemli dezavantajı da diş dokularına mekanik olarak tutunmasından dolayı özel kavite hazırlanmasının gerekliliği ve buna bağlı olarak diş dokularında madde kaybına neden olmasıdır. Ayrıca vücut için zararlı olduğu bilinen civa (Hg) içermesi araştırmacıları yeni materyal arayışına yönlendirmiştir (3,4).

Diş sert dokularına kimyasal olarak bağlanma özelliğinden dolayı cam iyonomer simanlar günümüzde de sıklıkla tercih edilen restoratif materyallerdendir. Fluorid salınımı yapabilmeleri, biyouyumlulukları gibi olumlu özelliklerinin yanında, estetik olmamaları, erken dönemde neme duyarlılık göstermeleri, çalışma zamanlarının kısa, sertleşme zamanlarının uzun olması ve çiğneme kuvvetleri karşısında aşınma direncinin düşük olması gibi olumsuz özellikleri de bulunmaktadır. Cam iyonomer simanların olumsuz yönlerini azaltmak ve cam iyonomer ile kompozit rezin materyallerinin olumlu özelliklerini tek bir materyalde bulundurabilmek amacıyla kompomer ve rezin modifiye cam iyonomer simanlar üretilmiştir(4-6).

Hasta, ebeveyn talepleri ve restoratif materyallerin gelişmesine bağlı olarak, diş hekimleri ön ve arka dişlerin restorasyonunda, amalgam restorasyonlar yerine cam iyonomer ya da kompozit rezin restoratif materyallerini tercih etmektedirler. Cam iyonomer ve kompozit rezin restorasyonlar çocuk diş hekimliğinde sıklıkla tercih edilmektedir (7).

Su emilimi, suda çözünürlük ve mikrosızıntı gibi özellikler; tüm restoratif materyallerin fiziksel, kimyasal ve mekanik özelliklerini olumsuz bir şekilde etkileyerek, restoratif materyallerin klinik başarısını azaltan özelliklerdir. Su emilimi, suda çözünürlük ve mikrosızıntı özellikleri yüksek olan materyallerin fiziksel, kimyasal ve mekanik özelliklerinin düşük olduğu bilinmektedir (8).

Tüm restoratif materyallerin fiziksel, kimyasal ve mekanik özelliklerini etkileyen su emilimi ve suda çözünürlük, özellikle cam iyonomer esaslı restoratif materyallerde önemli bir sorun olarak karşımıza çıkmaktadır (9).

Kompozit rezinlerin yeterli polimerizasyonunu sağlamak için en fazla 2 mm kalınlığındaki kompozit rezin tabakasına en az 400 mW/cm² yoğunluğundaki ışığın 20-60 sn uygulanması gerektiği belirtilmektedir (10-12). Kompozit rezinlerin tabakalar halinde polimerize edilmesi derin kavitelere çalışma süresini uzatan bir uygulama olduğundan, üretici firmalar tek seferde kaviteye yerleştirilebilecek kompozit rezini oluşturmaya yönelik çalışmalar yapmaktadırlar. Bu çalışmaların sonucunda çeşitli üretici firmalar tarafından, bulkfil olarak yerleştirilebilen kompozit rezinler piyasaya sürülmüştür. Üretici firmalar, bulkfil yerleştirilebilen kompozit rezinlerin polimerizasyon derinliklerinin geleneksel kompozit rezinlere kıyasla arttırıldığını ve 4 mm derinliğindeki süt ve sürekli dişlerin kavitelere tek seferde yerleştirilebileceğini ileri sürmektedirler. Özellikle süt dişlerinde kavite derinliklerinin, dişlerin anatomik yapılarına ve sert doku kalınlıklarının az oluşuna bağlı olarak belli bir düzeyde hazırlanmaları gereği dikkate alındığında bulkfil uygulamaların bu dişlerdeki klinik önemi klinisyenlerin dikkatini çekmeye başlamıştır. Bununla birlikte bulkfil kompozit rezinlerin fiziksel özelliklerini inceleyen az sayıda çalışma bulunmaktadır.

Restoratif materyallerin su emilimi, suda çözünürlük ve mikrosızıntı gibi olumsuz fiziksel özelliklerini azaltmak hatta ortadan kaldırabilmek için yüzey örtücüler kullanılmakta ve kullanımı yaygınlaştırılmaya çalışılmaktadır. Bunlardan biri

olan BisCoverTMLV, ışıkla polimerize olan ve aynı zamanda diş dokularına ve kompozit rezinlere de bağlanabilen bir ürün olarak üretici firma tarafından diş hekimlerinin kullanımına sunulmuştur. Bu yüzey örtücünün rengi saydam olup, adeziv monomer içermektedir. Yüzey örtücülerin, cam iyonomer ve kompozit rezin restorasyonların yüzeylerine uygulandığında, materyallerin fiziksel, mekanik ve estetik özelliklerini iyileştirdiği, renklenmeyi, mikrosızıntıyı, su emilimi ve suda çözünürlüğü azalttığı bildirilmektedir.

Diş hekimliği literatürlerinde, bulkfil uygulamalı kompozit rezinlerin ve yüksek viskoziteli cam iyonomer simanların su emilimi, suda çözünürlük ve mikrosızıntı özelliklerine, yüzey örtücü uygulanmasının bu özelliklere etkilerini değerlendiren bir çalışmaya rastlanmamıştır.

Bu çalışmada bulkfil uygulamalı ve düşük polimerizasyon büzülmesi gösteren 2 farklı kompozit rezin (Tetric EvoCeram[®]/ Ivoclar, SureFil /Dentsply), 1 hibrit kompozit rezin (FiltekTMZ250 /3M) ve 2 farklı bulkfil uygulamalı ve yüksek viskoziteli cam iyonomer siman (ChemFil[®]Rock /Dentsply, EQUIATM Fil /GC) materyallerinin düşük viskoziteli rezin esaslı yüzey örtücü BisCoverTMLV ile kaplanmalarının, su emilimine, suda çözünürlüğe ve mikrosızıntıya etkilerinin karşılaştırmalı olarak değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Cam İyonomer Simanlar

1960'ların başında araştırmacılar, diş minesindeki hidroksiapatit (HA) ve dentindeki kollajenler ile reaksiyona giren hidrofilik materyalleri geliştirmişlerdir. Diş dokularından mine ve dentinde HA'nın bulunması, kalsiyuma bağlanmanın önemli olduğunu düşündürmüştür. Bu nedenle, poliakrilik ile sitrik asit içeren ve suda çözünebilen polielektrolit sistemlere ilginin yoğunlaşması gündeme gelmiştir. İlk kez 1963 yılında, poliakrilik asidin diş dokularına yapışmasını sağlayan çekim kuvveti incelenmiştir. Poliakrilik asidin kalsiyuma bağlanabildiği ve organik polimerlerle kollajen gibi hidrojen bağları oluşturabildiği fark edilmiştir (13).

Cam iyonomer simanlar (CİS) 1970'lerin başında sertlik, direnç ve florid iyonu salma gibi özellikleri bulunan silikat cam tozu ile iyi fiziksel özellikleri ve biyouyumlulukları yanında, mine ve dentinde bulunan HA'ya da bağlanabilen poliakrilik asit likiti ile birleşmesi sonucunda bulunmuştur (14).

CİS'ler farklı gelişim aşamalarından geçerek günümüze kadar gelen restoratif materyallerden biri olmuştur. Silikat ve çinko polikarboksilat simanların avantajları biraraya getirilerek geliştirilen CİS'ler ilk kez 1972 yılında Wilson ve Kent tarafından ismi Alumino-Silikat-Poliakrilik-Asit (ASPA) olarak diş hekimliğine tanıtılmıştır (15). Aynı yıl, ilk ticari CİS Dentsply DeTrey tarafından ASPA I adı altında kullanıma sunulmuştur. Materyalin sertleşme reaksiyonunu daha iyi kontrol edebilmek için, içeriğine tartarik asit ilave edilerek Wilson ve Crisp tarafından 1972 yılında tekrar modifiye edilmiş ve ASPA II adını alan ürün 1976'da piyasaya tanıtılmış olup, rengi hafif opak ve daha açık olan kullanımı kolay ilk CİS olmuştur. Likitteki poliakrilik asidin kalınlaşması ve jel haline dönüşmesi üzerine Wilson ve Crisp 1974 yılında, poliakrilik asit solüsyonuna metil alkol ekleyerek ASPA III simanını geliştirmişlerdir. Bu simanda poliakrilik asidin şelasyonu durdurulmuştur. Ancak McLean, bu simanın ağız içinde renginin değiştiğini ortaya çıkarmıştır. Bu olumsuz klinik özelliklerinden

dolayı, yine Wilson ve Crisp (1977), kopolimeri itakonik asidin ve akrilik asidin birleşmesinden meydana gelen ASPA IV simanını üretmişlerdir (14–19).

CİS'ler diş hekimine kısa çalışma zamanı sağlamakla birlikte, nispeten uzun sertleşme zamanı, düşük kırılma dayanıklılığı, zayıf aşınma direnci, nem kontaminasyonuna hassasiyet ve sertleşme reaksiyonunun erken aşamalarında dehidratasyona uğrayabilmeleri gibi dezavantajlara sahiptirler (20–22). Tüm bunların yanısıra florid salınımı ve çürük önleyici etkisi, diş dokusuna kimyasal olarak bağlanması, pulpaya ve periodontal yapılara biyolojik olarak uyumlu olması, düşük sitotoksite göstermesi, ısıl genişleme katsayısının diş dokusuna yakın olması, kendini tamir edebilme özelliği ve pahalı olmaması gibi avantajları da bulunmaktadır (23–25). Adezyon özellikleri florid salımındaki avantajları, 30 yılı aşkın bir süredir CİS ürünlerinin diğer restoratif materyaller ile yarışabilecek düzeye getirilebilmesi amacıyla yoğun çalışmaların sürdürülmesine neden olmaktadır.

CİS'lerin sertleşme ve çalışma zamanı özellikleri, fizikokimyasal ve mekanik özelliklerinin birçok faktöre bağlı olduğu bilinmektedir. Bunlar;

•Formülasyonda kullanılan poliakrilik asit likiti ve aluminosilikat cam partiküllerinin bileşimi

- Cam tozunun partikül boyutu
- Siman karışımı içindeki bileşenlerin oranı (cam/poliakrilik asit/tartarik asit/su)
- Karıştırma yöntemi olarak bildirilmiştir (25).

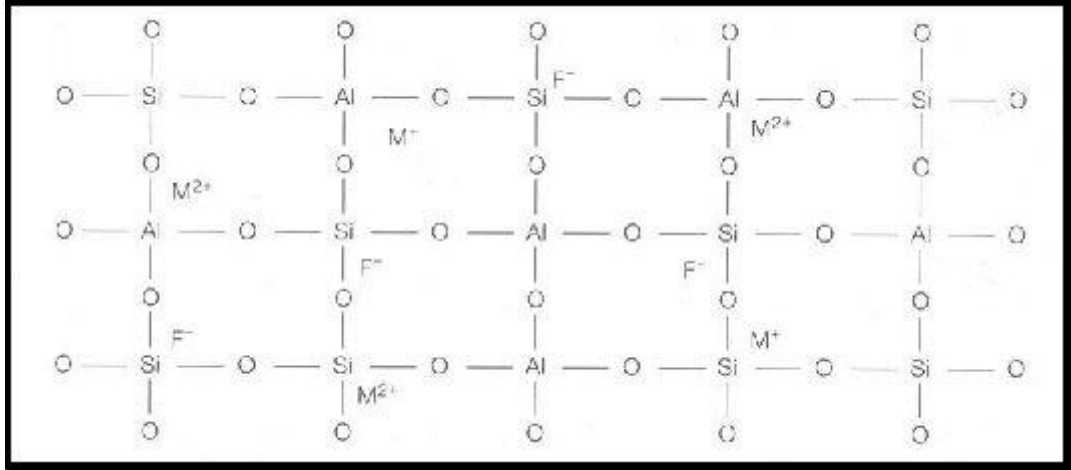
Cam tozu ya da poliakrilat yapısına organik ve inorganik komponentler ilave edilerek CİS'lerin performansını iyileştirmeye yönelik çalışmalar sürdürülmektedir (26).

2.1.1. Cam İyonomer Simanların İçeriğine Göre Sınıflandırılması

2.1.1.1. Geleneksel Cam İyonomer Simanlar

Geleneksel cam iyonomer simanlar (GCİS); silikat simanlara benzer iyon salabilen cam partikülleri ve polikarboksilat simanlardaki gibi poliakrilik asidin sulu solüsyonlarını veya likit yerine toza ilave edilen akrilik veya maleik asit polimerlerini içermektedir (27). Simanın yapısı asit-baz reaksiyonu, reaktif cam partikülleri ve poliakrilik asitler olmak üzere üç ana başlık altında toplanmaktadır (22).

Günümüzde, CİS'ler kalsiyum veya stronsiyum esaslı alumino-silikat cam tozlarının suda çözünebilir polimerik asitler ile bir araya getirilmesi ve florid eklenmesi ile elde edilmektedir (**Şekil 1**) (17,28,29). Bileşenlerin karıştırılması sonucunda, katı cam tozlarının asit gruplarını nötralize etmesine dayanan bir sertleşme reaksiyonu meydana gelmektedir.



Şekil 1. Fluor-alumino-silikat cam partiküllerinin kimyasal yapısı (20).

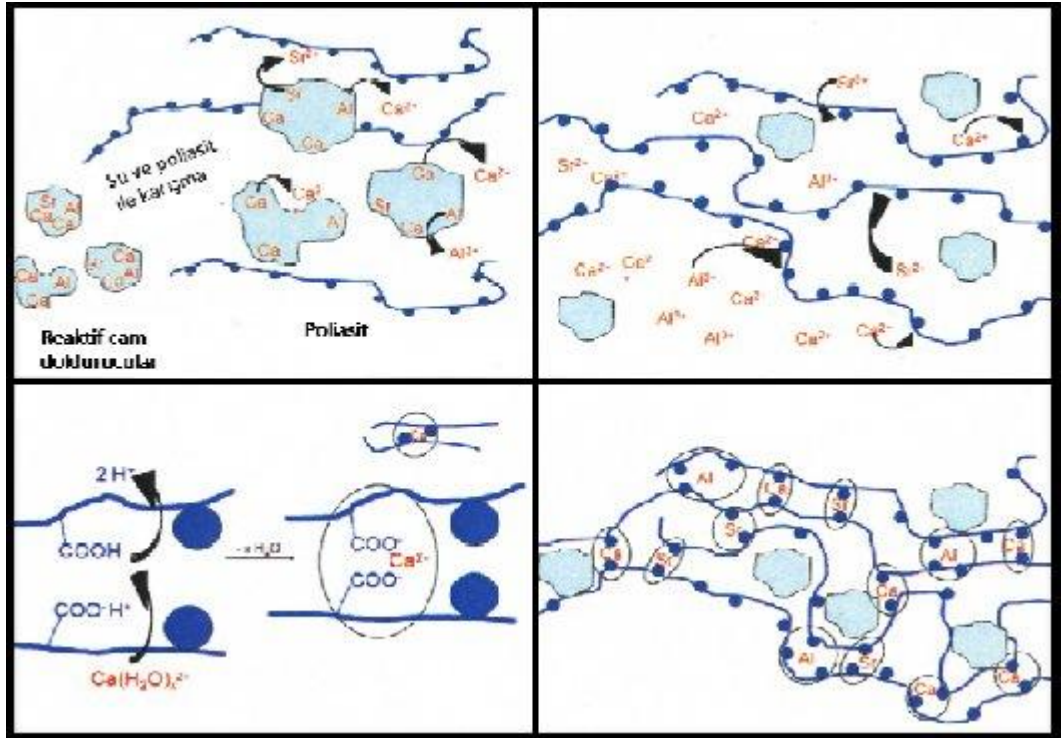
Cam iyonomerlerin sertleşme mekanizması dört ayrı fazda gerçekleşmektedir. Bunlar; (Şekil 2) (17).

- a. toz ve likidin teması
- b. cam partikülleri üzerine asit atağı
- c. matriksin şelasyonu
- d. matriksin sertleşmesi

GCİS'ler asit-baz reaksiyonu ile sertleşmektedir. Toz ve likitin karıştırılmasından sonra polimer yapıdaki asit, cam partiküllerin yüzeyine penetre olarak bu partiküllerin yapısında bulunan iyonların likitteki sulu faza geçmesini sağlar. Bu iyonlar polimer zincirler arasında çapraz iyonik bağlar oluşturur. Sertleşmenin erken dönemlerinde daha fazla kalsiyum iyonu (Ca^{+2}) açığa çıkarak likitteki sulu faza geçer ve serbest karboksil grubu (COO^-) ile birleşerek tuz köprüleri ve çapraz bağlar oluşturur. Alüminyum iyonu (Al^{+3}) daha yavaş salınır ve sertleşmede bir sonraki dönemde etkili olur. Sertleşme reaksiyonunun ikinci döneminde matriks yapısı içinde büyük miktarda bulunan Al^{+3} reaksiyona girerek fiziksel özelliklerin belirgin şekilde gelişmesine yol açar. Bu dönemden önce materyal çok zayıf ve çözünebilir özelliğindedir. Reaksiyonun tam olarak oluşması için bu dönemde simanın nemden korunması gerekmektedir (30).

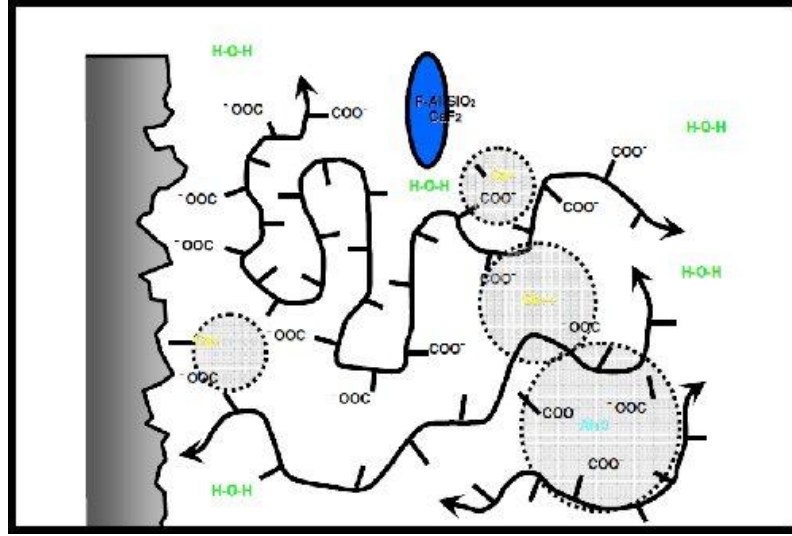
Erken dönemde suya maruz kalmanın kimyasal olarak sertleşen GCİS'lerin fiziksel ve mekanik özelliklerini olumsuz yönde etkilediği birçok çalışmada gösterilmiştir. Suya erken maruz kalmasının sonucunda, GCİS'lerin klinik performansının, translüsentliğinin, basma dayanımının, materyalin dayanıklılığının azaldığı ve çözünürlüğünün arttığı bildirilmiştir. Dayanıklılık ve erozyona direnç çözünmeyen poliasit/kasyon matriks oluşumu ile mümkündür. Matriksin oluşumu ve iyonik çapraz bağların özelliklerinin değişmesi ilk 24 saat içerisinde gerçekleşmektedir. Bu nedenle, yeni hazırlanan CİS'in bu dönemde sulu ortama yerleştirilmesi su dengesi ve sertleşme reaksiyonunu olumsuz yönde etkilemektedir (31,32).

Bazı araştırmacılar erken suya maruz kalmayla oluşabilecek problemlerin üstesinden gelmek amacıyla materyalin sertleşmesinden hemen sonra su geçirmeyen vernik, kakao yağı veya ışıkla sertleşen koruyucu rezin uygulanmasını önermiştir (32,33). Materyalin yüzeyinin ilk 24 saatte su geçirmeyen koruyucu bir tabaka ile kaplanmasının jel matriksin dış ortamdan su emmesini engellediği ve daha fazla çapraz bağ oluşumuna neden olarak basma dayanımını arttırdığı bildirilmiştir (31,33).



Şekil 2. CİS'lerin dört fazlı sertleşme mekanizması (17).

CİS'in dış dokusuna ve metale bağlanmasının açıklaması tam olarak yapılamamakla birlikte, bu bağlanmanın polimer asitlerdeki COO^- ile metal iyonları arasındaki iyonik bağlanma sayesinde olduğu düşünölmektedir (Şekil 3) (34).



Şekil 3. CİS'lerin dış yüzeyine kimyasal bağlanması.

2.1.1.2. Yüksek Viskoziteli Cam İyonomer Simanlar

GCİS'lerin zayıf mekanik özelliklerini artırmak, erken dönemde nem hassasiyetini azaltmak, sertliğini ve aşınma direncini arttırmak, okluzal kuvvetler karşısında meydana gelen aşınma direncini arttırmak, ayrıca 1. sınıf ve 5. sınıf restorasyonların yapımı ile sınırlı olan endikasyonlarını diğer restorasyon tiplerinde de uygulanabilir hale getirmek üzere yüksek viskoziteli cam iyonomer simanlar (YVCİS) geliştirilmiştir (35). Ayrıca, kalıcı restorasyon materyali olarak amalgam ve kompozit rezinlere alternatif olmaları da amaçlanmıştır. Bu simanlar daha yüksek oranda toz-likit oranına sahiptirler. GCİS'lerdeki toz likit oranı genellikle 3:1 veya 4:1 iken; YVCİS'lerde bu oran 6:1 veya 7:1'dir (36,37).

GCİS'ler ile sertleşme mekanizmaları aynı olan bu simanların çözünürlük özellikleri azaltılmış ve yüzey sertliği, aşınma direnci, basma ve eğmeye dayanıklılık özellikleri artırılmıştır. Ayrıca, GCİS'ler ile biyouyumluluk ve florid salınımı açısından benzer özelliklere sahiptir (38).

Günümüzde üretici firmalar tarafından farklı isimlerle piyasaya sunulan YVCİS'ler yavaş yavaş diğer CİS'lerin yerini almaktadır. Erken dönemde suya maruz kalmasının bu materyallerin fiziksel özelliklerini olumsuz yönde etkilemediği araştırmacılar tarafından bildirilmiş olmakla birlikte, üretici firmalar bu materyallerin erken dönemde suya maruz kalmalarının önlenmesi ve aşınma dirençlerinin artırılması için koruyucu rezinlerle birlikte uygulanmalarını önermektedir (39,40).

2.1.1.3. Rezin Modifiye Cam İyonomer Simanlar

1980'lerde rezin modifiye cam iyonomer simanlar (RMCİS), GCİS'lerin olumsuz özelliklerini ortadan kaldırmak amacıyla geliştirilmiştir. McLean ve ark.'na (41) göre, bu materyaller GCİS'deki gibi asit-baz reaksiyonu ile sertleşmekle birlikte, fotopolimerizasyon yöntemi ile polimerizasyon hızı artırılabilir. RMCİS'lerin görünür ışık ile polimerize olabilmesi için, ağırlıkça %4,5 hidrofilik rezin monomerler 2-hidroksietilmetakrilat (HEMA) ve foto insiyatörler ilave edilmiştir.

RMCİS'lerin GCİS'lere göre avantajları arasında:

- Daha uzun çalışma zamanı
- Hızlı sertleşme süresi
- Gelişmiş estetik ve translüsentlik
- Erken dönemde daha fazla dayanıklılık sayılabilmektedir (41).

2.1.1.4. Poliasit Modifiye Kompozit Rezinler (Kompomerler)

Poliasit modifiye kompozit rezinler (PMKR), GCİS'lerde bulunan iyon salabilen cam benzeri doldurucular ve iki karboksil gruplu dimetakrilat monomerler içermektedir. Bunların dışında yapısında stabilizörler, reaksiyon başlatıcılar ve pigmentler bulunmaktadır (42). İçeriğinde %70- 80 oranında kompozit rezin ve %20-30 oranında CİS bulunan PMKR'lerin florid salınımları CİS'lere oranla düşük, mekanik ve fiziksel özellikleri ise daha kompozit rezinlere yakındır. Işıkla polimerize

olmaları ve uygulama kolaylıkları çocuk hastalarda restoratif materyal olarak tercih edilmelerine neden olmaktadır (43,44).

2.2. Kompozit Rezinler

Kompozit rezinler ilk defa 1962 yılında Rafael Bowen tarafından geliştirilmiştir. Kompozit rezinler, mine ve dentin dokusuna adezyon ile bağlanan ve esas olarak organik bir matriks içerisinde belli oranlarda eklenen inorganik doldurucular ayrıca, organik ve inorganik maddelerin birbirine tutunmasını sağlayan bağlayıcı kısımdan oluşmaktadır (45).

Terminolojik olarak kompozit kelimesi, farklı yapıdaki materyallerin fiziksel bir karışımı anlamına gelmektedir (46,47). Genel anlamda farklı yapıda ve özelliklerdeki bileşenlerin birbirine karışmasıyla oluşan, bileşenlerin tek tek sahip oldukları özelliklerden daha üstün özellikler gösteren iki ya da daha fazla farklı fazdan oluşan ürünlere kompozit denilmektedir (48).

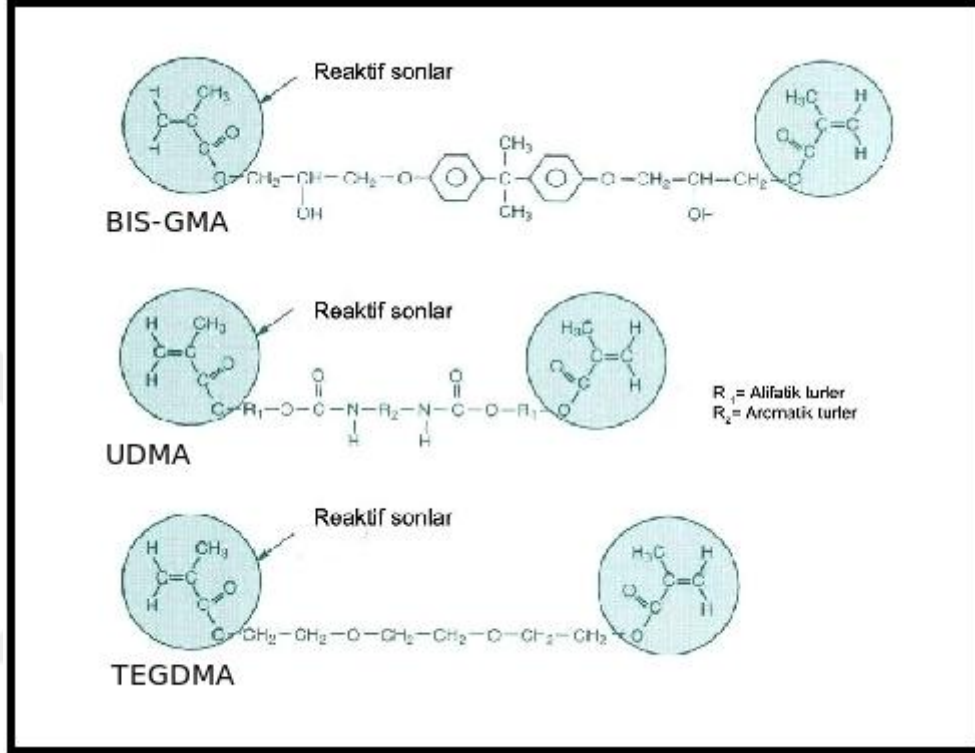
2.2.1. Kompozit Rezinlerin Yapısı

Kompozit rezinleri oluşturan üç ana yapı bulunmaktadır (49,50).

2.2.1.1. Organik Polimer Matriks

Kompozit rezinlerde çeşitli organik matriksler kullanılmaktadır. Bunlardan ilki bisfenol-A ile glisidil metakrilat'ın reaksiyon ürünü ve çift fonksiyonlu bir monomer olan Bisfenol-A-glisidil metakrilat (BIS-GMA)'dır. Aynı tipte, renk stabilitesi daha yüksek olan ve iyi bir adezyon sağlayan Üretan dimetil metakrilat da (UDMA) kompozitlerde organik matriks olarak kullanılabilir. BIS-GMA ve UDMA oldukça yoğun kıvamda materyaller oldukları için bir başka çift fonksiyonlu monomer olan trietilen glikol dimetakrilat (TEGDMA) ile seyreltilerek kullanılmaktadırlar (43,51).

Kompozitin sertleşmesi organik matriksin polimerizasyonu ile gerçekleşmektedir. Organik fazın kompozitte hacimce yüksek miktarda bulunmasının polimerizasyon büzülmesini arttırdığı bildirilmiştir (46,51).



Şekil 4. BIS-GMA, UDMA ve TEGDMA'nın kimyasal yapıları (49).

Reaktif sonlar (R); metil-, hidroksil-, fenil-, karboksil-, ve amid gibi organik gruplardan birisi olabilir. Molekülün her iki ucunda da oligomerler ortak reaktif çift bağa sahiptir, bunlar da serbest radikallerin varlığında ek olarak polimerizasyona girebilirler. Hem BIS-GMA hem de UDMA oligomer molekülleri oldukça visközdürler (52).

TEGDMA'nın moleküler ağırlığı ve viskozitesi Bis-GMA'dan daha az olup, inorganik doldurucuları daha iyi ıslatıcı özelliğe sahiptir. Düşük moleküler ağırlığı ve yüksek oranda çift bağlara sahip olması büzülmesini artırmaktadır (53).

2.2.1.2. İnorganik Matriks

Kompozit rezinlerin yapısında bulunan, matriks içine dağılmış olan çeşitli şekil ve büyüklükteki, zirkonyum oksit, alüminyum oksit ya da silikon dioksit, lityum alüminyum silikat, stronsiyum, baryum, çinko ve yitriyum cam, baryum alüminyum silikat gibi inorganik doldurucu partiküller matriksin fiziksel özelliklerini geliştirmek için eklenmiştir. Bu doldurucular kompozitin polimerizasyon büzülmesini azaltırken, termal genleşme katsayısını düşürür, translüsensi özelliğini artırır ve materyalin sert olmasını sağlayarak aşınmaya karşı direncini artırır. Stronsiyum, baryum, çinko ve yitriyum ise rezine radyoopasite sağlar (54). Silika partikülleri kompozitin mekanik özelliklerini güçlendirir, saydamlaştırarak ışığın geçmesini ve yayılmasını kolaylaştırır. Saf silika, non-kristalin (cam) ve kristalin (kristobalit, kuartz, tridimit) biçiminde bulunmaktadır. Kristalin formları serttir ancak kompozitin bitirme ve polisaj işlemlerini zorlaştırmaktadır. Bu nedenle kompozit rezinler günümüzde silikanın diğer formu olan nonkristalin şeklinde üretilmektedirler. Doldurucu partiküllerin miktarı çok fazla olduğu zaman materyalin viskozitesini artırarak klinik kullanım sırasında zorluklara neden olabilmektedir. 1970'lerden günümüze kompozitlerin yapısına katılan inorganik doldurucuların büyüklüğüne göre, 50-100µm boyutları arasında megafil, 10-100µm boyutları arasında makrofil, 1-10µm boyutları arasında midifil, 0.1-1µm boyutları arasında minifil, 0.01-0.1µm boyutları arasında mikrofil, 0.001-0.01µm boyutları arasında nanofil olarak isimlendirilmektedirler (51). Kompozit rezinin akışkanlığını; monomer akıcılığı, doldurucu partikül miktarı ve partikül büyüklüğü belirlemektedir. Monomer ve doldurucu partikül yüzeyi arasındaki sürtünme, akışkanlığı kontrol etmektedir. Doldurucuların yüzey alanı arttıkça Kompozit rezinin akışkanlığı azalmaktadır. Partikül büyüklüğü kompozit rezinin bitirme, aşındırma ve polisaj işlemlerinden sonraki yüzey pürüzlülüğünü belirlemektedir. Partiküllerin şekli, büyüklüğü ve miktarı kompozit rezinlerin fiziksel özelliklerini ortaya çıkarmaktadır. Doldurucu partikül miktarı arttıkça, organik matriks oranının düşmesi ile, polimerizasyon büzülmesi, ısıl genleşme katsayısı ve su emiliminin azaldığı; aşınma direnci ve dayanıklılığının arttığı bilinmektedir (49,55).

2.2.1.3. Ara Faz (Silan Bağlayıcı Ajanları)

Kompozit rezinlerde organik polimer matriks fazı ile inorganik matriks arasındaki bağlanma ara faz (silan) sayesinde olmaktadır. Ara faz, organik silisyum bileşiği olan silanlardan meydana gelmektedir. Kompozit rezinlerde silika partiküllerinin yüzeyi silan bağlayıcı ajanları ile önceden kaplanmakta ve silika partiküllerinin yüzeyinde tek moleküllü, çift fonksiyonlu çok ince bir katman oluşturulmaktadır. Bu katmandaki moleküllerin bir ucu silika partiküllerinin yüzeyinde var olan hidroksil grupları, diğer ucu da organik matriksteki polimer ile bağlanmaktadır. Silan bağlayıcı ajanları, kompozit rezinin mekanik ve fiziksel özelliklerini geliştirdiği gibi, aynı zamanda rezin-partikül arasında suyun geçişini engelleyerek hidrolitik dengeyi sağlamakta, rezinin çözünürlüğünü ve su emilimini azaltmaktadır. Silan bağlayıcı ajanları inorganik fazın özellikle silika partiküllerinde olumlu sonuçlar verdiği için, kompozit rezinlerde yaygın olarak silika içerikli inorganik doldurucular kullanılmaktadır. Ara faz olmadığı zaman, bağlayıcı kütlenin dayanıklılığı azalmakta ve doldurucu yüzeyden ayrılmaktadır. Yapılan çalışmalarda, bağlayıcı ajan olmadan, kompozitin baskı ve kopma dayanımının azalacağı gösterilmiştir (46,49,51,55).

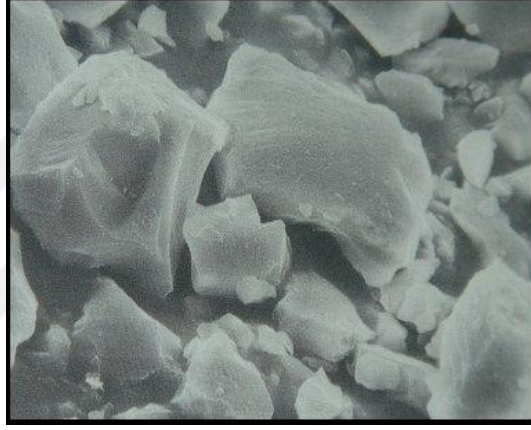
2.2.2. Kompozit Resinlerin Sınıflandırılması

Kompozit rezinler; dolduru içerikleri, miktarları, doldurucuların özellikleri, matriks fazları, manipülasyonları ve polimerizasyon şekillerine göre olmak üzere günümüze kadar birçok değişkene bağlı olarak sınıflandırılmışlardır. Günümüzde en yaygın sınıflandırmalar doldurucu içeriklerine (yüzde ağırlık veya hacim), partikül boyutuna ve katılma şekline göre olanlardır. Diğer sınıflandırmalar materyal hakkında fazla bilgi vermedikleri için diş hekimleri tarafından fazla tercih edilmemektedirler (43,51).

2.2.2.1. Partikül Büyüklüğüne Göre Sınıflama

2.2.2.1.1. Megafil Kompozitler

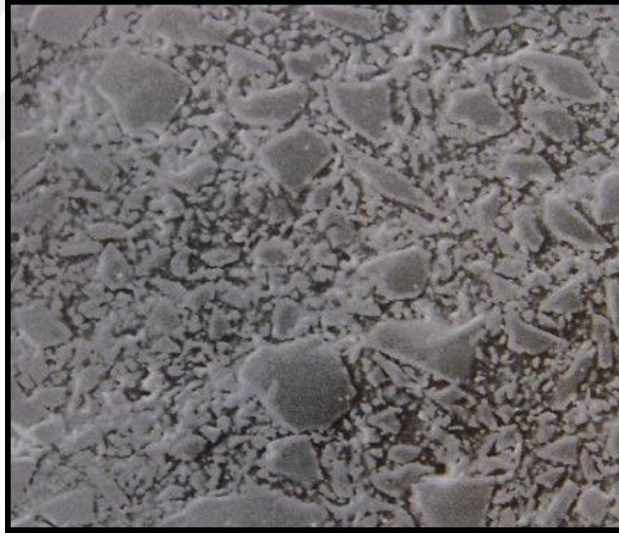
İnorganik doldurucu partikül büyüklüğü 50-100 μ m olan kompozit rezinlerdir. Fazla aşınma gösterebilen çığneyici yüzlere yerleştirilmesi önerilen bu kompozitler, cam partikülleri içermektedir.



Resim 1. Megafil kompozitin stereo elektron mikroskobu (SEM) (x2000) görüntüsü (51,56).

2.2.2.1.2. Makrofil Kompozitler

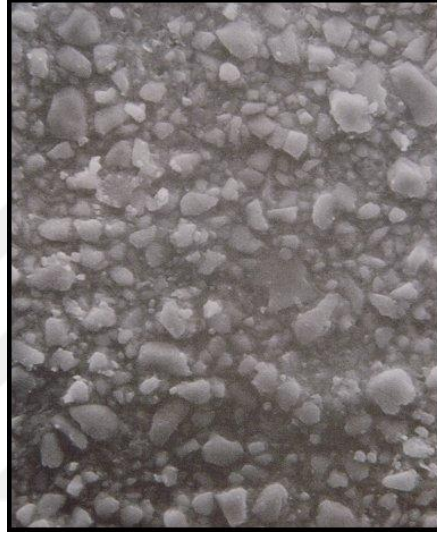
İnorganik partikül büyüklüğü 10-100µm olan kompozit rezinlerdir. İnorganik doldurucular büyük ve sert olan quartz veya silika partikülleridir ve doldurucunun ağırlık oranı diğer kompozit rezinlere göre daha fazladır. Makrofil kompozit rezinlerdeki doldurucu partiküllerin boyutu restorasyonda gözle görülür pürüzlülüğe yol açmaktadır. Boyanma ve plak birikimi makrofil kompozit rezinlerde kompozitin diğer tiplerine göre daha yüksektir. Bu olumsuz özelliklerinden dolayı makrofil kompozit rezinlerin klinik kullanımı diğer dolduruculu kompozitlere göre daha azdır. Pürüzlülük hissi ve kolay tespitleri ortodontik braketlerin ya da apareylerin kaldırılması sırasında avantaj sağladığı için, ortodontisler tarafından tercih edilmektedir (57,58).



Resim 2. Makrofil kompozitin SEM (x300) görüntüsü (51).

2.2.2.1.3. Midifil Kompozitler

İnorganik doldurucu partikül büyüklüğü 1-10 μ m arasında olan kompozit rezinlerdir. Makrofil ve midifil kompozitler geleneksel kompozitler diye de adlandırılmışlardır. Okluzal aşınmalara dirençleri az olduğu için arka grup dişlerde kullanılmamalıdır (51).



Resim 3. Midifil kompozitin SEM (x400) görüntüsü (51).

2.2.2.1.4. Minifil Kompozitler

İnorganik doldurucu partikül büyüklüğü 0,1-1 μ m arasında olan kompozit rezinlerdir. Küçük partiküllü kompozitler, geleneksel kompozitlerden daha fazla inorganik doldurucu içerir. Minifil kompozitlerin inorganik doldurucuları kuartzdan daha kırılğan, baryum ve stronsiyum gibi ağır metalleri içeren, cam ile yoğunlaştırılmış partiküllerdir. Bu partiküllerin kullanılması ile aşınmaya karşı direnç artarken, su emilimi ve ısıl genleşme katsayısı önemli oranda azaltılmıştır. Aşınma direncinin artmış olması bu kompozitlerin 2. ve 4. sınıf kaviteelerde kullanılabilmesini sağlamıştır (51).

2.2.2.1.5. Mikrofil Kompozitler

İnorganik doldurucu partikül büyüklüğü 0,01-0,1µm arasında olan kompozit rezinlerdir. İnorganik doldurucular kolloidal silika partikülleridir. Doldurucu partiküller organik matriks ile hemen hemen aynı hızda aşınır. Bu nedenle bitirme ve polisaj işlemlerinden sonra makrofil kompozitlere oranla daha düzgün bir yüzey elde edilebilmektedir. Bu yüzden ön bölge dişlerin restorasyonlarında kullanılabilir. Mikro doldurucu rezinlerin %35-60'ını inorganik doldurucuların oluşturması buna bağlı monomerdeki artış su emiliminin ve ısıl genleşme katsayısının artmasına böylece dayanıklılığının da azalmasına neden olur. Ancak, küçük partiküllerin ışığı kırma indeksinin mineye yakın olması estetik bir görünüm kazanmalarını sağlar (59,60).

2.2.2.1.6. Nanofil Kompozitler

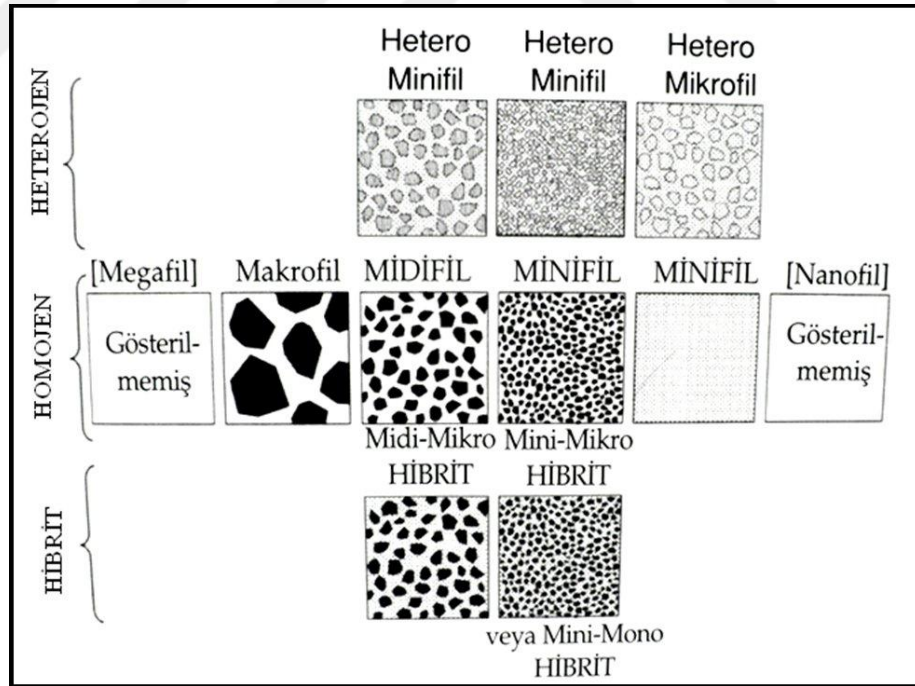
İnorganik doldurucu partikül büyüklüğü 0.01µm civarında olan kompozit rezinlerdir (46). Nanofil kompozit materyallerin organik yapısı diğer kompozit rezinlere benzer polimerik yapılardan meydana gelmektedir. İnorganik yapıyı meydana getiren partiküller ise iki ayrı kısımdan oluşmaktadır; silika nanodoldurucular (Nanomer), nanomer grupları (Nanocluster) (61).

Nanomer yapısı kümeleşmemiş partikülleri ifade eder ve kompozit rezinin organik yapısında ayrı ayrı bulunurlar. Nanomer grupları ise, 50 nm'den küçük nanomerlerin gevşek bağlar ile bir araya gelerek meydana getirdikleri yapılardır. Bu gruplar tek bir birim gibi mekanik, optik ve termal özellikler gösterirler. Bu denli küçük kompozit rezin doldurucularından beklenen hedef; daha az monomer, daha az polimerizasyon büzülmesi, daha iyi bitim ve cila, daha az su emilimi, daha yoğun inorganik dış yüzey ve daha az renklenmedir (61).

2.2.2.1.7. Hibrit Kompozitler

Farklı büyüklükteki doldurucu partiküllerin karışımından oluşan kompozit rezinlerdir. Partikül büyüklüklerinin makropartiküllü rezindekinden daha küçük, partikül miktarının ise mikropartiküllü rezindekinden daha fazla olduğu bilinmektedir. Her iki kompozit rezinin özelliklerini taşımaktadırlar. Hibrit türünün belirlenmesinde büyük partikül adı kullanılmaktadır. Küçük partiküller karışımın ikinci komponentidirler (55).

Geleneksel kompozitlerin fiziksel özellikleriyle, mikropartiküllü kompozit rezinlerin cilalanabilirlik ve pürüzsüz yüzey özelliklerinin bir arada olmasını sağlamak üzere geliştirilmişlerdir. Pürüzsüz yüzeyleri ve aşınmaya karşı dirençlerinin fazla olması nedeni ile gerek ön gerekse arka grup dişlerin restorasyonlarında kullanılmaktadır (62).



Şekil 5. Doldurucu partikül boyutunu esas alan restoratif kompozit rezinlerin sınıflandırması

Kompozit rezinlerin neredeyse tüm fiziksel özellikleri, hacimce daha fazla doldurucu kullanılarak iyileştirilebilmektedir. Pratikte en büyük sorun, doldurucu miktarı arttıkça akışkanlığın azalmasıdır. Yoğun doldurucu içeren bileşiklerde geniş doldurucu partiküllerin olmasının pürüzlü bir bitim yüzeyi yarattığı bilinmektedir. Küçük çaplı doldurucular, pürüzsüz bir yüzey oluşumunu elde etmek için ilave edilmektedirler. Ancak bu ilave, doldurucu miktarını ve materyalin fiziksel özelliklerini etkilemektedir (43).

İlave edilecek doldurucu miktarı yüzde ağırlık veya yüzde hacim olarak ifade edilmektedir. Silika doldurucular akrilik monomerlerden yaklaşık 3 kat daha yoğun olduğundan ağırlıkça %75 doldurucu miktarı, hacimce yaklaşık olarak %50 doldurucu miktarına denk gelmektedir. Kompozitlerin fiziksel özelliklerinin, içerdikleri inorganik fazın yüzde hacim miktarına bağlı olduğu bilinmektedir (43,51).

KOMPOZİT REZİN TÜRÜ	PARTİKÜL BÜYÜKLÜĞÜ	PATİKÜL YÜZDESİ
Megafil	50-100 μ m	verilememektedir.
Makrofil	10-100 μ m	%70-80
Midifil	1-10 μ m	%70-80
Minifil	0.1-1 μ m	%75-85
Mikrofil	0.01-0.1 μ m	%35-60
Hibrit	0.04-1 μ m	%75-80
Nanofil	0.005-0.01 μ m	verilememektedir

Tablo 1. Kompozit rezinlerin partikül büyüklüğü ve yüzde hacim miktarları (46,51).

Kompozit rezinlerin yapısındaki önceden polimerize edilmiş kompozit parçalar **özel doldurucular** olarak isimlendirilmişlerdir. Bazı özel durumlarda, tek başına kompozitin yapısına ilave edilebilen ve megafil olarak adlandırılan çok geniş doldurucular da bu kategoriye girmektedir (46).

İlk geliştirilen makrofil kompozitlerden sonra, bitim özelliklerini iyileştirmek üzere ince partiküllü, ortalama 8-10µm doldurucu boyutlu midofil kompozitler üretilmiştir. Bu yeni materyaller hızlı bir şekilde popüler olmuş ve silikat simanların yerine, direkt dolgu materyali olarak ön grup dişlerin restorasyonunda kullanılması önerilmiştir. Kompozitlerin iyileştirilmesinde bir sonraki adım, ince bitim yapılabilen kompozitler olarak da bilinen, doldurucu çapı 0.02-0.004µm olan mikrofil kompozitlerin iyileştirilmesi olmuştur (46,51).

2.2.2.2. Yapım Tekniklerine Göre Sınıflama

2.2.2.2.1. Homojen Kompozitler

Kompozit sadece doldurucu partiküller ve polimerize olmamış matriksten oluşuyorsa bu tip kompozitler homojen kompozitlerdir (51).

2.2.2.2.2. Heterojen Kompozitler

Kompozitin içerisinde önceden polimerize olmuş kompozit parçaları veya başka farklı doldurucular mevcutsa bu tip kompozitler heterojen kompozitlerdir (51).

2.2.2.2.3. Modifiye Kompozitler

Kompozitin içeriğinde doldurucu modifikasyonları ve geleneksel doldurucular bulunuyorsa bu tip kompozitler modifiye (fiberle modifiye edilmiş homojen minifil gibi) kompozitlerdir (51).

2.2.2.3. Viskozitelerine Göre Sınıflama

Doldurucu partikül boyutu, dağılımı, morfolojisi ve monomer teknolojisindeki ilerlemeler, özel manipülasyon şekillerine sahip kompozitlerin geliştirilebilmesine imkan vermiştir (51).

2.2.2.3.1. Akışkan Kompozitler

Akışkan kompozit rezin miktarı yüksek, doldurucu miktarı sınırlı, viskozitesi düşük materyallerdir. Partikül boyutları ve dağılımları hibrit kompozitlere benzemektedir. Özellikle arka grup dişlerin ve derin kavitelere polimerizasyon bütülmesini kompanse etmek amacıyla kullanılmaları önerilmektedir (46).

2.2.2.3.2. Sıkıştırılabilen Kompozitler

Kondanse olabilen kompozitler olarak da bilinirler. Amalgam gibi kondanse edilebilen veya sıkılaştırılabilen kıvamda bir materyal üretme çabası sonucunda geliştirilmiştir. Sıkıştırılabilen kompozitlerin, amalgam alternatifi olarak 1. ve 2. sınıf restorasyonlarda kullanılması önerilmektedir. Bu sınıf kompozitlerin içerikleri ve özellikleri bakımından, ilk geliştirilen geleneksel hibrit kompozitlerden pek farklı olmadıkları rapor edilmiştir. Sıkıştırılabilen kompozitlerin belirgin özellikleri daha az yapışkan olmaları ve daha yoğun viskoziteleridir. Bu özellikler bu grup materyallerin geleneksel hibrit kompozitlere göre daha fazla kondanse edilebilir olmalarını sağlamıştır (46,51).

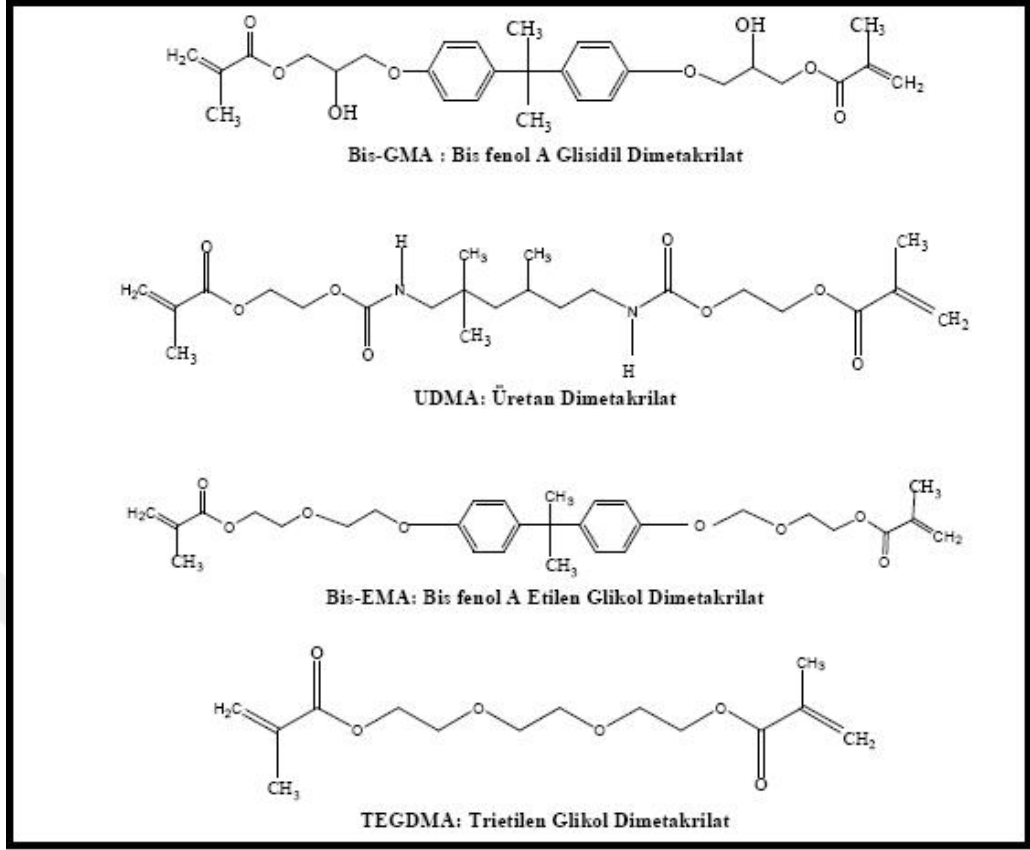
2.2.2.4. Organik Matriks Fazlarına Göre Sınıflama

2.2.2.4.1. Metil Metakrilat Matriksli Kompozitler

Suda çözünmeyen, şeffaf ve visköz bir madde olan metil metakrilatın, mikromoleküler bir yapıya sahip olduğu ve X-ışını geçirgenliği özelliğine sahip olduğu bilinmektedir. Çoğunlukla akrilik rezinlerin yapısında kullanılmaktadır. Metil metakrilatların fiziksel açıdan bükme ve çekme kuvvetlerine karşı dirençli oldukları bildirilmektedir. Polimetakrilatlar 600 kg/cm² kuvvete kadar dayanım gösterebilmektedirler (63).

2.2.2.4.2. BIS-GMA Matriksli Kompozitler

BIS-GMA'nın bir peroksit katalizör ve amin akseleratör kullanımı ile ilave polimerizasyon ve iki tane reaktif çift bağ yapabilen, hemen hemen renksiz visköz bir sıvı olduğu bilinmektedir. Son yıllarda daha iyi mekanik özellikler elde etmek için UDMA ve ethoxylated bisphenol-A glycal dimethacrylate (BIS-EMA) molekülleri de rezin matrikse ilave edilmektedir. Metil metakrilata kıyasla daha az polimerizasyon büzülmesi gösterdiği bildirilmiştir. Organik matrikse inorganik doldurucuların eklenebilmesi, vizkositelerinin ayarlanabilmesi ve kullanım kolaylığı sağlanabilmesi için rezinin seyreltilmesi gerekmektedir. Bu nedenle daha düşük moleküler ağırlıkta, viskozite kontrol edici olarak bilinen ko-monomerler, örneğin TEGDMA ilave edilmektedir. BIS-GMA ile daha düşük viskoziteye sahip olan UDMA'nın, günümüzde kullanılmakta olan tüm kompozitlerin rezin matrikslerinde bulunduğu bilinmektedir (64).



Şekil 6. Organik fazı oluşturan monomerlerin kimyasal yapıları (64).

2.2.2.5. Polimerizasyon Şekline Göre Sınıflaması

Matriks monomerler farklı şekillerde polimerize olabilmektedirler (65).

2.2.2.5.1. Polimerizasyon

Polimer kelimesi yunanca poli (çok) ve meros (parça) kelimelerinin bir araya gelmesinden ve monomer (mono=tek) denilen küçük moleküllerin birbirlerine eklenmesi ile çok uzun zincirli moleküllerin oluşmasıdır. Monomerlerin polimerler halini almasına polimerizasyon denilmektedir. Günümüzde hayatın neredeyse her alanında bulunan sentetik polimerler 60 yıldan fazla süredir kullanılmaktadırlar. Polimer zincir, atomların rastgele düzenlenmeleri ile değil zinciri yapan monomerlerdeki atom gruplarının tekrarlanması ile meydana gelmektedir (66).

Monomerler, reaktif grupla birlikte polimerizasyon sürecine katılan moleküllerdir. Bu reaktif grup fonksiyonel grup olarak sayılmaktadırlar. Rezin monomerlerin fonksiyonel grubu karbonkarbon çift bağıdır (C=C). Bu çift bağ, iki karbon atomu tarafından ortak kullanılan iki çift elektrona sahiptir. C=C monomerin reaktif kısmı olmasına rağmen, diğer atomlar ve yan gruplar C=C'nin karbon atomlarından birisine ya da her ikisine birden bağlanabilmektedir. Yan gruplar oluşan polimerin kimyasal ve fiziksel özelliklerini belirlemektedirler (57).

2.2.2.5.2. Polimerizasyon Derecesi (Konversiyon)

Polimerizasyon derecesi ya da konversiyon, polimerizasyon boyunca monomerlerin polimerleri oluşturma miktarına verilen addır ve C=C'lerin tek bağlara dönüşme miktarının yüzde cinsinden anlatılmasıdır. Restorasyonda polimere dönüşmeden kalan artık monomerler materyalin yapısında bozukluğa yol açarak restorasyonun başarısızlıkla sonuçlanmasına sebep olabilir. Polimerizasyon derecesi yüksek olduğunda reaksiyona girmeyen artık monomer miktarı azalmakta ve kompozit rezinin fiziksel özelliklerini olumlu yönde geliştirmektedir. Bu nedenle ideal bir kompozit rezinin monomerleri maksimum seviyede polimerize edilmesi yani yüksek polimerizasyon derecesine sahip olması gerekmektedir (67–69). Monomerlerin polimere dönüşmesi; kompozit rezinin içeriği, başlatıcıların ve inhibitörlerin konsantrasyonu, kalınlığı, ışık geçirgenliği, ışık kaynağının kalitesi gibi birçok faktöre bağlıdır (70).

2.2.2.5.3. Polimerizasyon Derinliği

Monomerden polimere dönüşebilen kompozit rezinin kalınlığı polimerizasyon derinliğidir ve polimerizasyonun derecesini belirlemektedir.

Polimerizasyon derinliği; kompozit rezinin kimyasal yapısı, rengi, ışık uygulanma süresi ve kaviteye yerleştirilen kalınlığı gibi birçok faktörden etkilenmektedir. Üretici firmaların talimatlarına uyulmasına rağmen yeterli polimerizasyonun elde edilememesi gibi durumlar ortaya çıkabilmektedir. Bu nedenle

başarılı polimerizasyon elde etmek için diş hekimlerinin, muayhanelerinde kullandıkları kompozit rezin materyale hangi kalınlıkta ne kadar süre ışık uygulandığında yeterli polimerizasyon derinliği elde edebildiklerini kazıma testi ile kendilerinin belirlemeleri önerilmektedir (71,72).

2.2.2.5.4. Polimerizasyon Büzülmesi

Kompozit rezin materyallerinde tüm polimerlerde olduğu gibi monomerin polimer zincirlerini oluştururken biçimlerinden kaynaklanan ve % 1.5-3 arasında değişen hacimsel bir büzülme meydana gelmektedir (73). Kompozit rezin materyallerin polimerizasyon büzülmesi pre-jel ve post-jel faz olarak iki safhaya ayrılabilir. Pre-jel safhasında polimerizasyon süresince rezin kavite içinde yayılabilir ve yapı içerisinde oluşan stresi azaltır. Polimerizasyon sonrasında hareket durur ve büzülme stresi engellenemez. Kompozit rezin ile kavite duvarı arasındaki adezyon kuvvetleri post-jel polimerizasyon ile oluşan büzülmenin serbest olarak gelişmesini durdurur ve yapı içerisinde streslerin oluşmasına sebep olur (73). Polimerizasyon sırasında Kompozit rezinin plastik deformasyonu, akışkanlık özelliği ve higroskopik ekspansiyonu büzülme streslerini azda olsa engellenmesini sağlar. Adezyon kuvvetlerinin büzülme streslerine karşı koyması ile oluşan stres birikimi, Kompozit rezinin elastikiyet limitini aşarsa kompozit diş arasındaki bağlantının bozulmasına neden olur. Buna bağlı kompozit ile diş arasında boşluklar oluşmasına ve bunun sonucunda kenar sızıntısı, renklenme, post-operatif hassasiyet ve sekonder çürük gibi klinik başarısızlıkların oluşmasına neden olabilir (74).

2.2.2.5.5. Kimyasal Sertleşen Kompozitler

İlk üretilen kompozit rezinlerin kendinden sertleşen bir kimyasal yapıya sahip olduğu bilinmektedir. Bu kompozit rezinler aynı zamanda kendinden sertleşen, kimyasal sertleşen veya iki komponentli sistem olarak da isimlendirilmektedirler. Polimerizasyon oranını arttırmak için amin akselator içermektedirler. Pratikte renk stabilitelelerini koruyamadıkları ve kullanım kolaylığı sağlamadıkları için klinik kullanımları önerilmemektedir (65).

2.2.2.5.6. Işıklı Sertleşen Kompozitler

Kimyasal olarak sertleşen kompozit rezinlere alternatif olarak UV ışıkla sertleşen kompozit rezinler geliştirilmiştir. Bu kompozit rezinleri polimerize etmek için kullanılan cihazların güvenilirliklerinin sınırlı olması ve sağlık açısından sakıncalarının bulunması nedeniyle bu sistemler görünür ışıkla sertleşen sistemler ile değiştirilmiştir (46,51).

Günümüzde görünür ışıkla sertleşen kompozitler oldukça yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu sistemlerin başarıları matrisin polimerizasyonunu etkileyen faktörlerin iyi bilinmesine ve doğru teknik kullanılmasına bağlıdır (46).

Kompozit rezinin kalınlığı 2 mm'yi aştığı zaman özellikle de koyu renkli kompozitlerde ışığın yoğunluğu maksimum polimerizasyon sağlamak için yetersiz kalmaktadır. Doldurucu partiküller ve renklendirici ajanlar ilk 1-2 mm materyal kalınlığında sertleştirici ışığı dağıtma veya emme özelliğine sahiptir. Koyu renkli ve mikropartiküllü kompozit rezinlerin polimerize edilmesi daha zordur. Arayüz bölgelerine ulaşım sınırlıdır ve uygun ışık gücünün bu bölgelere ulaşmasını sağlamak için özel teknikler gerekmektedir. Bu sorunlardan dolayı birçok kompozit rezinin içeriğine dual-cure özellikli partiküller katılmış ve böylece materyal hem kendiliğinden hem de görünür ışıkla sertleşme özelliği kazanmıştır (51).

2.2.2.5.7. Dual-Cure Sertleşen Kompozitler

Bu tür kompozit rezinlerin bir miktar kimyasal, daha çok da fotokimyasal olarak polimerize oldukları bilinmektedir. Polimerizasyonun tam olarak gerçekleşmesinin güç olabileceği derin kaviteelerde, 2 mm'den daha kalın kompozit rezin uygulamalarında, inley ve onley yapıştırılmasında, girişin zor olduğu interproksimal alanlarda kullanımları önerilmektedir (46).

2.2.2.5.8. Bulkfil (Kütlesel) Sertleşen Kompozitler

Kompozit rezinler kaviteye inkremental (tabakalı) ve bulk (kütlesel) teknikle uygulanabilmektedir. kompozit rezinlerin en fazla 2 mm kalınlığında yerleştirilip en az 400 mW/cm² yoğunluğundaki ışık ile 20-60 sn polimerize edilmesi gerektiği standart olarak kabul edilmektedir. Derin kavitelere tabakalı tekniğin uygulamasında 2 mm kalınlığında kompozit rezin yerleştirilip ışık ile polimerize edilmekte, ardından 2 mm'lik tabakalar aynı teknikle ilave edilerek restorasyon bitirilmektedir. Kompozit rezin kaviteye 2 mm'den daha kalın bir tabaka halinde yerleştirildiğinde üst yüzeyden uygulanan ışık, kompozit rezinin alt yüzeyine doğru yaklaştıkça etkisini yitirmesine ve tam olarak polimerizasyonun gerçekleşmemesine neden olmaktadır. Tam olarak polimerizasyonu gerçekleşmeyen restoratif materyalde; fraktür, sızıntı, sekonder çürük oluşumu gibi klinik başarısızlıklar ortaya çıkmaktadır (52,75,76). Tabakalı tekniğin zaman alıcı olması araştırmacıları daha derin kavitelere tek seferde uygulanabilen kompozit rezinleri bulmaya yöneltmiştir. Bu amaçla üretilen kompozit rezinlerin 4-6 mm derinliğindeki kavitelere tek seferde kütlesel yerleştirilebileceği ve yeterli polimerizasyonun gerçekleştirilebileceği iddia edilmektedir. Kütlesel yerleştirilebilen Tetric EvoCeram Bulk Fill (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein), SureFil (Dentsply Caulk, Milford, DE, USA), SonicFill (Kerr, Orange, CA, USA), X-tra Base (VOCO GmbH, Cuxhaven, Germany) ve Venus Bulk Fill (Heraeus Kulzer, Dübendorf, Germany) adlı kompozit rezinlerle ilgili yayınlanmış çalışma bulunmamaktadır. Yeni geliştirilen kütlesel yerleştirilebilen kompozit rezinlerin yeterli polimerizasyon oluşturma özelliklerinin yapılacak çalışmalarla araştırılması gerekmektedir.

2.2.3. Rezin Bazlı Materyaller İçin Önerilen Güncel Sınıflandırma

Ardu ve ark. tarafından 2010 yılında yapılmış bir derlemede rezin bazlı materyaller için güncel bir sınıflama geliştirilmiştir. 1970'lerden bu yana rezin bazlı restoratif materyaller estetik ve mekanik özelliklerinden dolayı diş hekimleri tarafından tercih edilen materyaller olmuş ve üretici firmalar tarafından değişik kompozisyonlarda üretilmişlerdir. Günümüzde kullanılan güncel kompozit rezinler ise

sürekli iyileşen özellikleri ve nanoteknolojilerin kullanılmasıyla 1970'lerdekinden oldukça farklıdır. Bu da günümüz resin bazlı materyalleri için güncel bir sınıflandırma ihtiyacını doğurmuştur. Bu çalışmada, piyasada sıklıkla kullanılmakta olan ve bütün resin bazlı materyalleri temsil edebilecek 11 çeşit materyal üzerinde, matriks tiplerini ve doldurucu büyüklüklerini inceleyen bir SEM çalışması sonucuna göre güncel bir sınıflama geliştirilmiştir (77).

2.2.3.1. Matriks Tipine Göre Sınıflama

Günümüzde piyasada 4 çeşit kompozit resin materyal matriksi bulunmaktadır. Bunlar güncel sınıflandırmaya göre şu şekilde sınıflandırılmaktadır (77).

2.2.3.1.1. Metakrilat Bazlı Kompozitler

Metakrilat resinlerin kompozit materyallerde en sık kullanılan matriks tipi olduğu bilinmektedir (77).

2.2.3.1.2. Kompomer Bazlı Kompozitler

Kompomerler karboksil grubu içeren, dimetakrilat monomerleri ve CİS'lerdekine benzer iyon salan cam dolduruculardan meydana gelmektedirler (77).

2.2.3.1.3. Ormoser Bazlı Kompozitler

Polisiloksan partikülleri (2-3nm) ile modifiye edilmiş metakrilat matriksli kompozit resinler ormoser olarak isimlendirilmektedir (77).

2.2.3.1.4. Siloran Bazlı Kompozitler

Siloksan ve oksiran moleküllerinin kombinasyonu ile üretilen ve yüksek hidrofobik özellikler sergileyen bir organik matrikse sahip oldukları bilinmektedir.

Diğer kompozit rezinlere oranla daha düşük polimerizasyon büzülmesi ve su emilimi gösterdikleri bildirilmiştir (77).

2.2.3.2. Doldurucu İçeriğine Göre Sınıflama

2.2.3.2.1. Makrofil Kompozitler

10-100µm doldurucu büyüklüğüne sahip kompozit rezinler makrofil olarak isimlendirilmiştir. Büyük dolduruculu kompozit rezinler; fazla aşınma, yüzey pürüzlülüğü, kötü cilalanma ve mat yüzey görünümü gibi olumsuz fiziksel özellikler sergilemektedirler. Fakat doldurucu yüzde hacimlerinin yüksek olması, kompozit rezinin baskı dayanımını ve yüzey sertliğini arttırmaktadır (77).

2.2.3.2.2. Mikrofil Kompozitler

0.4µm'den küçük doldurucular içeren kompozit rezinler bu sınıfa girmektedir. Makrofillere göre daha iyi yüzey özellikleri, cilalanma ve estetik özellikler sergilemektedirler. Bu nedenle ön bölge veneer materyali olarak önerilmektedirler. Doldurucu yüzdesi makrofillere göre daha düşük olması materyale zayıf mekanik özellikler kazandırmaktadır. Bu nedenle geniş 4. sınıf kavitelerde önerilmemektedirler (77).

2.2.3.2.3. Hibrit Kompozitler

Hem makro hem mikro partiküller içeren kompozit rezinler hibrit olarak sınıflandırılmaktadır. Hibrit kompozitler, makrofil kompozitlerin mekanik, mikrofil kompozitlerin estetik üstünlüklerini biraraya getirilmesi ile en çok tercih edilen kompozit rezin haline gelmişlerdir. Hem ön grup hemde arka grup dişlerin restorasyonlarının yapımında önerilmektedirler (77).

2.3. Glaze Materyalleri (Rezin İçerikli Yüzey Örtücüler)

Restorasyonun bitim işleminden sonra uygulanan glaze işlemi 1980'li yıllarda yayınlanmış çalışmalarda rebonding olarak da adlandırılmaktadır. Oluşan marjinal aralıkları doldurmak için kullanılan rebonding uygulaması ilk olarak 1987 yılında Garcia-Godoy (78) tarafından kompozit rezinlerdeki mikrosızıntıyı değerlendirilirken ortaya çıkartılmıştır. Araştırmacı rebonding işlemini, bitmiş restorasyonun üzerine uygulanan doldurucusuz rezin olarak tanımlamıştır. Daha sonraki yıllarda bu konuyla ilgili birçok araştırma yapılmış ve bu araştırmalar genel olarak rebonding işleminin kompozit rezinin mikrosızıntısına etkisini değerlendirmek amacıyla yapılmıştır (79–81).

Su, CİS'lerin sertleşmesinde önemlidir. Sertleşmenin ilk aşamalarından itibaren, siman sıvısındaki su, siman yapısıyla tamamen birleşir. Sertleşme reaksiyonu boyunca, metal iyonlarının çözünmesini önlemek için siman tozunun fazladan su etkileşiminden korunması gerekir. Su etkileşimi ve/veya dehidratasyon sertleşme sürecinin ilk aşamalarında restorasyonun fiziksel özelliklerini olumsuz yönde etkilemektedir (82). **Gemalmaz ve ark.** (83) erken dönemde nem kontaminasyonunun CİS'lerin mekanik dayanıklılığını azalttığını ve yüzeyinin abrazyona ve erozyona bağlı aşınmaya meyilli hale geldiğini bildirmişlerdir. Bu dezavantajları iyileştirebilmek için, restorasyonların yapımından sonra en az 1 saat ve hatta 2 haftaya kadar su etkileşiminden mutlaka korunması gerektiği bildirilmektedirler. Su geçirmeyen yüzey örtücüler (YÖ), kakao yağı, vazelin ve tırnak cilası geçmiş dönemlerde kullanılan YÖ'ler olmuşlardır. Çiğneme sonucu oluşan aşınmaya bağlı bu YÖ'ler zaman içinde restorasyonun yüzeyinden uzaklaşmaktadır. Ancak bu esnada simanlar sertleşme sonrası su dengesine ulaştığı için oluşan değişimlere karşı daha dayanıklı ve dirençli hale gelmektedir. YÖ sistemlerinin gelişmesiyle birlikte, ışıkla sertleşen YÖ'ler ideal yüzey koruyucular olarak karşımıza çıkmaktadır. **Hotta ve ark.** (84) ışıkla sertleşen YÖ'lerin restorasyonun sertleşme reaksiyonu sırasında su ile temasını önlediğini bildirmişlerdir.

Deneyisel çalışmalar, vernik ya da diğer YÖ'lerin kullanımının, CİS'in yapısındaki su kaybını engellenmesindeki önemini ortaya koymuştur (85). YÖ

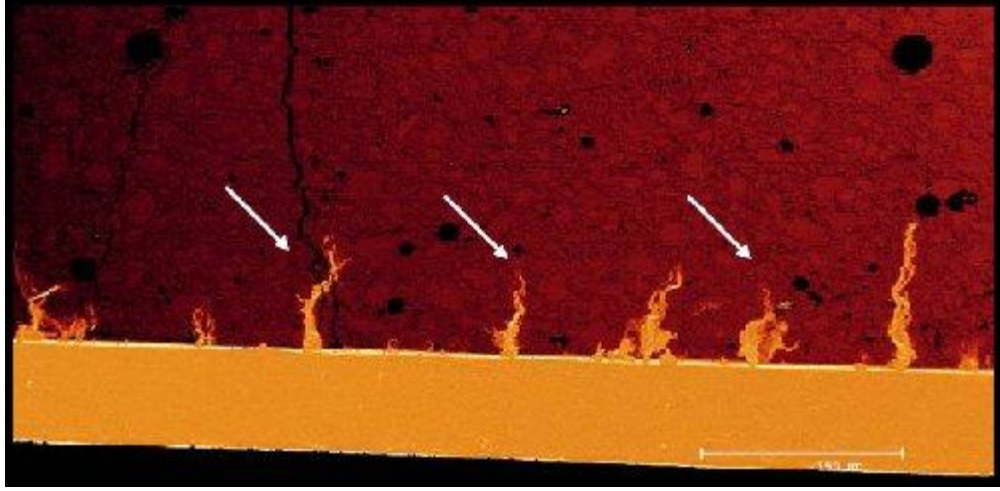
uygulaması ile yüzey çatlaklarının oluşumu ve translüsensin azalması önlenmesinin yanı sıra, restorasyonun dayanıklılığı da olumlu yönde etkilenmektedir (86). *Williams ve ark.* (19) metalle güçlendirilmiş CİS'lerin yüzeylerinin vernik ya da vazelin ile korunmasının dayanıklılığı belirgin düzeyde arttırdığını belirtmişlerdir.

Glaze işleminde kullanılan materyallerin çoğu doldurucusuz rezinler olmalarının yanısıra, polimerize edilmiş kompozitler için geliştirilmiş yüksek akışkanlıktaki maddelerdir (87,88). YÖ'ler, BIS-GMA'dan oluşmaktadır ve ayrıca polimere düşük moleküler ağırlıklı monomerlerin eklenmesiyle modifiye edilmişlerdir. İlave edilen monomerler TEGDMA ve tetrahidrofurfuril metakrilattan (THFMA) meydana gelmektedirler. Bu monomerler YÖ'nün viskozitesini ve ıslatabilme özelliğini oluşturmaktaki görevleri büyüktür. YÖ marjinal sızıntıyı azaltmakla birlikte, yüksek akıcılıkları sayesinde yüzey altında meydana gelen mikro çatlaklara penetre olmalarını sağlamaktadır.

2.3.1. Nano İçerikli Yüzey Örtücü Materyaller

Yeni sertleşme reaksiyonunu tamamlamış restoratif materyalinin ışıkla sertleşen YÖ ile kaplanmasının uçucu vernikler yerine daha iyi bir koruma sağladığı düşünülmektedir (89,90). Işıklı sertleşen YÖ'nün aşınmasını engellemek ve restorasyon yüzeyinde daha uzun süre varlığını koruyabilmesini sağlamak amacıyla yapısına nano-doldurucular ilave edilmeye başlanmıştır. Ayrıca, ışıkla sertleşen ve nanodoldurucu içeren bu rezinin esaslı YÖ CİS'lerin aşınma direncini arttırdığı belirtilmektedir. Restoratif materyallerin aşınma dirençlerinin yüksek olması çığneme kuvvetlerine karşı koyabilecek sertlik değerlerinin olması ile yakından ilgilidir (91).

Son zamanlarda, arka bölge dişlerin restorasyonu için CİS ve bu simanla birlikte kullanılmak üzere nano dolduruculu YÖ'lerden oluşan bir sistem piyasaya sürülmüştür G-COAT PLUS (GC CORPORATION, Tokyo, Japan). Bu self adeziv, nano dolduruculu rezin içerikli YÖ, yüksek hidrofilik özelliği ve çok düşük viskozitesi ile CİS yüzeyinde mükemmel bir örtme sağladığı üretici firma tarafından bildirilmektedir (Resim 4).



Resim 4. CIS yüzeyindeki rezin içerikli YÖ'nün konfokal lazer tarama elektron mikroskobu (CLSM) görünümü (22).

İçeriğindeki nano doldurucular abrazyon karakterdeki aşınmaya karşı restorasyonu korumaktadır. Bu özellik, restorasyonun maturasyonunun tamamlanacağı ve ağız içi kuvvetlere karşı direnç kazanacağı ilk aylarda büyük önem taşımaktadır. YÖ, restorasyonun estetik özelliklerini de geliştirmektedir.

2.4. Restoratif Materyallerin Özellikleri

Restoratif materyallerin özellikleri, bir materyalin çevresi ile enerji alışverişi olarak tanımlanmaktadır. Bir dişin restorasyonunun başarılı bir şekilde yapılabilmesi için ön koşulun malzemenin iyi seçimi olduğu bilinmektedir. Son yıllarda yapılan klinik ve deneysel araştırmalar hekimlerin doğru malzeme ve yöntemi seçebilmesine önemli katkılarda bulunmuştur. Ancak tüm bu gelişmelere karşın ideal bir restoratif materyalden söz etmenin imkansız olduğu bildirilmektedir (51).

Olumsuzlukları en aza indirmek için restoratif materyallerin fiziksel, mekanik, kimyasal ve biyolojik özelliklerinin hekim tarafından çok iyi bilinmesi gerekmektedir. Fiziksel özellikler arasında, kitle özellikleri, ısıl, elektriksel, optik ve

yüzey özellikleri sayılabilirken; mekanik özelliklerde, dıştan gelen bir kuvvet karşısında materyalin göstermiş olduğu dayanıklılık ve direnç değerlendirilmektedir. Zaman içerisinde materyalin uğradığı, kimyasal ve elektrokimyasal değişimler de kimyasal özellikler olarak kabul edilmektedir. Biyolojik özelliklerde ise klinik kullanım sırasında oluşan toksisite veya duyarlılık reaksiyonları değerlendirilmektedir (51).

2.4.1. Restoratif Materyallerin Fiziksel Özellikleri

Fiziksel özellikler, bir materyalin çevresi ile oluşturduğu geriye dönüşümlü etkileşimlerdir. Bu fiziksel özelliklerden bazıları ısı-genleşme katsayısı, mekanik özellikleri, ısı iletimi, elektrik iletkenliği, optik özellikleri, radyoopasite, polimerizasyon büzülmesi, su emilimi, suda çözünürlük ve yüzey özellikleridir (51).

2.4.1.1. Restoratif Materyallerin Su Emilimi ve Suda Çözünürlük Özellikleri

Su emilimi, restoratif materyallerin hacimlerinin veya yüzey alanlarının zaman içinde emdiği, birim başına düşen su miktarı iken; suda çözünürlük materyalin belirli bir zaman ve sıcaklıkta yüzey alanı veya hacminde birim başına meydana gelen ağırlık kaybı olarak tanımlanmaktadır (51).

Su emilimi ve suda çözünürlüğü yüksek olan materyallerin mekanik özelliklerinin daha düşük olduğu bildirilmektedir (8).

Su emilimi ve suda çözünürlük; tamamen kontrol altına alınamayan ve restoratif materyallerin klinik başarısının azalmasında büyük öneme sahip olan faktörlerdir. Su emilimi restoratif materyalde boyutsal değişikliklere yol açan, renklenmelere ve marjinal konturlarda kırılmalara sebep olan bir etkidir. Suda çözünürlük ise, restoratif materyallerin biyolojik yapılarla olan uyumlarını olumsuz yönde etkileyen ve bozulma oranlarını arttıran bir olgudur. Sonuç olarak bu faktörlerin; yüzey özelliklerinin, kenar

bütünlüğünün ve estetik görünümün kaybına ve dolayısıyla restorasyonlardaki bozulmaların artmasına sebep oldukları bilinmektedir (9,92).

2.4.1.1.1. Cam İyonomer Simanların Su Emilimi ve Suda Çözünürlükleri

Tüm restoratif materyallerin fiziksel, kimyasal ve mekanik özelliklerini etkileyen su Emilimi ve suda çözünürlük, CİS esaslı restoratif materyallerde önemli bir sorun olarak karşımıza çıkmaktadır (9). Özellikle GCİS'lerin neme olan aşırı hassasiyetleri, benzer şekilde RMCİS'lerde ve kısmen PMKR'lerde de kendini göstermektedir (41,92,93).

Su Emilimi, asit-baz reaksiyonlarının meydana geldiği GCİS ve RMCİS'lerde matriks içinde olmakta ve matriks içindeki su oranına bağlı olarak, kontrollü bir süreçte difüzyon katsayısı azalmaktadır. Dolayısıyla su Emilimi, siman matriksinin hidrolizine bağlı olarak zaman içinde siman kütlelerinin bozulmasına yol açmakta ve restorasyonların klinik ömrünü azaltmaktadır. Bununla birlikte ışıkla polimerize edilen CİS'lerde; fotokimyasal reaksiyona bağlı olarak rezin ağının meydana gelmesi ve dentinde rezinlerin infiltre oldukları bir tabaka oluşması gibi nedenlerden dolayı, su Emilimi ve suda çözünürlük miktarlarının GCİS'lerden daha az oldukları bilinmektedir (93–96).

Nicholson ve ark (1992), ıslak ve kuru ortamlarda, ışıkla sertleşen iki farklı CİS'in (Vitrebond, XR-İonomer) sıkışmaya karşı dirençlerini incelemişler ve belirlenen süre boyunca (3 ay) suda bekletilen simanların sıkışma direnci değerlerini, nemsiz ortamda bekletilerek kurutulmuş CİS örneklerinkine oranla belirgin düzeyde düşük bulmuşlardır. Ayrıca, suda bekletilen örneklerin kırılma öncesinde plastik deformasyon gösterdiklerini ve kırılma tiplerinin de kurutulan CİS örneklerinden farklı olduğunu belirtmişlerdir (94).

Feilzer ve ark (1995) GCİS (Fuji II, Fuji II Cap, Ketac-Fil ve Chemfil Superior) ve RMCİS'lerin (Fuji II LC ve Photac-Fil Aplicap) su Emilimlerinin, restoratif materyalinin sertleşmesi sırasında meydana gelen polimerizasyon büzülmesi ile olan

ilgisini araştırdıkları çalışmalarında; polimerizasyon sırasında ortaya çıkan büzülme kuvvetlerinin, su emilimine bağlı olarak meydana gelen bir genişleme prosedürünün etkisinde kaldığını ve erken su emiliminin; polimerizasyon büzülmesi ve simanın diş dokularına bağlanması gibi süreçleri olumsuz yönde etkilediğini bildirmişlerdir (97).

Kanchanasita ve ark (1997) kaide materyali olarak kullanılan 2 adet RMCİS (Vitrebond, Fuji Lining LC) ile restoratif materyal olarak kullanılan 2 adet RMCİS'in (Vitrebond, Fuji II LC) farklı sıvı ortamlarda (distile su ve yapay tükürük) su emilimleri, suda znrlkleri ve örneklerin ortamda uğradığı boyutsal değişimleri incelemişlerdir. Kaide materyali olarak kullanılan RMCİS'lerin znrlkleri, restoratif materyal olarak kullanılan RMCİS'lerden istatistiksel olarak daha yüksek bulunmuşlardır (98).

Hondrum (1999) farklı özellikteki nemli ortamlarda uzun süre saklanan ve aralarında bir CİS'inde bulunduğu farklı yapıdaki, su bazlı ve yapıştırma amacı ile kullanılan çinko fosfat (HY-Bond zinc phosphate),çinko polikarboksilat (HY-Bond polycarboxylate) ve CİS (GlasIonomer) ; yapışma, sertlik, çalışma/sertleşme süresi, gerilme direnci ve sıkışma direnci gibi çeşitli mekanik özelliklerini araştırdığı çalışmasında, tüm materyallerin özellikle yapışabilirlik ve sertlik düzeylerinin etkilendiğini ve özellikle CİS'in klinik özelliklerindeki yaşlanmaya bağlı değişikliklerin, restorasyonların klinik başarısını azaltabileceğini bildirmiştir (99).

Kkeşmen ve ark (2005), iki adet GCİS (Ceramfil, Ionofil) ile bir adet RMCİS'in (Rely-X) su emilimi ve suda znrlklerini inceledikleri çalışmalarında, en yüksek düzeyde su emilimi ve znrlğnn Ionofil materyalide görüldüğünü; onu Ceramfil ve Rely-X materyallerinin izlediğini bildirmişlerdir (100).

şener ve Koyutürk (2006), farklı yapıdaki CİS'lerin sertlik değerlerini inceledikleri çalışmalarında, 7 gün sonunda daha düşük toz/likit oranına sahip simanın sertlik değerinin azaldığını, viskz simanların ise sertlik değerinin arttığını bildirmiştir. Bu sonuç klinik olarak sertleşmiş materyalde su emilimi sonucu devam eden asit-baz reaksiyonunun daha fazla çapraz bağ oluşturmasına bağlanmıştır (101).

Sevilmiş ve Bulucu (2007) çalışmanın amacı, adeziv materyallerin su emilimi değerlerini araştırmak ve fiziksel olarak üstün olan materyali belirlemektir. Ormoser kompozit (Admira), hibrit kompozit (Composan LCM), akışkan kompozit (Flowline), posterior kompozit (Tetric Ceram HB), PMKR (Hytac), RMCİS (Photac-Fil) ve GCİS (Ionofil U) materyalleri kullanılmıştır. Araştırmada kullanılan bütün materyaller farklı değerlerde de olsa su emilimine maruz kalmışlardır. Bütün materyaller içinde en fazla su emilimini RMCİS (Photac-Fil) göstermiştir. Photac-Fil materyalini GCİS olan Ionofil U takip etmiştir. Kompozit materyalleri (Flowline hariç), GCİS ve RMCİS'lerden daha az su emilimi göstermiştir. En az su emilimi posterior kompozit olan Tetric Ceram HB restoratif materyalde belirlenmiştir (102).

Gerdolle ve ark. (2008) yapıştırma simanı olarak kullanılan iki kompozit rezin (Variolink II, Panavia F), bir PMKR (Resinomer) ve bir RMCİS'in (Fuji Plus) su emilimi ve suda çözünürlüğünü inceledikleri çalışmalarında; materyallerin tümü arasından en yüksek su emilimi ve çözünürlüğü RMCİS olan Fuji Plus için belirlenmiştir. RMCİS ve kompozit rezin için en fazla su emiliminin ilk 24 saat içerisinde gerçekleştiğini belirtmişlerdir (103).

Beriat ve Nalbant (2009), her birinden 10'ar adet örnek hazırlanan üç farklı RMCİS'in (Advance, Vitremer, Protec-Cem) su emilim ve HEMA salınım miktarlarını ölçtükleri çalışmalarında; su emilimi miktarı en yüksek olanın Vitremer en düşük olanın ise Protec-Cem olduğunu ortaya çıkarmışlardır. En fazla HEMA salınımında Vitremer'in yaptığını görmüşlerdir. Monomer salınımı ile su emilimi arasında bağlantı olduğunu belirtmişlerdir (104).

Korkmaz ve ark (2013) polikarboksilat (Adhesor-Carbofine) ve CİS'e (Ketac Cem) antibakteriyel ajan (%5 oranında klorheksidin diasetat/ cetrimide) ilave etmişler, her materyalden 7 adet disk şeklinde örnekler hazırlayıp su emilim değerleri karşılaştırmışlardır. Zamana bağlı olarak hem antibakteriyel katılmış, hem de katılmamış simanların su emilimi değerlerinin arttığı görülmüştür. Antibakteriyel ajanın CİS'e katılması, su emilimini artırırken, polikarboksilat simanın su emilimini azaltmıştır. Polikarboksilat simanın su emilimi CİS'den daha fazla bulunmuştur (105).

2.4.1.1.2. Kompozit Rezinlerin Su Emilimi ve Suda Çözünürlük Özellikleri

Kompozit rezinlerin su emilimi rezin matriks (monomerler, yapısı ve polimerizasyonu), doldurucular (materyal, partikül büyüklüğü, hacimce miktarı, matriks içerisinde dağılımı) ve matriks ile doldurucu ara yüzeyinin özelliklerine bağlıdır (51).

Suyun rezin tarafından tutulması, doldurucu ve matriks arasındaki bağlanmanın bozulmasında, matriksin plastizasyonunda, materyalin çekme dayanıklılığı ve aşınma direncinin azalmasında direkt olarak etkili olabilmektedir (106,107). Ayrıca silan hidrolizi ve mikro çatlakların oluşumu sonucu kompozit rezinlerin ömrünün azalmasına neden olmaktadır (108).

Kompozit rezinlerin su emilimi sonucunda genişmesi klinik açıdan oldukça önemlidir. Hidroskobik genişleme sonucunda ortaya çıkabilecek basıncın, materyale çevresindeki bağlayıcı ajana ve diş yapılarına zarar verebileceği ileri sürülmektedir (109,110). Bununla birlikte boyutsal değişime neden olan emilim polimerizasyon sırasında oluşan büzülmeyle kompanse edebileceğinden kompozit rezinin kenar uyumunun daha iyi olmasına katkıda bulunabileceği de düşünülmektedir (97,111). Kenar uyumu incelemelerinde hidroskobik genişlemenin her zaman polimerizasyon streslerinin oluşturduğu mikro boşluklar çevresinde gerçekleşmediği belirtilmiştir (112).

Su emiliminde organik matriksi oluşturan monomerlerin hidrofobik yapısı önemli bir faktör olarak görülmektedir (113). Birçok kompozit rezinin matriksinde kullanılan Bis-GMA; hidrofilik bir monomerdir, su molekülleri ile hidrojen bağı oluşturacak iki hidroksil grubu içerir. Bu problemi azaltmak amacı ile Bis-GMA'nın bir versiyonu olan Bis-EMA geliştirilmiştir. Bu monomer, hidroksil grubunun olmaması dışında moleküler yapı açısından Bis-GMA'ya benzemektedir. Bu farklılık Bis-EMA'nın viskozitesinin daha az olmasını sağladığı gibi monomere hidrofobik özellik de katar (114).

Oysaed ve Ruyter (1986) 8 adet ışık ile polimerize olan posterior kompozit rezinin (Estilux Posterior L, Ful-Fil, Heliomolar, Isomolar, Occlusin, P-10, P-30 ve Profile) su emilimi ve suda çözünürlük özelliklerini inceledikleri çalışmalarında, materyalin doldurucu oranı arttıkça su emilimi ve suda çözünürlük değerlerinin azaldığı ayrıca doldurucu yüzey alanının geniş olması ve materyalde hava boşluklarının bulunmasına bağlı olarak su emilimi miktarının arttırdığını bildirmişlerdir (115).

Zaimoğlu ve Sonat (1991), görünür ışıkla polimerize olan doldurucu oran ve boyutları farklı dört değişik kompozit rezinin; Heliosit (ağırlığının %40'ı kadar 0,04 mikro koloidal silika içerir), Durafill (ağırlığının %52'ü kadar 0,04 mikro koloidal silika içerir), Express (ağırlığının %78'i kadar 44 mikron Quartz içerir) ve Estilux (ağırlığının %74'ü kadar 30 ve 0,04 mikron radyopak cam ve koloidal silika içerir), su emilim ve suda çözünürlük değerlerinin saptanması ve bu değerlerin birbiri ile kıyaslanarak bu yönden en uygun olan materyali saptamak amacıyla bir çalışma yapmışlardır. Kompozitin doldurucu tipi ve oranının su emilimi ve suda çözünürlük değerleri üzerinde etkili olduğunu ve en az su emilimi ve çözünürlük Heliosit' te olduğunu belirtmişlerdir (116).

Kalachandra ve Wilson (1992) yaptıkları çalışma sonucunda yedi farklı kompozitin (P-50, P-10, P-30, FulFil, Herculite, Silux ve Silux Plus) su emilim değerlerinin farklı olduğunu tespit etmişlerdir. Su emilimindeki değişiklikleri; kompozit rezindeki doldurucunun tipine, oranına ve polimerizasyon tekniğine bağlı olduğunu belirtmişlerdir (117).

İrie ve ark (1998) PMKR (Dyract, Ionosit Fil, Compoglass, Hytac Aplitip) numunelerinin su emilim miktarlarının RMCİS'in (Fuji II LC Improved) su emilim miktarlarından daha az olduğu ve flexural testlere (polimerizasyondan hemen sonra ve 1 hafta suda saklanma sonrasında) hem kompozit rezin (Silux Plus)'den hem de RMCİS'den daha dayanıklı olduklarını belirtmişlerdir (118).

Nicholson ve Alsarheed (1998) hazırlamış oldukları kompozit rezin (Pekafill)'nin, üç farklı polimerizasyon süresi (20 sn, 40 sn ve 60 sn) ve 37°C'de üç farklı ortamda (Saf su, %0.9 NaCl ve 1 M NaCl) saklayarak, örneklerinin su emili düzeylerini değerlendirdikleri çalışmalarında, PMKR (Dyract, Compoglass)'lerin su emiliminin polimerizasyon süresi ve saklama ortamının iyonik yapısına bağlı olarak değiştiğini, kompozitte ise, polimerizasyon süresi ve saklama ortamının iyonik yapısı ile herhangi bir etkileşiminin bulunmadığını ve PMKR'lerde su emiliminin kompozit rezine göre daha fazla olduğunu bildirmişlerdir (119).

Örtengren ve ark (2001) ortamdaki pH düzeyinin ve zamanın, üç farklı hibrit kompozit rezinin (spectrum, Z-100, ArtGlass) su emilimi ve suda çözünürlük üzerine olan etkisini inceledikleri bir diğer çalışmalarında, her üç kompozit materyalinin de suda çözünürlük ve emilimlerinin zamanla doğru orantılı olarak arttığı belirtilmiştir. Araştırmanın sonucunda, ortamdaki pH'nın Spectrum ve ArtGlass'ın çözünürlüğü üzerinde bir etkisinin olmadığıda bildirilmiştir (113).

Sevilmiş (2003) çalışmasında doldurucu büyüklüğü ve oranı farklı olan iki KR'nin (Tetric Ceram HB ve Composan LCM) su emilimi değerlerini incelemiş, Tetric Ceram HB'nin en düşük su emilim değeri gösterdiğini saptamıştır (120).

Toledano ve ark (2003) iki kompozit rezin (Z-100, Prodigy), dört PMKR (Compoglass, Compoglass F, Dyract, Dyract AP) ve iki RMCİS'in (Vitremmer, Fuji II LC) su emilimi ve suda çözünürlüklerini inceledikleri çalışmalarında, Compoglass ve Compoglass F en düşük su emilimi ve suda çözünürlük değerleri gösterirken; Fuji II LC ve Vitremmer en yüksek değerleri gösterdikleri belirtilmiştir (121).

Bektaş ve ark (2006) bir mikrohibrit (Venus) ve bir nanofil (Filtek Supreme) kompozit rezinin su emilimi miktarları karşılaştırdıkları çalışmalarında, mikrohibrit kompozitin su emilimi miktarının nanofil kompozite göre daha düşük olduğu saptanmıştır. Araştırmacılar bu sonucu her iki kompozitin de içerdiği inorganik doldurucuların farklı kimyasal yapılarına bağlamışlardır (122).

Sevilmiş ve Bulucu (2007) Ormoser kompozit (Admira), hibrit kompozit (Composan LCM), posterior kompozit (Tetric Ceram HB), akışkan kompozit (Flowline), kompomer (Hytac), RMCİS (Photac-Fil) ve GCİS'in (Ionofil U) su emilimi değerlerini karşılaştırdıkları çalışmalarında, en yüksek su emilimini RMCİS'in gösterdiği, bunu GCİS'in takip ettiği bildirilmiştir. Tetric Ceram HB, Admira, Composan LCM ve Hytac arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadığı saptanmıştır (123).

Direnç ve ark (2009) Kompozit rezinlerin fiziksel özelliklerinin; su emilimi ve suda çözünürlük testleri ile araştırılmasını amaçlamışlardır. Bu amaçla klinikte kullanılmakta olan 6 çeşit kompozit rezin (Venus, Gradia Direct Anterior, Filtek Supreme, Clearfil Majesty Esthetic, Premise ve Artemis) kullanmışlar ve her bir gruptan standart boyutlarda 15 adet örnek hazırlamışlardır. Çalışmadan elde ettikleri sonuçlara göre nanofil (Filtek Supreme) ve nanohibrit (Majesty Esthetic, Premise ve Artemis) kompozitlerin tüm testlerde universal (Venus) ve mikrofil hibrit (Gradia Direct Anterior) kompozitlere göre istatistiksel olarak anlamlı fark oluşturdukları görmüşlerdir (124).

Duymuş ve ark (2010) çalışmanın amacı, değişik pH'lardaki yapay tükürükte farklı sürelerde bekletilen farklı kompozit rezin restoratif materyallerin göstermiş oldukları su emilimi ve suda çözünürlüklerinin değerlendirilmesidir. Kullanılan restoratif materyaller; mikrofil (Valux plus), nanohibrit (Grandio), hibrit (Filtek Z-250), kondanse edilebilir (Alert), akışkan (Revolution Formula-2) ve ormocer (Admira) kompozit rezinlerdir. Çalışmanın sonuçlarına göre; en fazla su emilimini hibrit kompozit rezin olan Filtek Z-250, en az su emilimini akışkan kompozit rezin olan Revolution Formula-2 göstermiştir. En fazla suda çözünürlüğü sıkıştırılabilir kompozit rezin olan Alert, en az suda çözünürlüğü ise mikrofil kompozit rezin olan Valux plus'ta olduğu belirtilmiştir (125).

Biradar ve ark (2012) Çalışmalarında, üç farklı kompozit rezinin su emilimi sonrasındaki ağırlık artışını ya da kaybını karşılaştırmışlardır. Bu çalışmada bir adet mikrohibrit (Synergy) ve iki adet nanofil kompozit rezin (Ceram X ve Filtek Supreme

Ultra) kullanılmıştır. Çalışmadan elde ettikleri sonuçlara göre en fazla su emilimi ilk hafta Synergy gerçekleşmesine rağmen su emilimi bakımından aralarında istatikselsel olarak anlamlı bir farklılık oluşturmadığını saptamışlardır (126).

Rahim ve ark (2012) kompozit rezin olarak Filtek™ Z350, Spectrum®TPH®3 ve Durafill®VS'nin distele su, portakal suyu ve kola içerisindeki su emilimleri ve suda çözünürlüklerini araştırmışlardır. Kola ve portakal suyuna bulaşmış örneklerde su emiliminin arttığı görülmüştür. Bu arada sadece kolaya bulaşmış Spectrum®TPH®3 KR'nin suda znrlğu artmıştır. Sonuç olarak asitli içeceklerin kompozit rezinlerin su emilimi ve suda znrlğunu arttırdığı buna bağlı olarak restoratif materyalinin ömrünün azaldığını ortaya koymuşlardır (127).



2.4.2. Restoratif Materyallerin Mikrosızıntı Özellikleri

Diş hekimliğinde mikrosızıntı, yapılan restorasyonların klinik başarısında büyük önem taşımaktadır. Mikrosızıntı; bakterilerin, ağız sıvılarının, moleküllerin ve iyonların kavite duvarı ile kaviteye uygulanan restoratif materyal arasından geçişi olarak tanımlanmaktadır (128–130).

Klinik olarak mikrosızıntı yorgunlukla meydana gelmektedir. Yorgunluk; dinamik yüklere maruz kalan yapılarda oluşan bir başarısızlık şeklidir. Stresten, restoratif materyalden, restorasyon tasarımından, komponent yüzeyinin durumundan, konfigürasyonundan ve çevresel faktörlerden etkilenmektedir (131). Tekrar eden kuvvetler sonucunda oluşan yorgunluk; mikroçatlaklara ve diş restoratif materyal arasındaki yüzeyde bulunan adeziv başarısızlığına yol açmaktadır (132).

Mikrosızıntı marjinal renklemelere ve kırıklara, ikincil çürüklere, korozyona ve vital dişlerde pulpa duyarlılığı gibi arzu edilmeyen olaylara neden olması yönüyle önemli bir olgu olarak kabul edilmektedir (133,134). *Troubridge (1987)*, mikrosızıntının ana nedeninin restoratif materyallerin kaviteye; adaptasyon problemleri ve restoratif materyallerin diş dokularına bağlanırken yaptıkları büzülme olarak göstermektedir (134).

İdeal bir restoratif materyal kavite duvarlarına çok iyi adapte olabilmeli ve iyi bir yalıtım sağlamalıdır (135). Yetersiz yalıtım sonucunda oluşan kenar aralığı, plak birikimine, bakteri ve toksinlerinin geçişine, yani mikrosızıntıya neden olarakta, bunun sonucunda kenar renklemesi, post-operatif hassasiyet, sekonder çürük, dişeti iltihabı ve pulpa hastalıkları gibi istenmeyen klinik problemlere yol açabilmektedir (129,136). Restorasyonun kenar uyumu iyi olduğunda da, ikincil çürük ve/veya periodontal hastalıkların gelişimi önlenir veya geciktirebilir; ayrıca ağız sıvılarının dentine doğru sızması sonucu bakteri ve toksinlerinin dentin kanalları yoluyla pulpada iltihapsal değişimlere neden olmasında engellenebilir (136,137).

Bununla birlikte restoratif materyallerin mikrosızıntısını etkileyen faktörler, polimerizasyon büzülmesi, restoratif materyal ile diş dokuları arasındaki ısı genleşme katsayıları arasındaki farklılıklar restoratif materyalin su emmesi, zamanla dolgu yüzeyinin aşınması, okluzal kuvvetlerle elastik deformasyona uğraması, tükürük kontaminasyonu ve hekimin uygulama sırasındaki dikkatsizliği olarak sıralanmaktadır (138,139).

Kompozit rezinlere uygun polimerizasyon yapılmaması, mikrosızıntı ve aşınmadan dolayı; postoperatif hassasiyet ve sekonder çürüğe bağlı restorasyonun başarısızlıkla sonuçlanması, en sık karşılaşılan problemler olarak bildirilmektedir (56).

Mikrosızıntının en önemi nedenlerinden birinin polimerizasyon büzülmesi olduğu bilinmektedir. Özellikle 5. sınıf kavitelerde konfigürasyon faktörünün yüksek değerde olmasının polimerizasyon büzülmesinin daha fazla olmasına yol açtığı bildirilmiştir (140).

Konfigürasyon faktörü yani C faktörü restorasyonun bağlandığı yüzeylerin, bağlanmamış yüzeylere oranıdır. C faktörü ne kadar az olursa, polimerizasyon büzülmesi de o kadar az olmaktadır. 5. sınıf kavitelerde konfigürasyon faktörü 5 olarak hesaplanmaktadır. Bu tip kavitelerde, bazı önlemlerin alınmasının önem kazandığı bildirilmektedir (140).

Restorasyonların kaviteyi örtüleme özelliklerini, kenar uyumlarını, diş dokuları-restorasyon arasında oluşabilecek geçirgenliğin derecesini belirlemek için pek çok deneysel yöntemden yararlanılmaktadır. Bu yöntemler; boyar madde penetrasyon testleri, radyoizotoplar, kimyasal ajanlar, bakteriyel çalışmalar, hava basıncı yöntemi, nötron aktivasyon analizi, elektro-kimyasal çalışmalar, mikroskobik inceleme yöntemleridir (130).

2.4.2.1. Cam İyonomer Simanların Mikrosızıntı Özellikleri

GCİS'lerde dış dokularıyla iyon değişimi ve difüzyonla gerçekleşen adezyonun yanı sıra, termal genişleme katsayılarının dış yapılarına çok yakın olması nedeniyle mikrosızıntı riski hemen hemen ortadan kalkmıştır (141).

Srisawasdi ve ark (1988) smear tabakasının uzaklaştırılmasının 5. sınıf kavitelere mikrosızıntıya etkilerini incelemişlerdir. Restorasyonları üç gruba ayırmışlar, birinci gruptaki restorasyonlar kompozit ve dentin bonding ajanı ile yapılırken, ikinci gruptakiler cam iyonomer kaide üzerine kompozit restorasyon şeklinde yapılmıştır. Son gruptaki kavite ise cam iyonomerle restore edilmiştir. Gruplar ayrı ayrı değerlendirildiğinde smear tabakasının kaldırılmasının mikrosızıntı üzerine etkisi bulunmamıştır. En fazla mikrosızıntı son grupta görülmüştür (142).

Prati ve ark (1989) asit (poliakrilik asit, ortofosforik asit, tannik asit) ve kavite dezenfektanlarının (sodyumhipoklorit, hidrojen peroksit, tubulisit mavi solüsyon), CİS'lerle restore edilen kavitelere mikrosızıntıyı azaltmada en iyi ajan olduğunu bildirmişlerdir (143).

Arcoria ve ark (1990) 48 azı dışında hazırladıkları kavitelelerin yarısına 1mm kalınlığında Shofu cam iyonomer kaide yerleştirilmiş, geriye kalan kavitelere ise herhangi bir kaide materyali uygulanmamıştır. Restorasyonların yarısı amalgamla restore edilirken diğer yarısı CİS olan Ketac-Fil restoratif materyal ile restore edilmiştir. Peraperyasyonlarda bitirme ve cila işlemi yapılmadan örnekler 40°C-50°C arasında 625 kez termosiklus işlemine tabi tutulmuştur. Hem amalgam, hem de CİS'in altına kaide uygulamasının mikrosızıntıyı azalttığı bildirilmiştir (144).

Gladys ve ark (1998) GCİS olarak HIFI Master Pelette, PMKR olarak Dyract, RMCİS olarak Vitremer, Fuji II LC, 3M Exp. 155'i kullandıkları bu çalışmada materyallerin marjinal adaptasyonları ve retansiyonlarını karşılaştırmışlardır. 18 ay sonunda Fuji II LC ve Vitremerle yapılan restorasyonlarda %100, Dyract'le yapılan restorasyonlarda %89, HIFI Master Palette ile yapılan restorasyonlarda %97, 3M EXP.

155 ile yapılan restorasyonlarda %96 retansiyon görülmüştür. restoratif materyallerin retansiyonları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır. Mikrosızıntı değerleri incelendiğinde en az mikrosızıntı gösteren restoratif materyal Fuji II olarak tespit edilmiştir. HIFI Master Palette ve 3M Exp 155'in Fuji II'den daha fazla sızıntı göstererek ikinci sırayı almışken Vitremer ve Dyract en fazla mikrosızıntı gösteren CİS olarak tesbit edilmiştir. Araştırmacılar, PMKR uygulamasından önce minenin tek başına veya mine ile dentinin birlikte asitlenmesinin marjinal adaptasyonu arttıracığını bildirmişlerdir (145).

Awliya ve ark (1999) cam iyonomer esaslı dolgu materyallerinin (Vitremer-Ketac Fil) dental fluorosisli dişlere bağlanma kuvvetlerinin, PMKR'lerden daha düşük olduğunu göstermişlerdir. Araştırmacılar, PMKR'lerin daha yüksek bağlanma kuvveti göstermesini, bu materyallerin uygulanmadan önce kullanılan primer ve kompozit rezin içeriğine bağlamışlardır (146).

Toledano ve ark (1999) 30 adet çekilmiş çürüksüz azı dişinde hazırlanan standart 5. Sınıf kavite için üç farklı cam iyonomer materyali ile restore etmişlerdir. RMCİS olarak Fuji II ve Vitremer, PMKR olarak Dyract materyalinin kullanıldığı çalışmada, restoratif materyallerin mikrosızıntı miktarları karşılaştırılmıştır. Çalışmanın sonuçlarına göre Dyract'ın kavite kenarlarında gingival ve oklüzal kenarlarında, Fuji II LC'den anlamlı olarak daha fazla mikrosızıntı sergilediğini gözlemlenmiştir. Vitremer'in kenar sızıntısı açısından ise Fuji II LC ile Dyract arasında yer aldığını ve aralarında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olmadığını ifade edilmiştir (147).

Wilder ve ark (2000) CİS'lerin bitirme ve cilalama işlemlerinin, sulu veya susuz yapılmasının mikrosızıntıya etkilerini incelemişlerdir. 30 büyükazı dişinin bukkal ve lingual yüzeylerine 5.sınıf kavite hazırlamışlardır. Kaviteyi Fuji II LC, Vitremer (RMCİS) ve kapsüllü Fuji II (GCİS) ile restore etmişlerdir. Araştırmacılar, bitirme işlemleri aynı seans yapılacak kavite için, RMCİS'leri önermişlerdir. RMCİS'lerin bitim işlemlerini susuz, GCİS'lerin bitim işlemlerinin ise sulu yapılmasını tavsiye etmişlerdir (148).

Chuang ve ark (2001) 40 çekilmiş dişte toplam 80 5. Sınıf kaviteyi RMCİS'le (Fuji II LC) restore etmiş ve YÖ uygulamasının (Fuji Varnish ve Scotchbond Multipurpose No.3) mikrosızıntı üzerine etkilerini incelemişlerdir. Çalışmanın sonuçlarına göre, RMCİS'lerde mikrosızıntının azaltılması için bitirme ve cilalama işlemlerinden önce YÖ uygulamasını önermişlerdir (149).

Quo ve ark (2002) 80 dişin bir yüzüne lazerle, diğer yüzüne ise aeratörle 5.sınıf kaviteler açmışlar ve bu kavitelerin restorasyonlarını GCİS (Fuji II) ve RMCİS'lerle (Fuji II LC) tamamlamışlardır. Çalışmaların sonuçlarına göre her iki mod (lazer-aeratör) arasında anlamlı bir fark bildirmemişlerdir. RMCİS'ler, GCİS'lere göre daha fazla mikrosızıntı göstermişlerdir (150).

Castro ve Feigal (2002) süt (13 adet süt azısı) ve daimi dişlerde (25 adet küçük azı dişleri) yaptıkları in vitro mikrosızıntı çalışmasında Fuji IXgpTM, Fuji IITM (GCİS'ler), VitremerTM (RMCİS) ve TPHTM (KR) restorasyonu 5. sınıf kavitede karşılaştırmışlar, kullanılan materyallerin süt veya daimi dişte kullanmanın mikrosızıntı açısından fark yaratmadığı ancak GCİS'lerden Fuji IXgpTM daha az mikrosızıntı gösterdiği, RMCİS'ler, kompozit rezinlerden ve GCİS'lerden daha az mikrosızıntı gösterdiği belirtilmiştir (151).

Qvist ve ark (2004) RMCİS'ler ile GCİS'lerin klinik olarak ömrünü ve çürük önleyici etkilerini incelemişlerdir. Süt dişlerinde yaptıkları 994 restorasyondan 543'ünü RMCİS'le (Photac Fil-Ketac Fil), 451'ini GCİS'le restore etmişlerdir. Hastalar restorasyonun veya dişin kaybına kadar düzenli aralıklarla kontrollere çağırılmışlardır. 994 dişin %22'sini 1. sınıf restorasyonlar, %70'ini 2. sınıf restorasyonlar, %9'unu ise 3. Ve 5. sınıf restorasyonlar oluşturmaktadır. 8 yıllık takip sonucunda RMCİS'lerle GCİS'ler arasında çürük önleyici etkileri açısından anlamlı bir fark görülmemiştir. Araştırmacılar süt dişlerinin 2. Sınıf restorasyonlarında RMCİS'leri, 3. Ve 5. Sınıf kavitelerin restorasyonlarında ise GCİS'lerin kullanımını önermişlerdir (152).

Corona ve ark (2005) GCİS olarak Ketac-Fil, RMCİS olarak Vitremer R ve Fuji II LC materyalini kullanarak yaptıkları 30 restorasyonun hazırlanmasından önce kavitelere aliminyum oksitle air abrazyon uygulaması yapmışlardır. Materyaller arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı ama GCİS'lerde daha az mikrosızıntı olduğu saptanmıştır (153).

Yılmaz ve ark (2005) da 50 adet süt dişlerine 1. Sınıf kavite açmışlar ve Fuji IX uyguladıkları mikrosızıntı çalışmasında, 5 gruba ayırıp kavite yüzeylerine değişik hazırlayıcılar kullanmışlardır. Grup 1 (kontrol grubu) kavite duvarlarına herhangi bir yüzey hazırlayıcı uygulanmadan Fuji IX ile, grup 2' de Fuji Cavity Conditioner uygulanıp, grup 3 %10'luk maleic asid ile, grup 4 %35'lik phosphoric acid gel ile ve grup 5'te %3'lük H₂O₂ kavite duvarlarına uygulanıp Fuji IX ile restore edilmiştir. Grup 2 ve 4 te hiç sızıntı olmazken, grup 1 de 20 örnekten 10'unda sızıntı, grup 3'te ise 20 örnekten 3'ünde sızıntı görülmüştür. Fuji IX'in oldukça başarılı olduğunu ifade etmişlerdir (154).

Magni ve ark (2008) 5. Sınıf kavite açıldığı dişlere (40 adet çekilmiş küçük azı) akışkan KR (Gradia Direct Flo) ve CİS (Fuji IX) ile restorasyonlar yapıp üzerleri YÖ (G Coat Plus) ile cilalanmıştır. Restorasyonların yüzeylerinin YÖ ile kaplanmasının mikrosızıntıyı azalttığı belirtilmiştir (155).

Bağlar ve ark (2010) 30 adet çürüksüz üst küçük azı dişinde 5.sınıf kavitelere bir KR (Clearfil Esthetic) ile bir YVCİS'in (Fuji IX) mikrosızıntılarını in vitro şartlarda değerlendirmişlerdir. Dişler her biri 15 dişten oluşan rastgele 2 gruba ayrılmıştır. 1. grupta Clearfil Esthetic (S3 Bond ile), 2. grupta Fuji IX ile restore edilmiştir. Deney grupları arasında istatistiksel bir fark bulamamışlardır. Grup 1'de servikal mikrosızıntı oklüzal mikrosızıntıdan daha fazla olduğu, grup 2'de ise servikal ve oklüzal skorlarda fark bulunmadığını görmüşlerdir. Kullanılan her iki restoratif materyal, 5. sınıf kavitelere başarılı bulunmuştur (156).

2.4.2.2. Kompozit Rezinlerin Mikrosızıntı Özellikleri

Kompozit rezinler servikal bölge restorasyonlarında başarılı adeziv özellikleri ve estetik üstünlükleri nedeniyle tercih edilmektedirler (157,158). Kompozit rezinlerin klinik başarılarını arttırmak ve fiziksel özelliklerini iyileştirmek amacıyla birçok yeni teknoloji ve materyal geliştirilmiştir (157). Bu gelişmelere bağlı olarak, kompozit rezinlerin estetik özellikleri ve aşınma dayanımları arttırılmış olmakla birlikte, polimerizasyon büzülmesine bağlı olarak restorasyon ile diş arasındaki kenar uyumunun tam sağlanamaması hala önemli bir sorun olarak kabul edilmektedir (159).

Polimerizasyon sırasında oluşan bu büzülme, diş dokusu ile restorasyon ara yüzündeki uyumun bozulmasına yol açarak restorasyonlarda mikrosızıntı meydana gelmesine neden olmaktadır. Bundan dolayı kompozit rezin restorasyon uygulamalarında kenar uyumunun, polimerizasyon büzülmesi sonucu oluşan stresler ile doğrudan ilişkili olduğu bildirilmektedir (160,161).

Yap ve ark (1995) mine-sement bileşiminde hazırladıkları 5. sınıf kavitelere PMKR (Dyract), RMCİS (Fuji II LC) ve KR (TPH) ile yapılan restorasyonların mikrosızıntı düzeylerini karşılaştırdıkları çalışmada, minede sızıntının dentinden daha fazla olduğunu, minede kompozit rezin ile restore edilen kavitelere sızıntının diğer restoratif materyallerden daha az olduğunu; dentinde ise, materyaller arasında anlamlı farklılığın bulunmadığını bildirmişlerdir (162).

Brackett ve ark (1998) minede hazırladıkları 5. sınıf kaviteyi RMCİS olarak Vitremer ve Fuji II, PMKR olarak Dyract RM'lerini kullanmışlar ve restorasyon kenarlarında oluşan mikrosızıntıyı değerlerini karşılaştırmışlardır. Her üç restoratif materyalde mikrosızıntı değerleri okluzal kenarda gingival kenara göre daha yüksek çıkmıştır. Restoratif materyaller birbiri ile karşılaştırıldığında ise aralarında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olmamasına rağmen PMKR'lerde mikrosızıntı derecesinin daha fazla olduğunu açıklamışlardır (147).

Di Leonardo ve ark (2000) 60 adet küçük azı ve büyük azı dışında servikal kaviteLER açılmıştır. Her grup 30' ar dişten oluşan iki grup oluşturulmuştur. 2. Grupta PMKR uygulanmadan önce 30 s asit uygulanmış, grup 1'de ise uygulanmamıştır. 48 ay boyunca 6 ayda bir rekürrent çürük, post-operative hassasiyet, marjinal adaptasyon ve renk değişimi yönünden incilenmişlerdir. PMKR olan Dyract'ın kaviteye uygulanmasından önce, % 37' lik ortofosforik asit ile ön işlem yapılmasının RM'nin kenar adaptasyonunu belirgin şekilde arttırdığını bildirmişlerdir (163).

Bilgin (2002) 5-8 yaşları arasındaki 17 çocuk hastada 24 oklüzal, 38 aproksimal toplamda 64 adet restorasyon yapıp, Modifiye Ryge USPHS kriterlerini kullanarak değerlendirmişlerdir. Takip süresince sadece 2 adet 2. Sınıf restorasyon başarısız bulunmuşlar; tüm oklüzal restorasyonlar anatomik formi kenar uyumu, kenar renklemesi, rekürrent çürük ve yüzey düzgünlüğü açısından iyi bulunmuştur. Bu çalışmanın sonuçlarına göre; PMKR olan Dyract materyalinin süt azı dişlerinin daimi restorasyonlarında güvenle kullanılabileceğini bildirmişlerdir (164).

Hürmüzlü ve ark (2002) yaptıkları çalışmada 5 farklı kompozit rezin [Definite (Degussa/Germany), Admira (Voco/Germany), Solitaire 2 (Heraeus Kulzer/Germany), Charisma (Heraeus Kulzer/Germany), P-60 (3M/France)] materyalin mikrosızıntı değerleri incelenmiştir. Bu inceleme için 40 adet çürüksüz büyük azı dişi kullanılmıştır. Dişlerin mezial ve distal yüzlerine eşit büyüklükte 2.sınıf slot kaviteLER hazırlanmıştır. Bu çalışmada P-60 total-etch adezivle kullanıldığında mikrosızıntı değerleri diğer restoratif materyallerden daha az bulunmuştur. Definite self-etching adezivle kullanıldığında mikrosızıntı değerleri diğer restoratif materyallerden daha fazla bulunmuştur (165).

Hofmann ve ark (2003) yaptıkları in vitro çalışmanın sonucunda, 5. sınıf restorasyonlarda daha iyi bir kenar uyumu sağlamak için polimerizasyon büzülmesi düşük olan materyal seçiminin, polimerizasyonda kullanılan ışık kaynağından (1. gruba Halogen 40sn 800mW/cm², 2. gruba Halogen 15 sn 100 ile 800 mW/cm² artan ve 25sn 800 mW/cm², 3. gruba LED 40sn 350 4. gruba LED 10sn 18 ile 350 mW/cm²

artan ve 30sn 350 mW/cm², 5. gruba Plasma Arc 3sn 1570 mW/cm²) daha önemli olduğunu ileri sürmüşlerdir (166).

Civelek ve ark (2003)'lerinin 2. sınıf kavitelere farklı kompozit çeşitlerinin (FiltekZ-250, Filtek Flow + FiltekZ250, Admira ve Ariston AT) mikrosızıntısını inceledikleri çalışmalarında; minede, kullanılan kompozit çeşitleri açısından farklılık görülmediği, dentinde ise; mikrosızıntının tamamen elimine edilemediği ve kompozitler arasında farklılıklar olduğu görülmüştür. Dentinde en başarısız FiltekZ250, daha sonra Ariston AT, Filtek Flow + FiltekZ250 ve Admira çıktığı belirtilmiştir (167).

Uzer ve Türkün (2005) çalışmasının amacı, self-etching adeziv sistem ile 5. sınıf kavitelere uygulanan bir kompozit ile nanodoldurucu bir Kompozit rezinin kenar sızıntısı açısından karşılaştırmaktır. Çalışmada 20 adet 3. büyük azı dişi kullanılmıştır. Her dişin bukkal ve lingual yüzeylerine mine-sement sınırından 1 mm aşağıda olacak şekilde standardize edilmiş 5. sınıf kavite hazırlanmıştır. 10 dişe Xeno III, 10 dişede Clearfil Protect Bond üretici firmaların tavsiyelerine göre uygulanmıştır. Hazırlanan bukkal kavite Dyract eXtra, lingual kavite ise Filtek Supreme ile restore edilmiştir. Dyract eXtra ve Clearfil Protect Bond adeziv sistemi ile restore edilen dişlerin okluzal marjınlarında daha fazla sızıntı gözlenmiştir ($p < 0.05$). Xeno III'ün uygulandığı gruplarda okluzal ve gingival skorlar arasında fark olmadığı belirlenmiştir ($p > 0.05$). Adeziv sistemlerin okluzal ve gingival skorları ayrı ayrı karşılaştırıldığında, adezivler arasında fark istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmamıştır ($p > 0.05$). Araştırmanın sonucunda, test edilen restoratif materyallerin ve adeziv sistemlerin hiçbiri 5. sınıf restorasyonların okluzal ve gingival marjınlarında mikrosızıntıyı tamamen engelleyememiştir (168).

Arisu ve ark (2009) 5. sınıf kavitede tek basamaklı adhesive (Clearfil S3 Bond) ile Kompozit rezin (Clearfil APX) uyguladıkları çalışmada 3 grup oluşturmuşlardır. 1. grupta adhesive üretici firmanın talimatları doğrultusunda uygulanmış, 2. grupta adhesive birbirini takip eden iki uygulama ve 3. grupta ise adhesive birbirini takip eden üç uygulama olarak uygulamışlardır. Sonuçta gruplar arasında mikrosızıntı skorlarının

çok az olduğunu belirterek restoratif materyalinin oldukça başarılı olduğunu ifade etmişlerdir (169).

2.4.3. Diş Hekimliğinde Mikrosızıntı İnceleme Yöntemleri

2.4.3.1. Boya Yöntemi

Boya yöntemi, mikrosızıntının değerlendirilmesinde en çok tercih edilen, lineer analiz yöntemlerinden biridir. Bu yöntemde, mikrosızıntının tespit edilebilmesi için özel boyalar kullanılmaktadır. Bu amaç için kullanılan boyalar, solüsyon veya farklı boyutlarda partikül içeren süspansiyonlar şeklinde bulunmaktadır (170). Boyama tekniklerinde, boyanın partikül büyüklüğünün dentin kanallarının çapından daha geniş olması tercih edilmektedir. (1-4µm). Sızıntı çalışmalarında dentinin boyanması ile kavite duvarı ve restoratif materyal arasındaki boşluğun boyanmasının ayırt edilebilmesi gerektiği bildirilmektedir (128).

Mikrosızıntı çalışmalarında boyaların kullanılması, en eski ve belki de en yaygın yöntemdir. Ucuz, pratik ve kolay tekrarlanabilir olması nedeniyle tercih edilmektedir (13).

Mikrosızıntı çalışmalarında sıklıkla kullanılan boyalar; metilen mavisi (% 0.2-2), bazik fuksin (%0.5-2), florosan (%2-20), kristal viyole (%0.05), anilin mavisi (%2), gümüş nitrat (%50), toluidin mavisi (%0.25), eritrosin (%2) ve Rodamin B (%0.2)'dir. Bu teknikte öncelikle; çekilmiş veya restore edilmiş dişin, mikrosızıntısına bakılacak bölge dışında kalan tüm yüzeyi, tırnak cilası gibi bir izolan ile kapatılır. Daha sonra kullanılan boya maddesinin cinsine ve hazırlanan yoğunluğuna göre örnekler belirli bir süre bu solüsyonun içerisinde bırakılır (171,172). Oda sıcaklığında, uygun süre boya içinde bekletilen örnekler akan su altında yıkanır ve çevresindeki izolan madde temizlenir.

2.4.3.1.1. Kesit Alma Yöntemi

Örneklerden kesit alınarak veya aşındırma yapılarak arzu edilen bölgelerden binoküler mikroskop altında boyanın ne kadar penetre olduğuna bakılarak ölçümü yapılır (173).

2.4.3.1.2. Şeffaflaştırma Yöntemi (Dehidratasyon- Demineralizasyon)

Bu yöntemde, dişler önce 48 saat kadar %5'lik nitrik asitte bırakılarak dekalsifiye edilir. Bunu takiben 24 saat boyunca %80'lik etil alkolde, ardından 2 saat %90'lık etil alkolde ve son olarak 3 saat %100'lük etil alkolde bırakılarak dehidrate edilir. Bu aşamadan sonra 24 saat metil salisilatla bırakılan dişler tamamen şeffaf (demineralize) hale getirilmiş olur (174,175). Şeffaflaştırarak boya penetrasyonun görünür hale getirildiği örneklerde sızıntı miktarının tespit edilmesi ve değerlendirilmesi için fotoğraflanarak kayıt alınır (173).

2.4.3.1.3. Volümetrik Ölçüm Yöntemi

Bu yöntemde boya solüsyonundan çıkarılan dişler nitrik asit solüsyonunda çözündürülür. Spektrofotometre aleti kullanılarak asit içerisindeki boya konsantrasyonuna bakılarak sızıntı miktarı kantitatif olarak değerlendirilir (176).

Boyama yönteminin avantajları; kimyasal reaksiyona ve radyasyona gerek duyulmamasıdır. Ayrıca boyalar ucuzdur ve kolay temin edilebilirler, hızlı ve direkt olarak ölçüm yapılabilmesini sağlarlar (177,178). Bu yöntemin en önemli dezavantajı; üç boyutlu olan sızıntının yalnızca iki boyutta izlenebilmesi ve sızıntının yoğunluğundaki farklılaşmaların belirlenememesidir. Bu sorunun giderilebilmesi için araştırmacılar genellikle iki farklı bölgeden aldıkları kesitler üzerinde inceleme yaparlar ya da şeffaflaştırma yöntemini kullanırlar (170,179).

Yapılan boya sızıntısı çalışmalarında kök kanalında sıkışan havanın boya penetrasyonunu etkilediği ve bu nedenle de ölçümlerin tam olarak doğru

olamayabileceği sonucuna varılmıştır. Kuron ve apikal kısmı açıkta bırakılan kök kanallarında bile, kanalın içerisine sıkışan havanın kanal boyunca boyanın ilerlemesini engellediği belirtilmektedir. Kanal boyunca boyanın penetrasyonu, kapiller kuvvetlerle olmaktadır, dolayısıyla bu boşluklarda sıkışmış havanın kapiller hareketi engelleyebileceği yapılan çalışmalarla gösterilmiştir (178,180).

2.4.3.2. Radyoizotop Yöntemi

Mikrosızıntı belirleme yöntemlerinden bir diğeri radyoaktif izotop kullanılmasıdır ve boya penetrasyon yönteminden sonra en çok kullanılan yöntemlerdendir (181). Restorasyon materyali ile diş dokusu arasından geçen radyoizotopların otoradyograflarda gösterilmesi tekniğidir. Diş üzerinde restore edilmiş alan dışındaki bölgeler gereği gibi örtüldükten sonra radyoaktif solüsyon içerisinde belirli bir süre bekletilir ve yıkanıp kurutulduktan sonra uzunlamasına kesilerek röntgen filmi üzerine bırakılır. Otoradyografi sonucunda izotopun gözlendiği alana göre mikrosızıntı belirlenir (182,183). En sık kullanılan izotoplar; I131, Ca45, S35, Na22, C14, P32 radyoizotoplarıdır (181,184). Mikrosızıntı belirlemede radyoizotopların kullanımı ile daha duyarlı çalışmalar yapılabilmektedir. İzotop molekülleri boyalara göre daha derinlere nüfuz edebilirler ve otoradyograflarla da çok az sayıdaki izotoplar saptanabilir. Bu sayede en az düzeyde oluşan sızıntı dahi saptanabilir (137). Ayrıca bu yöntemle kalıcı kayıtlar elde edilerek saklanabilmektedir (185). Bu yöntemin en büyük dezavantajı, sonuçların derece derece artan skorlama sistemi ile subjektif olarak değerlendirilebilmesidir (128). Tekniğin pahalı ve kompleks olmasının yanı sıra dişin sert dokularında mevcut kalsiyum iyonu ile izotop solüsyonu arasında pasif iyon alışverişi olabileceği ve kenar aralığının daha az tespit edileceği de bildirilmiştir (128,186). Bu tip deneyler profesyonel bir çalışmayı gerektirir ve çalışma esnasında radyoaktif maddeye elle dokunulmamalı özel tutma yöntemi kullanılmalıdır (185).

2.4.3.3. Kimyasal Ajanların Kullanılması Yöntemi

Bu yöntemde, radyoaktif olmayan renksiz, iki komponentli kimyasal boyayıcılar kullanılır. Her iki komponentin kimyasal olarak reaksiyona girmeleri sonucu diş-restorasyon ara yüzeyine çökmesi ve çöktelinin fotoğrafının alınması ile kenar sızıntısının görüntülenmesi esasına dayanır. Kullanılan her iki kimyasal ajanın da penetrasyon yeteneğine sahip olması gerekmektedir. Yalnızca birinin küçük molekülü olması ve penetrasyonu ile görüntü elde edilebilmesi, dolayısıyla kenar sızıntısının tespiti olanaksızdır (128). Sızıntının tespit edilmesinde gümüş tuzlarının kullanılması en çok tercih edilen yöntemdir. Bunlardan %50'lik gümüş nitrat tuzları sıklıkla kullanılmaktadır (182,187). Bir bakteri ile kıyaslandığında gümüş iyonunun çok daha küçük boyutta olması, oluşan aralıklara kolayca sızabilmesini sağlamaktadır. Bu nedenle yöntemin duyarlı bir test yöntemi olduğu, objektif ölçüm sağladığı ve kantitatif veriler elde edilebilmesine olanak sağladığı bildirilmiştir (182). Bu yöntemde kullanılan kimyasal ajanların radyoaktif olmamaları bir avantaj olarak nitelendirilirken sonuçların subjektif olarak yorumlanması tekniğin güvenilirliğini olumsuz olarak etkilemektedir. Ayrıca gümüş nitrat kullanıldığında amalgam restorasyonlarda, gümüş iyonlarının amalgam bileşenleriyle reaksiyona girerek oluşan aralık boyunca yayılmadığı, cam iyonomer restorasyonlarda ise restorasyonun gümüş iyonlarını yapısına alarak kendisinin boyandığı belirtilmiştir (128,129,188).

2.4.3.4. Bakteriyel Yöntemler

Mikrosızıntı çalışmalarında bakteri kullanılması, restore edilmiş dişlerin bakteri kültürü içerisine daldırılması ve diş-restorasyon ara yüzeyinde bakteri üremesi olup olmadığı esasına dayanan bir yöntemdir. Bakteriler özel yöntemlerle boyandıktan sonra sızıntının derecesi belirlenir (128,182,189). Bakteriyel ile sızıntının tespiti için kavite duvarı ile restorasyon ara yüzeyi arasındaki açıklığın 0,5-1µm veya daha büyük olması gerekmektedir. Eğer oluşan aralık daha küçük ise bakteri toksinlerinin ve diğer bakteri ürünlerinin geçişi olmayacağı için teknik kullanışlı olmayacaktır (128,182,189). Bu yöntemde kullanılacak bakteriyi seçerken laboratuvarında çalışmanın kolay olmasına ve ağız içi bölgeden izole edilebilmesine dikkat edilmesi gerektiği

bildirilmiştir (128,182,190). Yöntemin en büyük dezavantajı elde edilen sonuçların kalitatif olmasıdır (128,182). *S. sangius*, *S. epidermidis*, *S. mutans* ve kromopetit floresan pigmenti içerdiği için izlenmesi kolay olan *P. floresans* gibi bakteriler sıklıkla kullanılan bakteri türleridir (128,190).

2.4.3.5. Hava Basıncı Yöntemi

Sızıntı çalışmalarında çok eski yıllarda kullanılan bir yöntemdir. Kök kanalı ve pulpa odası boyunca dış içine basınçlı hava uygulanıp, statik sistem içinde kaybolan basıncın ölçülmesi esasına dayanan mikrosızıntı ölçüm yöntemidir (191). Mikroskobik çalışmalarda, su içine konulan restorasyonun kenarından hava kabarcığının çıkması kenar uyumsuzluğunun belirtisi olarak değerlendirilmektedir (192). Ayrıca sıvı transportasyon testinde test örneğinin yeterince iyi izole edilip edilmediği küçük hava kabarcıklarının mikropipetin içerisinde hareket edip etmediğine bakılarak da kontrol edilmektedir (131). Basınçlı hava yönteminin en önemli dezavantajı ise gerçek klinik durumu yansıtmamasıdır (191).

2.4.3.6. Nötron Aktivasyon Analizi

Mikrosızıntının in-vivo ve in-vitro ölçülebilmesine olanak sağlayan bir yöntemdir. Restorasyon kenarına radyoaktif olmayan Manganez gibi kimyasal işaretleyici yerleştirilip kenarlarından sızması sağlandıktan sonra örneklerin nükleer bir reaktörün çekirdeğine yerleştirilerek Mn56 ile bombardımana uğratılıp her bir dişin aldığı mangan miktarı ölçülerek mikrosızıntının belirlenmesi yöntemidir (128,182,183,193). Teknik kullanılarak elde edilen sonuçların kantitatif olduğu bildirilmesine karşın, tekniğin pahalı ve karmaşık bir teknik olduğu ve restorasyonun hangi noktada sızdığını ya da restorasyon kenarları dışında nereden manganez emilimi olduğunu göstermediği bildirilmiştir (182,193).

2.4.3.7. Elektrokimyasal Yöntemler

Bu yöntemde ana prensip, restorasyonun tabanı ile temas edecek şekilde elektrod görevi görecek bir levha yerleştirildikten sonra restorasyonun tamamlanarak dışın tamamen izole edilip elektrolit banyosuna daldırılarak dışarıda bulunan bir güç kaynağına bağlandığında varsa kenar aralığından geçen akımın ölçülmesi esasına dayanmaktadır (182,194,195). Elektrik akımındaki herhangi bir sapma restorasyon ara yüzeyinde bir aralık oluştuğunu göstermektedir. Metalik restorasyonlarda kullanımı uygun olmayan bir tekniktir (182,194).

2.4.3.8. Mikroskopik İnceleme Yöntemleri

Araştırmacıların çoğu restorasyon materyallerindeki sızıntıyı farklı yöntemlerle inceledikten sonra kavite kenarlarında elde ettikleri bulguları değerlendirmek için mikroskopik analiz yöntemini kullanmaktadırlar.

2.4.3.8.1. Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM)

Bu yöntemle, iki yüzey arasında oluşan bağlantıda yüzeyler arasında mevcut bulunan mesafe ölçülebilmektedir. Aynı zamanda restoratif materyallerin özelliklerini de tanımlayabilmek mümkün olmaktadır. Diğer sızıntı yöntemleriyle beraber uygulandığında sonuçların karşılaştırılmasında kısmi bir bağlantı kurulabilmektedir (128,196,197). Direkt ve replika teknik olarak iki biçimde incelenebilmektedir.

Direkt teknik; in-vitro olarak restoratif materyal ile kavite duvarı arasındaki ilişkinin doğrudan incelenebilmesine olanak sağlamaktadır. Ancak örneklerin elektron mikroskobu için hazırlanması sırasında vakum altında dehidratasyonu ve mikroskop haznesi içerisinde oluşan yüksek vakumun restorasyon-dış ara yüzeyinde bozulmalara yol açabileceği ve mikrosızıntının değerlendirilmesinde yanılgıya neden olabileceği belirtilmiştir (193).

Replika teknik ise; ağız içinde hazırlanmış restorasyonlardan elde edilen replikaların mikroskop altında incelenerek kenar aralıklarında oluşabilecek farklılıkların izlenmesine olanak tanıyan bir yöntemdir. Bu şekilde elde edilen replikalar değişik zamanlarda tekrar incelenebilir ve örneklerin hazırlanması sırasında oluşan bozulmalar gözlenmez (195).

2.4.3.8.2. Konfokal Lazer Tarama Elektron Mikroskobu (CLSM)

Floresan boyalar kullanılarak işaretleme yapan elektron mikroskop tekniğidir (198,199). Taramalı elektron mikroskobundan farklı olarak lazer tarama elektron mikroskobunda ıslak yapıdaki örneklerin incelenebilmesi de mümkün olmaktadır (199,200). Bu teknik ile 100 nanometreden küçük alt yüzey düzlemleri tomografik olarak incelenebilmektedir (200). Mikroskobun objektif lensi ile incelenecek yüzey arasında özel bir daldırma (immersion) likiti kullanılır. Konfokal lazer tarama mikroskobu yansıma (reflection) ve floresan (florescence) olarak iki ayrı modda inceleme yapar. Tarayıcı lazer ışını 488 nm dalga boyuna sahip Argon-ion lazerdir. Mikroskobik yapılara odaklanan ışığın tekrar yansımalarıyla elektronik olarak saptanan yansıma (reflection) modunda mine, dentin ve restoratif materyal gibi spesifik optik özelliklere sahip yapıların ayrımı yapılabilmektedir (200). Floresan modunda ise boyayıcı ajanın dağılımı kaydedilerek penetrasyon yolları incelenebilmektedir (198,199).

2.5. 5. Sınıf Restorasyonlar

Mikrosızıntı alışmaları genellikle 5. sınıf kavtelerde yapılmaktadır. Örnekler termal siklusa sokulduktan sonra gümüş nitrat, bazik fuksin ve metilen mavisi gibi bazı boyalar ile boyanmaları sağlanarak rezin/dentin ara yüzünde boyanmanın miktarına bakılmaktadır (201).

ocuk hastalarda sık rastlanan kole bölgesi rkleri, diğer kavite tiplerine oranla mikrosızıntıdan daha çok etkilenmektedirler. Bu durum servikal bölgedeki mine kalınlığının yetersizliği, bu bölgedeki mine prizmalarının sayısı ve doğrultularının farklı olması gibi, histomorfolojik yapı farklılıkları, devamlı bir cep sıvısı akışının olması veya farklı sebeplerle gelişen nem kontaminasyonu gibi sebeplerle açıklanmaktadır (201).

3. GEREÇ VE YÖNTEM

Bu çalışmada bulkfil uygulamalı ve düşük polimerizasyon büzülmesi gösteren 2 farklı kompozit rezin (Tetric EvoCeram®/ Ivoclar, SureFil /Dentsply), 1 hibrit kompozit rezin (Filtek™Z250 /3M) ve 2 farklı bulkfil uygulamalı ve yüksek viskoziteli cam iyonomer siman (ChemFil ®Rock /Dentsply, EQUIA™ Fil /GC) materyallerinin düşük vizkositeli rezin esaslı yüzey örtücü BisCover™LV ile kaplanmalarının, su emilimine, suda çözünürlüğe ve mikrosızıntıya etkilerinin karşılaştırmalı olarak değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

Çalışmaların tüm deney aşamaları Yeditepe Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Sert ve Yumuşak Doku Laboratuvarlarında gerçekleştirilmiştir.

3.1. Gereç

3.1.1. Çalışmada kullanılan materyaller

Bu çalışmada, çinko ile güçlendirilmiş bulkfil YVCİS **ChemFil ®Rock** (Dentsply Caulk, Milford, DE, USA), radyopak posterior bulkfil YVCİS **EQUIA™ Fil** (GC CORPORATION, Tokyo, Japan), posterior kompozit bulkfil rezin **SureFil™** (Dentsply Caulk, Milford, DE, USA), nanohibrit kompozit bulkfil rezin **Tetric EvoCeram®** (Ivoclar Vivadent Schann-Liechtenstein), geleneksel hibrit kompozit rezin **Filtek™Z250** (3M, ESPR, St. Paul, MN, USA) ve düşük vizkositeli rezin esaslı YÖ **BisCover™LV** (BISCO, Inc. Schaumburg, IL, USA) isimli materyaller kullanılmıştır (**Resim 5, 6, 7, 8, 9, 10**). **Tablo 2'** de çalışmada kullanılan materyallerin içeriklerine yer verilmiştir.

Tablo 2. Çalışmada kullanılan materyallerin içerikleri

Materyal	İçerik
ChemFil® Rock YVCİS	Kalsiyum-aliminyum-çinko-fluorid-fosfor-silikat cam Polikarboksilik asit Demir oksit pigmentleri Titanyum dioksit pigmentleri Tartarik asit Su
EQUIA™ Fil YVCİS	Alimosilikat cam Polyakrilik asit, distile su
SureFil™ tepilebilir	Üretan modifiye edilmiş Bis-GMA, Ba-cam, Fluor-silikat, silikat cam
Tetric EvoCeram® Nanohibrit	BIS-GMA, UDMA, baryum camı, yterbiyum trifluoride, oksit, prepolimer, katalizörler, stabilize ediciler, pigmentler
Filtek™Z250 Geleneksel mikrohibrit	BIS-GMA, UDMA, BIS-EMA. Silika, Zirkonyum 0.01-3.5
BisCover™LV Düşük vizkositeli rezin esaslı YÖ	%20-50 Dipentaeritrol Diakrilat Esterleri Etanol



Resim 5. ChemFil[®] Rock (Dentsply Caulk, Milford, DE, USA)



Resim 6. EQUIA[™] Fil (GC CORPORATION, Tokyo, Japan)



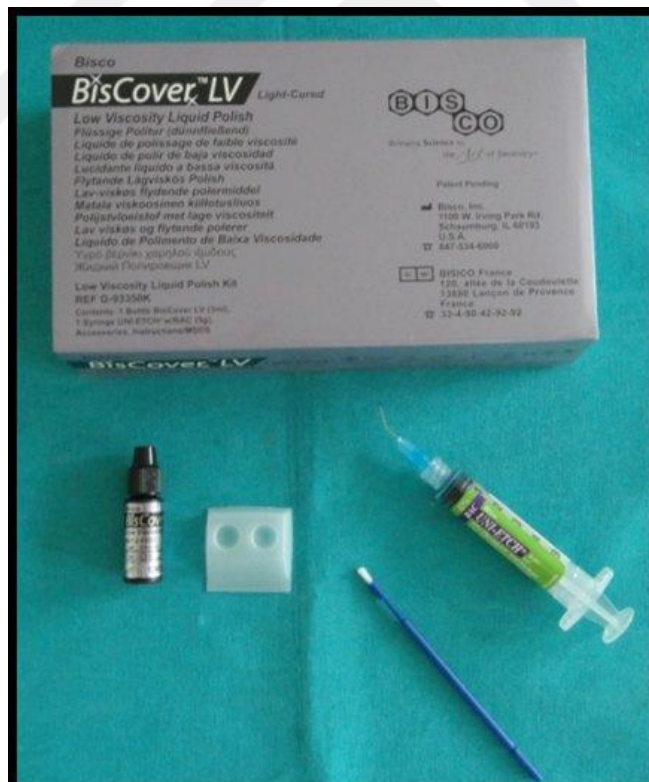
Resim 7. SureFil™ (Dentsply Caulk, Milford, DE, USA)



Resim 8. Tetric EvoCeram® (Ivoclar Vivadent Schann-Liechtenstein)



Resim 9. Filtek™Z250 (3M, ESPR, St. Paul, MN, USA)



Resim 10. BisCover™LV(BISCO, Inc. Schaumburg, IL, USA)

3.2. Yöntem

3.2.1. Su Emilimi ve Suda Çözünürlük Değerlerinin Ölçümü İle İlgili Örneklerin Hazırlanması

Her materyal grubunda, restoratif materyallerde kullanılan ISO 4049:2000 (E) standartlarına uygun olarak ve standart paslanmaz çelik kalıplar kullanılarak 15 ± 0.1 mm çapında ve 1 ± 0.1 mm derinliğinde 20'şer adet örnek hazırlanmıştır (**Resim 11**). Örnekler hazırlanırken; materyallerin kalıba yapışmasını önlemek için kalıp vazelin ile izole edilmiştir. Materyaller kalıba bulkfil yöntemine uygun olarak tek tabaka halinde taşacak şekilde yerleştirilmiştir ve üretici firmaların talimatları doğrultusunda polimerize edilmiştir. YVCİS'ler üretici firmaların talimatları doğrultusunda amalgamatörde karıştırıldıktan sonra, çalışma süresi içerisinde kalıba özel uygulama şırıngası ile taşacak şekilde tek tabaka halinde uygulanmış ve sertleşme süreleri beklenmiştir. Daha sonra üretici firmanın talimatları doğrultusunda **BisCover™LV** yüzey örtücüsü hazırlanmış 20 örnekten 10 adedinin tüm yüzeylerine uygulanmıştır. Örneklerin karışmasını önlemek için, materyal gruplarına ilişkin kodlama, yüzey örtücü (YÖ) uygulanmasına ve uygulanmamasına göre belirlenen alt grupların kodlanması **Tablo 3.**'te gösterilmiştir. Standart paslanmaz çelik kalıplara yerleştirilen materyallerin bir yüzüne cam plaka diğer yüzü ışık görmeyecek şekilde metal plaka ile örtülmüştür. Materyalin cam ve metal plakalara yapışmasını engelleyebilmek için plakalar ile materyal arasına 50 ± 30 µm kalınlığında poliyester şeffaf bant yerleştirilmiştir ve cam plaka bastırılarak fazla materyalin taşması sağlanarak porozite önlenmeye çalışılmıştır. Kompozit rezinler firmaların önerileri doğrultusunda halojen ışık cihazı **Optilux 501** (Kerr, Sybron Dental Facilities, Japan) ile polimerize edilmiştir (**Resim 12**). Örneklerin polimerizasyonu sırasında materyalin her yerine eşit miktarda ışık gelmesini sağlamak için ISO 4049:2000 (E)'ye göre standardize edilmiş şemalar, şeffaf kağıtlara ışık cihazının fiber optik ucunun çapı kadar (5 mm) asetat kalemi yardımı ile çizilerek hazırlanmıştır (**Resim 13**). Kompozit örneğin polimerizasyonu, örnek merkezinden başlanarak kenarlara doğru olacak şekilde, ışık cihazının fiber optik çapının yarısı kadar yanlara doğru ilerletilerek tüm

örnek boyunca gerçekleştirilmiştir. Aynı işlem örneklerin diğer yüzüne de uygulanmıştır.

Tablo 3. Materyaller, materyallerin grup kodlaması ve materyal gruplarının alt grupları

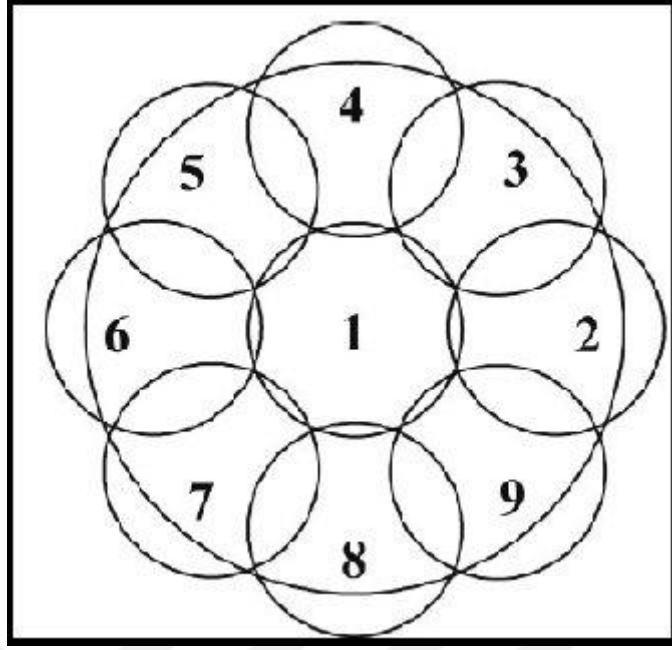
MATERYALLER	GRUPLAR	ALT GRUPLAR
ChemFil[®] Rock	Grup C	YÖ (-) alt grubu
		YÖ (+) alt grubu
EQUIA[™] Fil	Grup E	YÖ (-) alt grubu
		YÖ (+) alt grubu
SureFil[™]	Grup S	YÖ (-) alt grubu
		YÖ (+) alt grubu
Tetric EvoCeram[®]	Grup T	YÖ (-) alt grubu
		YÖ (+) alt grubu
Filtek[™]Z250	Grup Z	YÖ (-) alt grubu
		YÖ (+) alt grubu



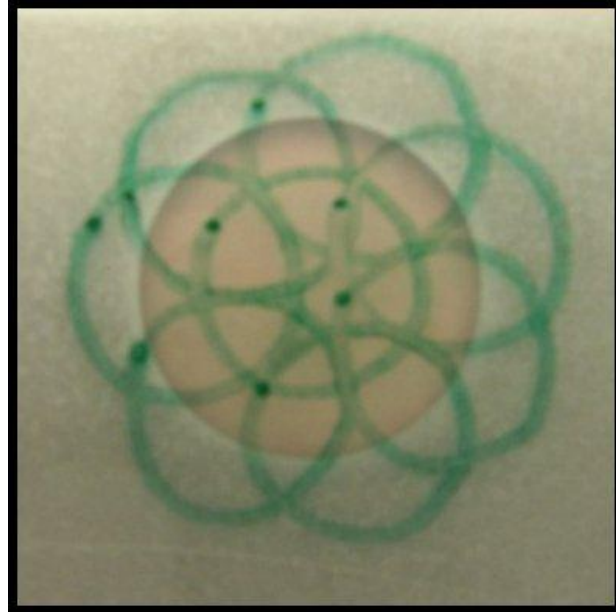
Resim 11. Su emilimi ve suda çözünlük deneylerinde kullanılan ISO 4049:2000 standartına uygun paslanmaz çelik kalıp



Resim 12. Çalışmada kullanılan (Optilux 501, Japan) halojen ışık cihazı



Şekil 7. Su emilimi ve suda çözünürlük deneylerinde örneklerin polimerizasyonunda kullanılan standart şema



Resim 13. Su emilimi ve suda çözünürlük deneylerinde örneklerin polimerizasyonu için hazırlanan şema

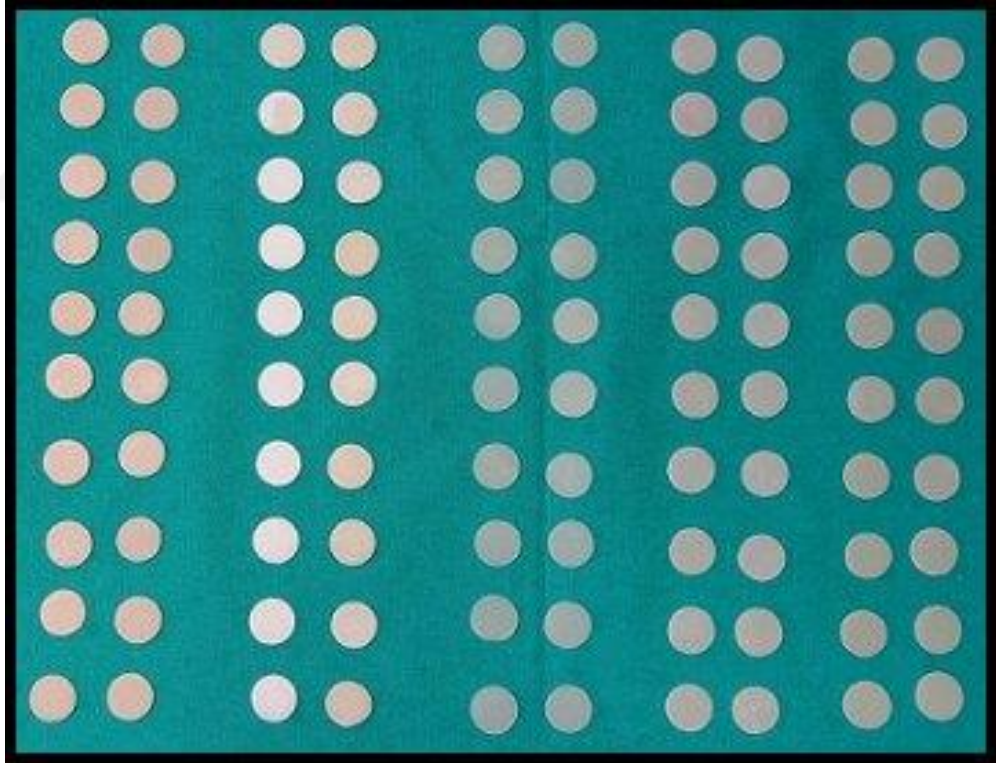
Her polimerizasyon öncesinde ışık yoğunluğu, cihazın üzerinde bulunan radyometre yardımı ile ölçülmüştür. Bir yüzeyin polimerizasyonu sonrası cam ve metal plakların yerleri değiştirilerek cam plaka tarafından şema yardımıyla polimerizasyon gerçekleştirilmiştir. Kalıplarda bulunan örnekler, $37 \pm 1^\circ\text{C}$ 'lik etüvde 15 dakika süreyle bekletilmişlerdir. Daha sonra örnekler kalıplardan çıkarılmış ve 1000 gritlik zımpara ile zımparalanmıştır (**Resim 14**). Yüzeydeki artıklar basınçlı hava ile uzaklaştırıldıktan sonra örnek çapları, $\pm 0,01$ mm doğruluk payına sahip kumpas yardımı ile ölçülmüştür (**Resim 15**). Toplamda 100 adet örnek hazırlanmıştır (**Resim 16**).



Resim 14. 1000 gritlik zımpara ile zımparalanması



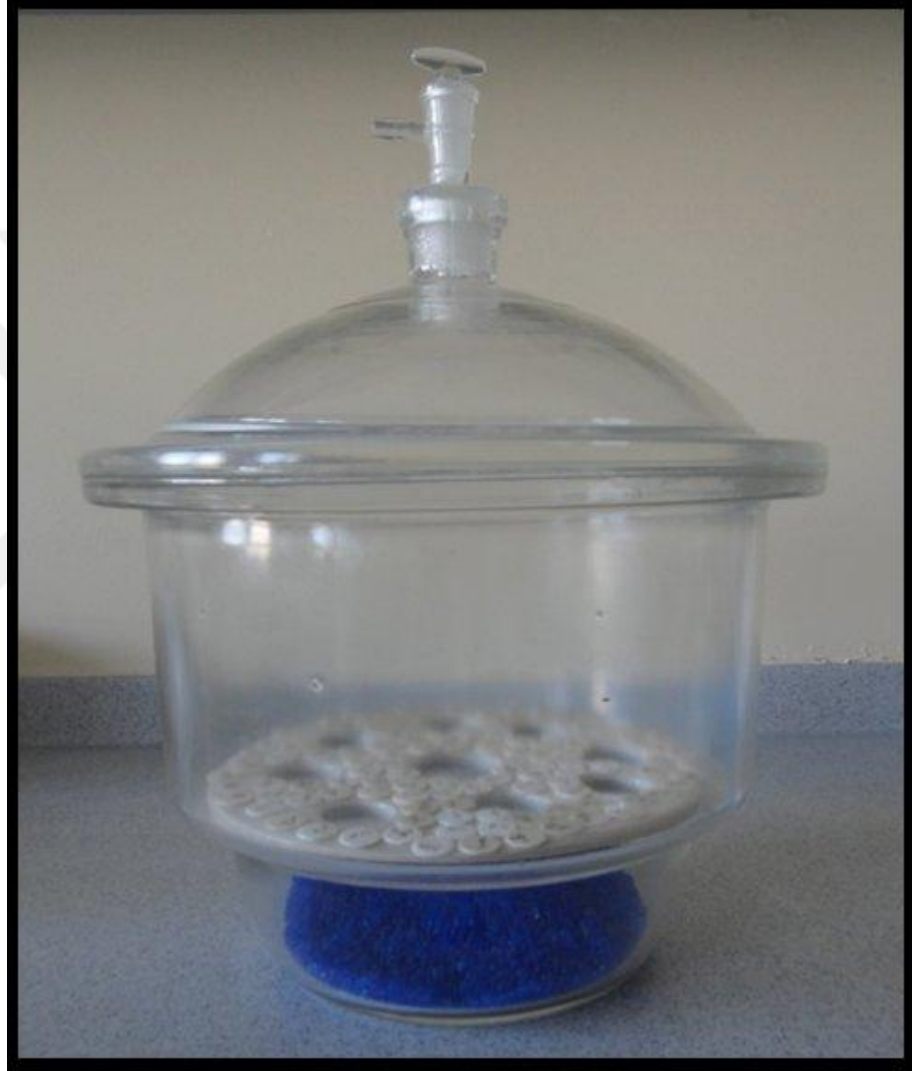
Resim 15. Örneklerin çap ve yükseklik ölçümlerinde kullanılan kumpas (Absolute, Germany)



Resim 16. Çalışmada kullanılan materyal gruplarına ait 100 adet örnek

3.2.2. Deneyin Yapılışı

Çalışmada su emilimi ve suda çözünürlük deneylerinde örneklerin saklanması için 37 °C ve 24 °C’de 2 adet desikatör kullanılmıştır (**Resim 17**).



Resim 17. Su emilimi ve çözünürlük için kullanılan desikatör

Örnekler, 22 saat süresince içinde silika jellerin bulunduğu desikatör içerisinde $37 \pm 1^\circ\text{C}$ 'lik etüvde (Mettler, Germany) bekletilmişlerdir (**Resim 18**). Daha sonra örnekler 2 saat süresince $23 \pm 1^\circ\text{C}$ 'deki ikinci bir desikatörde bekletilmiş ve tüm örneklerin ağırlıkları $\pm 0,1\text{ mg}$ 'lık doğruluk payına sahip olan hassas terazide tartılmıştır (**Resim 19**).



Resim 18. Örneklerin deney süresince saklandığı 37°C 'lik etüv (Mettler, Germany)



Resim 19. Çalışmada kullanılan hassas terazi (Scaltec, Germany)

Her örneğin 24 saatlik dönemde 0,1 mg.'dan daha fazla su kaybetmemesine dikkat edilmiştir. Aynı işlemler her gün tekrar edilerek tüm örneklerin sabit ağırlığa gelmeleri beklenmiştir. Elde edilen sabit ağırlık başlangıç ağırlığı (M_1) olarak kaydedilmiştir. Desikatör içerisindeki silika jelleri her gün taze silika jelleri ile değiştirilmiştir. Sabit ağırlığa gelen örneklerin çapları kumpas yardımıyla ölçüldükten sonra ortalama çapları hesaplanmıştır (**Resim 20a**). Herbir örneğin aynı şekilde kalınlıkları ölçülerek ortalama kalınlıkları hesaplanmıştır (**Resim 20b**). Ortalama çap kullanılarak her örneğin alanı mm^2 cinsinden ve ortalama kalınlıkları kullanılarak her

örneğin hacmi mm^3 cinsinden hesaplanmıştır. Örnekler etüv içerisinde bulunan 37 ± 1 °C'lik suda 7 gün süreyle ayrı ayrı kaplarda dik olarak duracak şekilde bekletilmiştir (**Resim 21**). Kullanılan su hacmi her bir örnek için 10 ml olacak şekilde ayarlanmıştır. Yedinci gün sonunda örnekler 37 °C'lik sudan çıkarılarak saf su ile yıkanmış, yüzeylerindeki su kağıt havlu yardımı ile uzaklaştırılmış ve hava ile 15 sn. süreyle kurutma yapılmıştır. Her örnek sudan çıkarıldıktan 1 dk. sonra tartılmıştır. Elde edilen ağırlık (M_2) olarak kaydedilmiştir. Örneklerin tümü başta anlatıldığı şekilde aynı periyodik işlemler tekrar edilerek desikatörde sabit ağırlığa gelinceye kadar bekletilmişlerdir. Her bir örnek hassas terazide tartılmış ve elde edilen son ağırlık (M_3) olarak kaydedilmiştir. Örneklerin alanı mm^2 cinsinden ortalama çap kullanılarak, hacmi ise ortalama kalınlık ve çap kullanılarak mm^3 cinsinden hesaplanmıştır.



Resim 20a. Örneklerin çaplarının ölçümü



Resim 20b. Örneklerin kalınlıklarının ölçümü



Resim 21. Etüv’de 7 gün süresince 37 °C’lik suda bekletilen örnekler

Örneğin su emilimi değeri, aşağıdaki denklem kullanılarak, her bir örnek için ayrı ayrı hesaplanmıştır.

$$W_{em} = M_2 - M_3 / V$$

W_{em}: Su emilimi

M₂: İkinci ağırlık (7 gün süresince suda bekletilen örneklerin ağırlığı)

M₃: Üçüncü ağırlık (Desikatörde ikinci kez bekletilen örneklerin ağırlığı)

V: Örnek hacmi

Örneklerin suda çözünürlük değerleri, aşağıdaki denklem kullanılarak, her bir örnek için ayrı ayrı hesaplanmıştır.

$$W_{\text{çöz}} = M_1 - M_3 / V$$

$W_{\text{çöz}}$: Su çözünürlüğü

M_1 : İlk ağırlık (Desikatörde ilk kez bekletilen örneklerin ağırlığı)

M_3 : Üçüncü ağırlık (Desikatörde ikinci kez bekletilen örneklerin ağırlığı)

V : Örnek hacmi

3.2.3. Mikrosızıntının Değerlendirilmesi

Bu çalışmada 50 adet çürükten etkilenmemiş ve restorasyon bulunmayan çekilmiş üçüncü büyük azı dişi kullanılmıştır. Dişlerin üzerindeki yumuşak dokular küret yardımıyla uzaklaştırılmış ve deneyin başlangıcına kadar +4 °C'de timol kristalleri içeren distile suda saklanmıştır.

3.2.4. Mikrosızıntı Deneyi İçin Örneklerin Hazırlanması

50 adet dişin bukkal ve lingual/ palatinal yüzeylerinde aeratöre takılan elmas rond ve tersine konik frez (Acurata G+K Manhardt Dental 544#012) ile mine-sement sınırının 1 mm üzerinde, 3 mm boyunda, 4 mm genişliğinde ve 2 mm derinliğinde su soğutması altında dişlere 5.sınıf kaviteler açılmıştır (**Resim 22**). Kavitelerin boyutları periodontal sond ve kumpas yardımı ile kontrol edilerek standart hale getirilmiştir.



Resim 22. Aeratör ile hazırlanmış kaviteler

Böylece 50 dişte toplam 100 adet kavite açılmıştır. 100 restorasyon 5 gruba, her grup 2 alt gruba ayrılmıştır. Alt gruplardan birinde yer alan restorasyonların üzerine YÖ uygulanmış ve YÖ uygulanan gruba (+), diğer grupta yer alan restorasyonlara YÖ uygulanmamış ve uygulanmamış gruba da (-) kodu verilmiştir. Gruplar, alt gruplar, uygulanan işlemler ve n (her gruptaki örnek sayısı) **Tablo 5**'te gösterilmiştir.

Tablo 5. Mikrosızıntının belirlenmesinde değerdendirilen materyal grupları ve bunların alt gruplarının kodlaması

GRUP	ALT GRUP	UYGULANAN İŞLEMLER	N
C Grubu	YÖ (-)	ChemFil [®] Rock	10
	YÖ (+)	ChemFil [®] Rock + BisCover [™] LV	10
E Grubu	YÖ (-)	Yüzey düzenleyici + EQUIA [™] Fil	10
	YÖ (+)	Yüzey düzenleyici + EQUIA [™] Fil + BisCover [™] LV	10
S Grubu	YÖ (-)	Clearfil SE Bond + SureFil [™]	10
	YÖ (+)	Clearfil SE Bond + SureFil [™] + BisCover [™] LV	10
T Grubu	YÖ (-)	Clearfil SE Bond + Tetric EvoCeram [®]	10
	YÖ (+)	Clearfil SE Bond + Tetric EvoCeram [®] + BisCover [™] LV	10
Z Grubu	YÖ (-)	Clearfil SE Bond + Filtek [™] Z250	10
	YÖ (+)	Clearfil SE Bond + Filtek [™] Z250 + BisCover [™] LV	10

C grubunda yer alan dişlerin bukkal ve palatinal/ lingual yüzeylerindeki kaviteler kurutulduktan sonra bukkal ve palatinal/ lingual yüzeyleri **ChemFil[®]Rock** YVCİS ile restore edilmiş, 10 dk süresince 25°C oda sıcaklığında sertleşmesi beklenmiştir. Bitirme işlemi sarı cila lastiği kullanılarak yapılmıştır. YÖ (+) alt grubunda yer alan örneklere **BisCover[™]LV** uygulanmıştır.

Daha sonra YÖ (+) olan alt grup örneklere, Uni-etch fosforik asit 15 sn uygulanmış, yıkama ve kurutmanın ardından örneklere **BisCover™LV** fırça yardımıyla sürülmüştür. İçindeki asetonun buharlaşmasını sağlamak için 15 sn beklenmiş ve halojen ışık kaynağı (Optilux 501, Japan) ile 30 sn süresince polimerize edilmiştir.

E grubunda yer alan dişlerin bukkal ve palatinal/ lingual yüzeylerindeki kaviteler kurutulmuş, kavitelerin tüm yüzeylerine firmanın önerdiği yüzey düzenleyici uygulanmış (**Resim 23**); yıkayıp kurutulduktan sonra **EQUIA™ Fil** ile restore edilmiş ve bitirme işlemi sarı cila lastiği kullanılarak yapılmıştır.

Daha sonra E grubunun YÖ (+) alt grubuna C grubunda yer alan örneklerdeki gibi **BisCover™LV** uygulanmıştır.



Resim 23. Çalışmada kullanılan yüzey düzenleyici (GC CORPORATION, Tokyo, Japan)

S grubunda yer alan dişlerin bukkal ve palatinal/ lingual yüzeylerindeki kaviteler kurutulduktan sonra **Clearfil SE Bond** üretici firmanın önerileri doğrultusunda tüm kavite yüzeylerine uygulanmış (**Resim 24**) ve halojen ışık kaynağı optilux ile

polimerize edilmiştir. kavitelere **SureFil™** kompozit rezin materyali uygulanmış, bitirme ve cila işlemleri tamamlanmıştır.

Daha sonra S grubunun YÖ (+) alt grubuna C grubunda yer alan örneklerdeki gibi **BisCover™LV** uygulanmıştır.



Resim 24. Clearfil SE Bond self-etching primeri ve bondu

T grubunda yer alan dişlerin bukkal ve palatinal/ lingual yüzeylerindeki kaviteler kurutulduktan sonra Clearfil SE Bond S grubunda anlatıldığı şekilde uygulanmıştır. Daha sonra kavitelere **Tetric EvoCeram®** kompozit rezin materyali uygulanmış, bitirme ve cila işlemleri tamamlanmıştır.

Daha sonra T grubunun YÖ (+) alt grubuna C grubunda yer alan örneklerdeki gibi **BisCover™LV** uygulanmıştır.

Z grubunda yer alan dişlerin bukkal ve palatinal/ lingual yüzeylerindeki kaviteler kurutulduktan sonra Clearfil SE Bond S grubunda anlatıldığı şekilde uygulanmıştır. Daha sonra kavitelere **Filtek™Z250** kompozit rezin materyali uygulanmış, bitirme ve cila işlemleri tamamlanmıştır.

Daha sonra Z grubunun YÖ (+) alt grubuna C grubunda yer alan örneklerdeki gibi **BisCover™LV** uygulanmıştır.

Hazırlandıktan sonra 24 saat distile suda bekletilen örneklere 5°- 55°C arasında 1000 kez termosiklus (Salubris Technica, Türkiye) uygulanmıştır. Örnekler 5°- 55°C suya her seferinde 30 sn kalacak şekilde bırakılmıştır (**Resim 25**).



Resim 25. Termosiklus cihazı (Salubris Technica, Türkiye)

Termosiklus uygulaması sonrasında örneklerin kök uçları bir kompozit rezin ile kapatılmıştır (**Filtek Z250**). Restorasyon kenarlarına 1.5 mm yaklaşacak şekilde kök ve kavite dışında kalan diş yüzeylerine iki tabaka koyu renkli tırnak cilası uygulanmıştır (**Resim 26**). Böylece uygulanacak boyanın foramen apikale ve yan kanallardan pulpa boşluğu içerisine girmesi engellenmiştir.



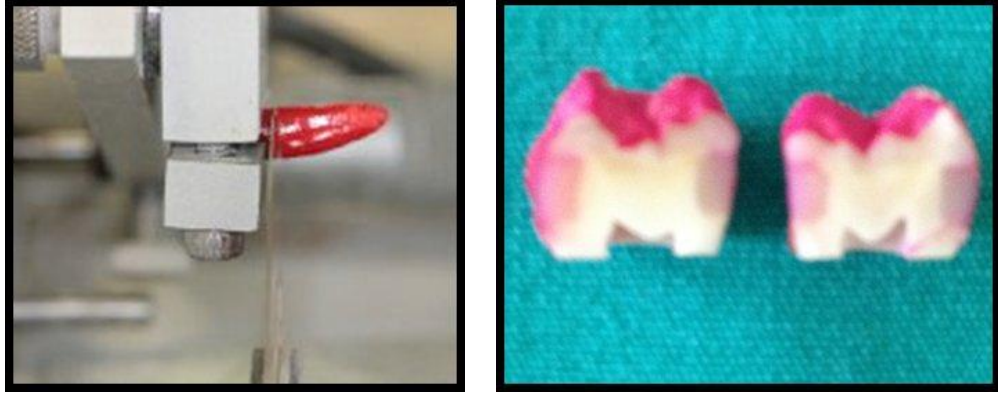
Resim 26. Tırnak cilası uygulanmış dişler

Bu işlem sonrasında tüm örnekler %0.5'lik bazik fuksin çözeltisi içerisinde 24 saat süresince 37°C'lik etüvde bekletilmiştir. Dişler akan suyun altında yıkanarak artık boya uzaklaştırılmış ve oda ısısında kurutulmuştur.

Dişler, bukkal ve lingual/palatinalde hazırlanan kaviteleri birbirinden ayırmak için kesit alma cihazı (Izomet Buehler, Ltd, Lake Bluff, II, ABD) köklerinde ayrılmış ve mesio-distal yönde kesilmiştir (**Resim 27-28**).



Resim 27. Dişlerin kesilmesinde kullanılan kesit alma cihazı (Izomet Buehler, Ltd, Lake Bluff, II, ABD)

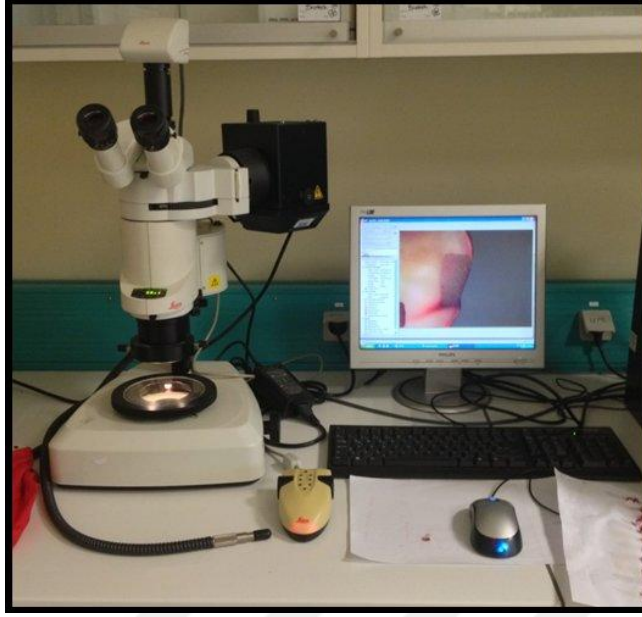


Resim 28. Dişlerin köklerinin ve krununun ayrılması

Dişler kesit alma cihazı ile bukkal-lingual yönde restorasyonun ortasından geçecek şekilde kesildikten sonra, boya penetrasyon derecesi stereomikroskop (Leica MZ 16 FA, Swiss) ile okluzal ve gingival yüzeyler ayrı ayrı incelenmiş (**Resim 29**) ve boya penetrasyon derecesi 0-3 skorları arasında değerlendirilmiştir (**Tablo 6**) (150).

Tablo 6. Boya penetrasyon skorları ve dişteki boya penetrasyon dereceleri

Skor	Dişte boya penetrasyon derecesi
Skor 0	Hiç boya penetrasyonu yok
Skor 1	Boya penetrasyonu gingival basamağın ½'sine kadar yayılmış durumda
Skor 2	Boya penetrasyonu gingival basamağın hepsini kapsıyor
Skor 3	Boya penetrasyonu aksiyel duvarın ½'sine kadar yayılmış durumda



Resim 29. Çalışmada kullanılan Stereomikroskop (Leica, İsviçre)

İstatistiksel Değerlendirme:

Bu çalışmada istatistiksel analizler NCSS (Number Cruncher Statistical System) 2007 Statistical Software (Utah, USA) paket programı ile yapılmıştır.

Verilerin değerlendirilmesinde tanımlayıcı istatistiksel metotların (ortalama, standart sapma, median, inter quartil range) yanı sıra gruplar arası karşılaştırmalarda Kruskal Wallis testi alt grup karşılaştırmalarında Dunn' s çoklu karşılaştırma testi, ikili grupların karşılaştırmasında Mann-Whitney-U testi, kalitatif verilerin karşılaştırmalarında ki-kare testi, değişkenlerin birbirleri ile ilişkilerini belirlemede Pearson korelasyon testi kullanılmıştır. Sonuçlar, anlamlılık $p < 0,05$ düzeyinde değerlendirilmiştir.

4. BULGULAR

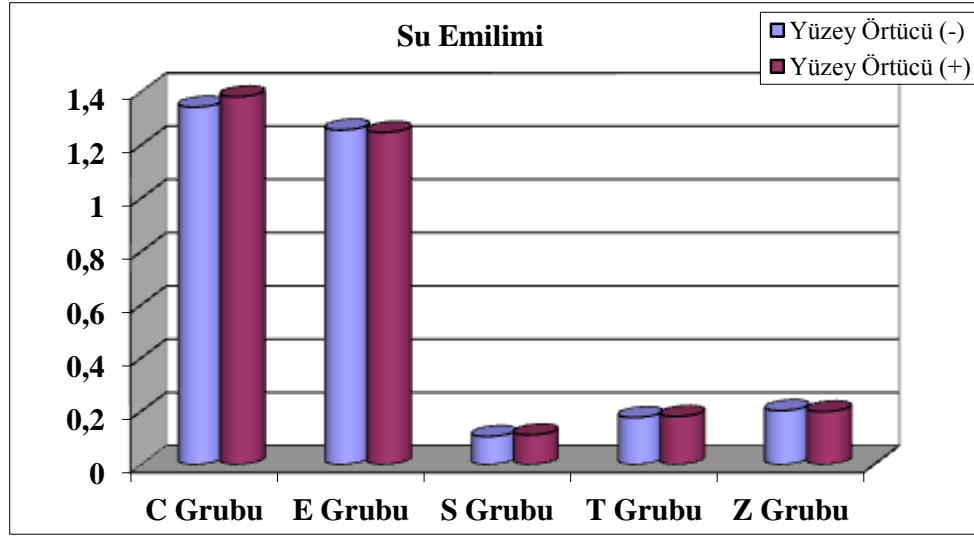
4.1. Çalışmada kullanılan materyal gruplarının yüzey örtücü (-) ve yüzey örtücü (+) alt gruplarında su emilimi değerlerinin karşılaştırılması ile ilgili bulgular

Çalışmada su emilimi özelliklerinin ve YÖ uygulanmasının su emilimi miktarına etkisinin değerlendirildiği CİS ve kompozit rezin materyallerinden hazırlanan YÖ (-) ve YÖ (+) alt gruplarında, su emilimi miktarlarının ortalama, standart sapma ve median değerleri ile bu değerlerin gruplar arası ve alt grupların karşılaştırması ile ilgili bulgular Tablo 7’de görülmektedir. Buna göre, hem YÖ (-) hem de YÖ (+) alt gruplarında CİS’lerin su emilimi miktarının kompozit rezinlere oranla daha yüksek olduğu, su emilimi miktarının C grubunda (**ChemFil®Rock**) en yüksek, S grubunda (**SureFil™**) en düşük olduğu belirlenmiştir. Gruplar arası karşılaştırmalarda Kruskal Wallis testine göre, tüm grupların su emilimi miktarları arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmüştür ($p=0,0001$). Alt grupların karşılaştırılmasında, tüm materyal gruplarının YÖ (-) ve YÖ (+) alt gruplarında su emilimi miktarları arasında Mann Whitney-U testine göre istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı belirlenmiştir (Grafik 1).

Tablo 7. Materyal gruplarının YÖ (-) ve YÖ (+) alt gruplarında su emilimi miktarının ortalama, standart sapma ve median değerleri ile bu değerlerin gruplar ve alt gruplar arası karşılaştırılması.

Su Emilimi ($\mu\text{g}/\text{mm}^3$)				
Alt Gruplar				
Gruplar		YÖ (-)	YÖ (+)	p*
	Ort\pmSS	1,354 \pm 0,148	1,356 \pm 0,176	
C Grubu	Median (IQR)	1,342 (1,219-1,456)	1,381 (1,225-1,427)	0,972
	Ort\pmSS	1,257 \pm 0,092	1,273 \pm 0,101	
E Grubu	Median(IQR)	1,256 (1,182-1,317)	1,247 (1,221-1,378)	0,940
	Ort\pmSS	0,112 \pm 0,024	0,12 \pm 0,02	
S Grubu	Median(IQR)	0,105 (0,097-0,12)	0,111 (0,105-0,135)	0,174
	Ort\pmSS	0,190 \pm 0,034	0,181 \pm 0,016	
T Grubu	Median(IQR)	0,176 (0,165-0,224)	0,180 (0,172-0,186)	0,940
	Ort\pmSS	0,226 \pm 0,048	0,225 \pm 0,089	
Z Grubu	Median(IQR)	0,202 (0,191-0,251)	0,198 (0,188-0,211)	0,545
p+		0,0001	0,0001	

*Mann Whitney U Testi +Kruskal Wallis Testi



Grafik 1. Materyal gruplarının YÖ (-) ve YÖ (+) alt gruplarındaki su emilimi miktarlarının median değerlerinin dağılımı.

Materyal gruplarının YÖ (-) ve YÖ (+) alt gruplarında, su emilimi miktarlarının Dunn's çoklu karşılaştırma testine göre ikili karşılaştırması Tablo 8'de görülmektedir. Bu karşılaştırmada C grubu (**ChemFil®Rock**) ve E grubu (**EQUIA™**) arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı ($p=0,143$, $0,218$), diğer tüm materyal grupları arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmüştür.

YÖ (-) alt grubunda, C(**ChemFil®Rock**) ile S(**SureFil™**), T(**Tetric EvoCeram®**) ve Z(**Filtek™Z250**) gruplarının su emilimi değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmiştir ($p=0,0001$). C grubundaki (**ChemFil®Rock**) örneklerin su emilimi miktarlarının ortalamaları S(**SureFil™**), T(**Tetric EvoCeram®**) ve Z(**Filtek™Z250**) gruplarından istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek ($p=0,0001$), E grubundaki (**EQUIA™ Fil**) örneklerin su emilimi miktarlarının ortalamaları S(**SureFil™**), T(**Tetric EvoCeram®**), Z(**Filtek™Z250**) gruplarından istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek olarak belirlenmiştir ($p=0,0001$). S grubundaki (**SureFil™**) örneklerin su emilimi miktarlarının ortalamaları ise, T(**Tetric EvoCeram®**) ve Z(**Filtek™Z250**) gruplarından istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük bulunmuştur ($p=0,007$, $p=0,001$). T grubundaki (**Tetric EvoCeram®**) örneklerin

su emilimi miktarlarının ortalamaları Z grubundan (**Filtek™Z250**) istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük bulunmuştur ($p=0,048$).

YÖ (+) alt grubunda C(**ChemFil®Rock**) ile S(**SureFil™**), T(**Tetric EvoCeram®**) ve Z(**Filtek™Z250**) gruplarının su emilimi değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmiştir ($p=0,0001$). Buna göre, C grubundaki (**ChemFil®Rock**) örneklerin su emilimi miktarlarının ortalamalarının S(**SureFil™**), T(**Tetric EvoCeram®**) ve Z(**Filtek™Z250**) gruplarından istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek olduğu görülmüştür ($p=0,0001$). E grubundaki (**EQUIA™ Fil**) örneklerin su emilimi miktarlarının ortalamaları S(**SureFil™**), T(**Tetric EvoCeram®**), Z(**Filtek™Z250**) gruplarından istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek olarak belirlenmiştir ($p=0,0001$). S grubundaki (**SureFil™**) örneklerin su emilimi miktarlarının ortalamaları T(**Tetric EvoCeram®**) ve Z(**Filtek™Z250**) gruplarından istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük bulunmuş ($p=0,001$), T grubundaki (**Tetric EvoCeram®**) örneklerin su emilimi miktarlarının ortalamaları da Z(**Filtek™Z250**) grubundan istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük olarak belirlenmiş ($p=0,028$) ve diğer gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmemiştir ($p>0,05$) (Tablo 8).

Tablo 8. Materyal gruplarının YÖ (-) ve YÖ (+) alt gruplarında su emilimi miktarlarının Dunn's çoklu karşılaştırma testine göre ikili karşılaştırılması.

Alt		
Gruplar		
Gruplar	YÖ (-)	YÖ (+)
Grup C / Grup E	0,143	0,218
Grup C / Grup S	0,0001	0,0001
Grup C / Grup T	0,0001	0,0001
Grup C / Grup Z	0,0001	0,0001
Grup E / Grup S	0,0001	0,0001
Grup E / Grup T	0,0001	0,0001
Grup E / Grup Z	0,0001	0,0001
Grup S / Grup T	0,007	0,001
Grup S / Grup Z	0,001	0,001
Grup T / Grup Z	0,048	0,028

Dunn's çoklu karşılaştırma testi

4.2. Çalışmada kullanılan materyal gruplarının yüzey örtücü (-) ve yüzey örtücü (+) alt gruplarında suda çözünürlük miktarlarının karşılaştırılması ile ilgili bulgular

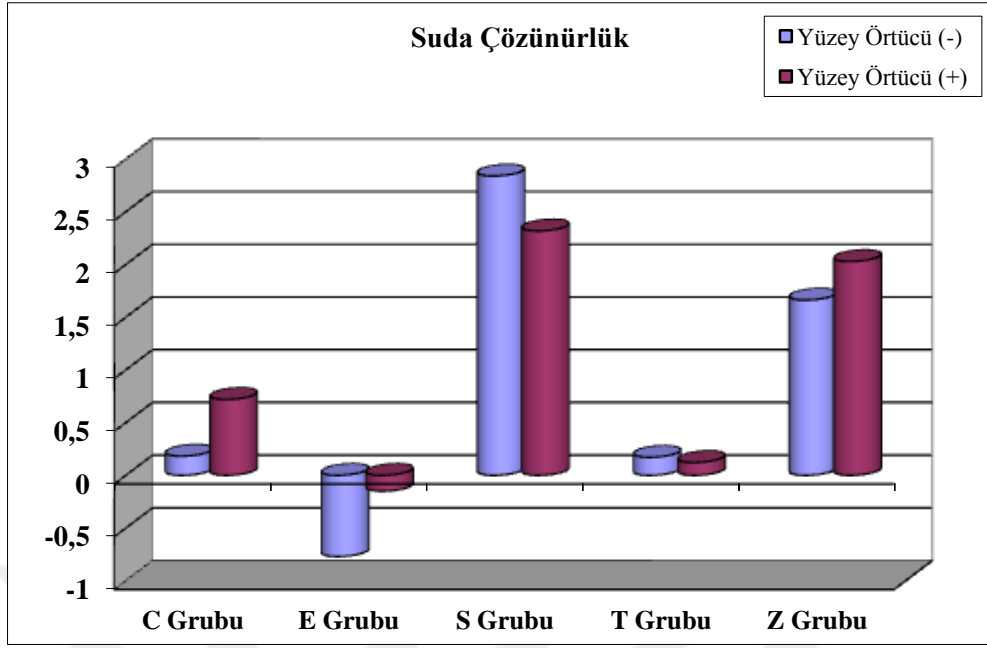
Çalışmada suda çözünürlük özelliklerinin ve YÖ uygulanmasının suda çözünürlük miktarına etkisinin değerlendirildiği CİS ve kompozit rezin materyallerinden hazırlanan YÖ (-) ve YÖ (+) alt gruplarında suda çözünürlük miktarının ortalama, standart sapma ve median değerleri ile bu değerlerin gruplar arası ve alt grupların karşılaştırılması ile ilgili bulgular Tablo 9'da görülmektedir. Buna göre, YÖ (-) ve YÖ (+) alt gruplarında suda çözünürlük miktarının E grubunda (**EQUIA™ Fil**) negatif değerlerde olduğu görülmüştür. YÖ (-) alt gruplarında suda çözünürlük miktarının en yüksek olduğu grup S grubu (**SureFil™**)'iken, YÖ (+) alt gruplarında Z grubunun (**Filtek™Z250**) en yüksek suda çözünürlüğe sahip olduğu

belirlenmiştir. Gruplar arası karşılaştırmalarda Kruskal Wallis testine göre, tüm grupların suda çözünürlük miktarları arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmüştür (p=0,0001). Grup içi karşılaştırmalarda, YÖ (-) ve YÖ (+) alt gruplarında suda çözünürlük miktarları arasında Mann Whitney-U testine göre istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğu görülmüştür. C (**ChemFil[®]Rock**) grubunda YÖ (-) alt grubunun suda çözünürlük değerlerinin YÖ (+) alt grubundan istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük olduğu görülmüştür (p=0,023). E(**EQUIA[™] Fil**) grubunda YÖ (-) alt grubunun suda çözünürlük değerlerinin YÖ (+) alt grubundan istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük olduğu görülmüştür (p=0,004). S(**SureFil[™]**) grubunda YÖ (-) alt grubunun suda çözünürlük değerleri YÖ (+) alt grubundan istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek bulunmuştur (p=0,013). (Grafik 2).

Tablo 9. YÖ (-) ve YÖ (+) alt gruplarının suda çözünürlük miktarının ortalama, standart sapma ve median değerleri ile bu değerlerin gruplar ve alt gruplar arası karşılaştırılması.

Suda çözünürlük ($\mu\text{g}/\text{mm}^3$)				
Alt Gruplar				
	Gruplar	YÖ (-)	YÖ (+)	p*
C	Ort±SS	0,368±0,5	0,667±0,284	
	Median (IQR)	0,182 (0,113-0,408)	0,720 (0,425-0,881)	0,023
E	Ort±SS	-0,719±0,253	-0,012±0,794	
	Median (IQR)	-0,771 (-0,932-0,524)	-0,152 (-0,481-0,223)	0,004
S	Ort±SS	3,394±1,44	2,286±0,48	
	Median (IQR)	2,839 (2,551-3,779)	2,318 (1,902-2,622)	0,013
T	Ort±SS	0,227±0,213	0,157±0,136	
	Median (IQR)	0,171 (0,068-0,281)	0,122 (0,061-0,197)	0,226
Z	Ort±SS	1,981±1,225	2,376±1,254	
	Median (IQR)	1,662 (1,254-2,316)	2,028 (1,553-3,068)	0,450
p+		0,0001	0,0001	

*Mann Whitney U Testi +Kruskal Wallis Testi



Grafik 2. Materyal gruplarının YÖ (-) ve YÖ (+) alt gruplarındaki suda çözünürlük miktarlarının median değerlerinin dağılımı.

Materyal gruplarının YÖ (-) ve YÖ (+) alt gruplarında suda çözünürlük miktarlarının Dunn's çoklu karşılaştırma testine göre ikili karşılaştırması Tablo 10'da görülmektedir. Bu karşılaştırmada YÖ (-) olan C grubu (**ChemFil®Rock**) ile T grubu (**Tetric EvoCeram®**), YÖ (+) olan E grubu (**EQUIA™ Fil**) ile T(**Tetric EvoCeram®**) grubu arasında ve S(**SureFil™**) grubu ile Z(**Filtek™Z250**) grubu arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı ($p>0,05$), diğer tüm materyal gruplarının arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmüştür.

YÖ (-) alt grubunda C(**ChemFil®Rock**) ile E(**EQUIA™ Fil**) ve S(**SureFil™**), Z(**Filtek™Z250**) gruplarının suda çözünürlük miktarları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmiştir ($p=0,0001$, $0,001$). Buna göre, C grubunun (**ChemFil®Rock**) suda çözünürlük miktarları E(**EQUIA™ Fil**) grubundan istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük bulunmuştur ($p=0,0001$). E(**EQUIA™ Fil**) grubunun suda

çözünürlük miktarları S(**SureFil™**), T(**Tetric EvoCeram®**), ve Z(**Filtek™Z250**) gruplarından istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük bulunmuştur (p=0,0001). S(**SureFil™**) grubunun suda çözünürlük miktarlarının T(**Tetric EvoCeram®**) ve Z(**Filtek™Z250**) gruplarından istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek olduğu belirlenmiştir (p=0,0001, p=0,09). T grubunun (**Tetric EvoCeram®**) suda çözünürlük miktarları Z(**Filtek™Z250**) grubundan istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük bulunmuştur (p=0,001).

YÖ (+) alt grubunda C(**ChemFil®Rock**) ile E(**EQUIA™ Fil**), S(**SureFil™**), T(**Tetric EvoCeram®**) ve Z(**Filtek™Z250**) gruplarının suda çözünürlük miktarları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmiştir (p=0,003, p=0,0001, p=0,001). C grubunun (**ChemFil®Rock**) suda çözünürlük miktarlarının E(**EQUIA™ Fil**) ve T(**Tetric EvoCeram®**) gruplarından istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek (p=0,003, p=0,001), S(**SureFil**) ve Z(**Filtek™Z250**) gruplarından istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük olduğu belirlenmiştir (p=0,0001). E(**EQUIA™ Fil**) grubunun suda çözünürlük miktarları ise, S(**SureFil™**) ve Z(**Filtek™Z250**) gruplarından istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük bulunmuştur (p=0,0001, p=0,001). T (**Tetric EvoCeram®**) grubunun suda çözünürlük değerleri S(**SureFil™**) ve Z(**Filtek™Z250**) gruplarından istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük olduğu belirlenmiş (p=0,0001), (p=0,009).

Tablo 10. Materyal gruplarının YÖ (-) ve YÖ (+) alt gruplarında suda çözünürlük miktarlarının Dunn's çoklu karşılaştırma testine göre ikili karşılaştırması.

Alt		
Gruplar		
Gruplar	YÖ (-)	YÖ (+)
Grup C / Grup E	0,0001	0,003
Grup C / Grup S	0,0001	0,0001
Grup C / Grup T	0,765	0,001
Grup C / Grup Z	0,001	0,0001
Grup E / Grup S	0,0001	0,0001
Grup E / Grup T	0,0001	0,128
Grup E / Grup Z	0,0001	0,001
Grup S / Grup T	0,0001	0,0001
Grup S / Grup Z	0,009	0,529
Grup T / Grup Z	0,001	0,009

Dunn's çoklu karşılaştırma testi

Çalışmada kullanılan materyal gruplarının YÖ (-) ve YÖ (+) alt gruplarında su emilimi ve suda çözünürlük değerleri arasındaki ilişkinin Pearson korelasyon testi'ne göre değerlendirilmesi ile ilgili bulgular tablo 11'de görülmektedir.

YÖ (-) alt grubunda C(**ChemFil[®] Rock**), E(**EQUIA[™] Fil**) ve S(**SureFil[™]**), Z(**Filtek[™]Z250**) materyallerinin su emilimi ve suda çözünürlük değerleri arasında Pearson korelasyon testine göre istatistiksel olarak anlamlı ilişki gözlenmemiştir ($p>0,05$). T(**Tetric EvoCeram[®]**) materyalinin su emilimi değeri ve suda çözünürlük değerleri arasında ise, pozitif yönde istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki gözlenmiştir ($r=0,739$ $p= 0,015$).

YÖ (+) alt grubunda C(ChemFil[®]Rock), E(EQUIA[™] Fil) ve S(SureFil[™]), Z(Filtek[™]Z250) materyallerinin su Emilimi ve suda çözünürlük değerleri arasında Pearson korelasyon testine göre istatistiksel olarak anlamlı ilişki gözlenmemiştir (p>0,05). Bu alt grupta da yine, T(Tetric EvoCeram[®]) materyalinin su Emilimi ve suda çözünürlük değerleri arasında pozitif yönde istatistiksel olarak anlamlı ilişki gözlenmiştir (r=0,958 p= 0,0001).

Tablo 11. YÖ (-) ve YÖ (+) alt gruplarında su Emilimi ve suda çözünürlük miktarları arasındaki ilişkinin değerlendirilmesi.

	Su Emilimi	Suda çözünürlük	
		YÖ (-)	YÖ (+)
C Grubu	r	0,651	0,414
	p	0,042	0,234
E Grubu	r	-0,698	0,415
	p	0,025	0,234
S Grubu	r	0,429	0,148
	p	0,216	0,682
T Grubu	r	0,739	0,958
	p	0,015	0,0001
Z Grubu	r	-0,113	0,257
	p	0,755	0,473

Pearson Korelasyon testi

4.3. Çalışmada kullanılan materyal gruplarının yüzey örtücü (-) ve yüzey örtücü (+) alt gruplarının mikrosızıntı değerlerinin incelenmesi ile ilgili bulgular

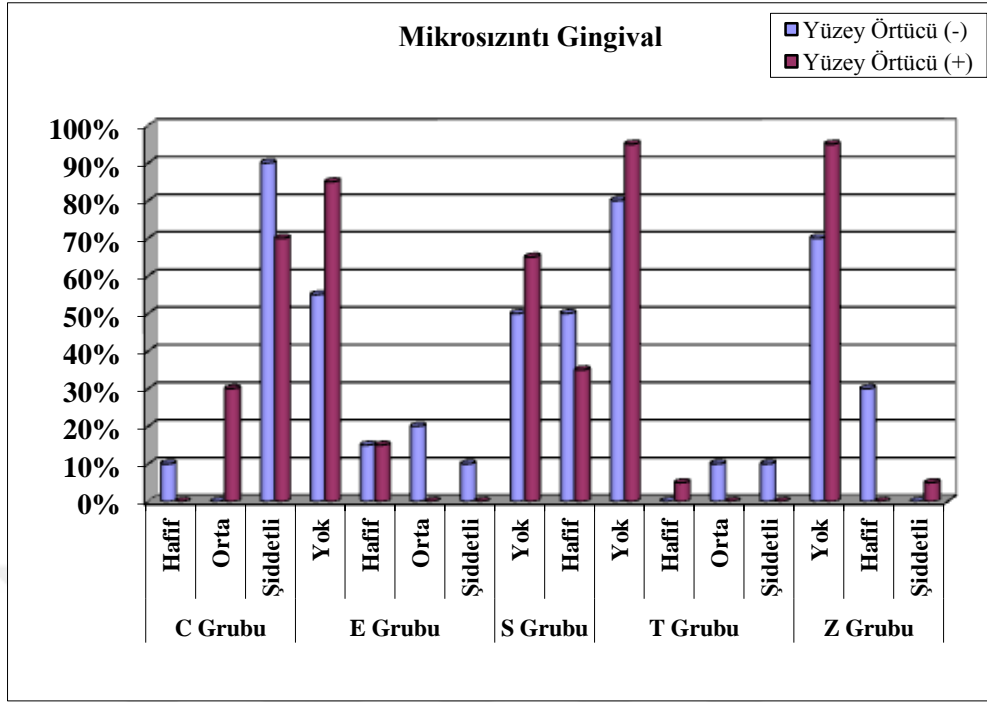
Çalışmada YÖ uygulamasının mikrosızıntıya etkisinin değerlendirildiği CİS ve kompozit rezin materyallerinden hazırlanan YÖ (-) ve YÖ (+) alt gruplarının mikrosızıntı miktarının varlığı ve hafif, orta, şiddetli değerleri ile bu değerlerin Ki-kare testine göre gruplar arası ve alt grupların karşılaştırılması ile ilgili bulgular Tablo 12'de görülmektedir. Tüm materyal gruplarının YÖ (-) ve YÖ (+) alt gruplarında gingivalde belirlenen mikrosızıntı skorlarının dağılımı arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olduğu saptanmıştır. Mikrosızıntının gingivalde değerlendirildiği materyal gruplarının tümünde YÖ uygulamasının mikrosızıntıyı azalttığı, C(**ChemFil®Rock**) ve Z(**Filtek™Z250**) grubunda bu azalmanın istatistiksel olarak anlamlı olduğu belirlenmiştir. Materyal gruplarındaki mikrosızıntı skorlarının dağılımına bakıldığında, C(**ChemFil®Rock**) grubunda gingivalde mikrosızıntının yok olarak skorlandığı örneklerin sayısı YÖ (-) ve YÖ (+) alt gruplarında 0 (%0) olarak belirlenmiştir. Hafif olarak skorlanan örnek sayısı YÖ (-) alt grubunda 2 (%10) iken, YÖ (+) alt grubunda 0 (%0) olarak belirlenmiştir. Orta olarak skorlanan örneklerin sayısı YÖ (-) alt grubunda 0 (%0) ve YÖ (+) alt grubunda 6 (%30) olarak belirlenmiştir. Şiddetli olarak skorlanan örneklerin sayısına bakıldığında ise YÖ (-) alt grubunda 18 (%90), YÖ (+) grubunda bu sayının 14 (%70) olduğu ve aralarındaki farkında istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmüştür (p=0,014). E (**EQUIA™ Fil**) grubunda gingivalde mikrosızıntının yok olarak skorlandığı örneklerin sayısı YÖ (-) grubunda 11 (%55) iken, YÖ (+) alt grubunda 17 (%85) olarak belirlenmiştir. Hafif olarak skorlanan örnek sayısı YÖ (-) ve YÖ (+) alt gruplarında 3 (%15) olarak belirlenmiştir. Orta olarak skorlanan örneklerin sayısı YÖ (-) alt grubunda 4 (%20), YÖ (+) alt grubunda 0 (%0) olarak belirlenmiştir. Şiddetli olarak skorlanan örneklerin sayısına bakıldığında ise YÖ (-) alt grubunda 2 (%10) iken, YÖ (+) grubunda bu sayının 0 (%0) olduğu görülmüştür. S(**SureFil™**) grubunda gingivalde mikrosızıntının yok olarak skorlandığı örneklerin sayısı YÖ (-) alt grubunda 10 (%50) ve YÖ (+) alt grubunda 13 (%65) olarak belirlenmiştir. Hafif olarak skorlanan örnek sayısı YÖ (-) alt grubunda 10 (%50) iken YÖ (+) alt grubunda 7 (%35) olarak belirlenmiştir. Orta ve şiddetli olarak skorlandığı örneklerin sayısı YÖ

(-) ve YÖ (+) alt gruplarında 0 (%0) olarak belirlenmiştir. T (**Tetric EvoCeram®**) grubunda gingivalde mikrosızıntının yok olarak skorlandığı örneklerin sayısı YÖ (-) grubunda 16 (%80) ve YÖ (+) alt grubunda 19 (%95) olarak belirlenmiştir. Hafif olarak skorlanan örnek sayısı YÖ (-) alt grubunda 0 (%0), YÖ (+) alt grubunda 1 (%5) olarak belirlenmiştir. Orta olarak skorlanan örnek sayısı YÖ (-) alt grubunda 2 (%10) iken YÖ (+) alt grubunda 0 (%0) olarak belirlenmiştir. Şiddetli olarak skorlanan örnek sayısı YÖ (-) alt grubunda 2 (%10) iken YÖ (+) alt grubunda 0 (%0) olarak belirlenmiştir. E (**EQUIA™ Fil**) ve T (**Tetric EvoCeram®**) gruplarında orta ve şiddetli olarak skorlanan örneklerin oranlarına bakıldığında istatistiksel olarak anlamlı olmasa da, YÖ uygulaması gingivaldeki mikrosızıntıyı azaltmıştır. Z(**Filtek™Z250**) grubunda ise, gingivalde mikrosızıntının yok olarak skorlandığı örneklerin sayısı YÖ (-) alt grubunda 14 (%70) iken, YÖ (+) alt grubunda 19 (%95) olarak belirlenmiştir. Hafif olarak skorlanan örnek sayısı YÖ (-) alt grubunda 6 (%30) ve YÖ (+) alt grubunda 0 (%0) olarak belirlenmiştir. Şiddetli olarak skorlanan örnek sayısına bakıldığında ise, YÖ (-) alt grubunda 0 (%0), YÖ (+) alt grubunda 1 (%5) olduğu ve aralarındaki farkın da istatistiksel olarak anlamlı olduğu bulunmuştur (p=0,021). Materyal gruplarının YÖ (-) ve YÖ (+) alt gruplarında gingivaldeki mikrosızıntı için belirlenen skorlarının dağılımı Grafik 3'te gösterilmiştir.

Tablo 12. Materyal gruplarının YÖ (-) ve YÖ (+) alt gruplarının gingivalde belirlenen mikrosızıntı skorlarının değerlendirilmesi.

Gruplar		Alt Gruplar				
Mikrosızıntı						
Gingival		YÖ (-)		YÖ (+)		P
C Grubu	Yok	0	%0,00	0	%0,00	
	Hafif	2	%10,00	0	%0,00	
	Orta	0	%0,00	6	%30,00	
	Şiddetli	18	%90,00	14	%70,00	0,014
E Grubu	Yok	11	%55,00	17	%85,00	
	Hafif	3	%15,00	3	%15,00	
	Orta	4	%20,00	0	%0,00	
	Şiddetli	2	%10,00	0	%0,00	0,063
S Grubu	Yok	10	%50,00	13	%65,00	
	Hafif	10	%50,00	7	%35,00	
	Orta	0	%0,00	0	%0,00	
	Şiddetli	0	%0,00	0	%0,00	0,337
T Grubu	Yok	16	%80,00	19	%95,00	
	Hafif	0	%0,00	1	%5,00	
	Orta	2	%10,00	0	%0,00	
	Şiddetli	2	%10,00	0	%0,00	0,154
Z Grubu	Yok	14	%70,00	19	%95,00	
	Hafif	6	%30,00	0	%0,00	
	Orta	0	%0,00	0	%0,00	
	Şiddetli	0	%0,00	1	%5,00	0,021
p		0,0001		0,0001		

Ki kare testi



Grafik 3. Materyal gruplarının YÖ (-) ve YÖ (+) alt gruplarında gingivalde belirlenen mikrosızıntı skorlarının dağılımı

Materyal gruplarının YÖ (-) ve YÖ (+) alt gruplarının gingivaldeki mikrosızıntı değerlerinin Dunn's çoklu karşılaştırma testine göre ikili karşılaştırması Tablo 13'te görülmektedir.

C(**ChemFil[®] Rock**) grubunun YÖ (-) alt grubunda gingivalde mikrosızıntının şiddetli+orta+hafif olarak skorlandığı örneklerin oranı (20-%100) , E(**EQUIA[™] Fil**) (9-%45), S(**SureFil[™]**) (10-%50), T(**Tetric EvoCeram[®]**) (4-%20) ve Z(**Filtek[™]Z250**) (6-%30) gruplarındaki örneklerin oranından istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek olarak saptanmıştır (p=0,0001). E(**EQUIA[™] Fil**) grubunun YÖ (-) alt grubunda gingivalde mikrosızıntının şiddetli+orta+hafif olarak skorlandığı örneklerin oranı da (9-%45), S(**SureFil[™]**) (10-%50) grubundaki örneklerin oranından istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük saptanmıştır (p=0,02). S(**SureFil[™]**) grubunun YÖ (-) alt grubunda gingivalde mikrosızıntının şiddetli olarak skorlandığı

örneklerin oranı (10-%50), T(**Tetric EvoCeram**[®]) (4-%20) grubundaki örneklerin oranından istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek saptanmıştır(p=0,002). T(**Tetric EvoCeram**[®]) grubunun YÖ (-) alt grubunda gingivalde mikrosızıntının şiddetli+orta+hafif olarak skorlandığı örneklerin oranı (4-%20), Z(**Filtek**[™]**Z250**) (6-%30) grubundaki örneklerin oranından istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük saptanmış (p=0,017) ve diğer tüm materyal grupların örneklerinin oranları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark gözlenmemiştir (p>0,05).

C(**ChemFil**[®]**Rock**) grubunun YÖ (+) alt grubunda gingivalde mikrosızıntının şiddetli+orta+hafif olarak skorlandığı örneklerin oranı (20-%100), E(**EQUIA**[™]**Fil**) (3-%15), S(**SureFil**) (7-%35), T(**Tetric EvoCeram**[®]) (1-%5) ve Z(**Filtek**[™]**Z250**) (1-%5) gruplarındaki örneklerin oranından istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek belirlenmiştir (p=0,0001). E(**EQUIA**[™]**Fil**) grubunun yüzey örtücü (+) alt grubunda gingivalde mikrosızıntının şiddetli+orta+hafif olarak skorlandığı örneklerin oranı (3-%15), S(**SureFil**[™]) (7-%35) grubundaki örneklerin oranından istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük belirlenmiştir (p=0,003). S(**SureFil**[™]) grubunun YÖ (+) alt grubunda gingivalde mikrosızıntının şiddetli+orta+hafif olarak skorlandığı örneklerin oranı (7-%35), T(**Tetric EvoCeram**[®]) (1-%5), Z(**Filtek**[™]**Z250**) (1-%5) gruplarındaki örneklerin oranından istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek belirlenmiş (p=0,018, p=0,01) ve diğer tüm materyal grupların örneklerinin oranları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark gözlenmemiştir (p>0,05).

Tablo 13. Materyal gruplarının YÖ (-) ve YÖ (+) alt gruplarında örneklerinin gingivalde belirlenen mikrosızıntı değerlerinin ikili karşılaştırılması.

	YÖ (-)	YÖ (+)
Grup C / Grup E	0,0001	0,0001
Grup C / Grup S	0,0001	0,0001
Grup C / Grup T	0,0001	0,0001
Grup C / Grup Z	0,0001	0,0001
Grup E / Grup S	0,02	0,003
Grup E / Grup T	0,204	0,141
Grup E / Grup Z	0,061	0,128
Grup S / Grup T	0,002	0,018
Grup S / Grup Z	0,198	0,01
Grup T / Grup Z	0,017	0,367

Dunn's çoklu karşılaştırma testi

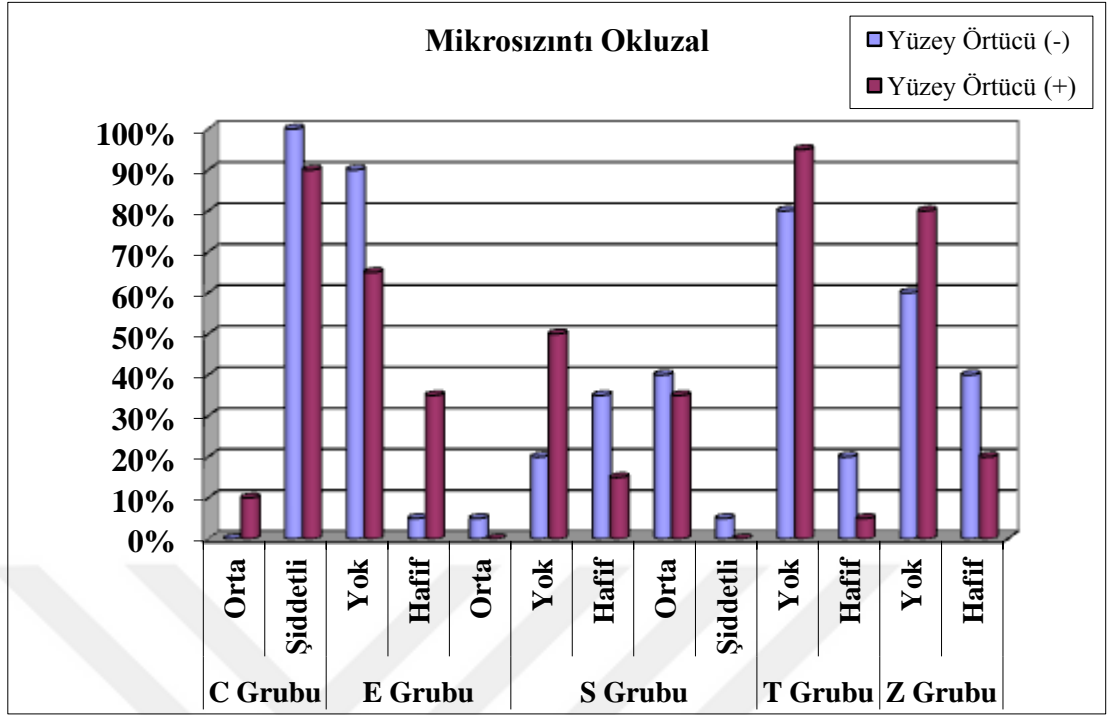
Çalışmada mikrosızıntı YÖ uygulanmasının mikrosızıntıya etkisinin değerlendirildiği CİS ve kompozit rezin materyallerinden hazırlanan YÖ (-) ve YÖ (+) alt gruplarının okluzaldeki mikrosızıntı miktarının varlığı ve hafif, orta, şiddetli olarak değerleri ile bu değerlerin Ki-kare testine göre gruplar arası ve alt grupların karşılaştırılması ile ilgili bulgular Tablo 14'te görülmektedir. E(EQUIA™ Fil) grubunda YÖ uygulaması okluzaldeki mikrosızıntıyı arttırmıştır. Diğer gruplarda YÖ uygulaması istatistiksel olarak anlamlı olmasa da, okluzaldeki mikrosızıntıyı azaltmıştır. Materyal gruplarındaki mikrosızıntı skorları dağılımına bakıldığında, C(ChemFil®Rock) grubunda okluzalde mikrosızıntının yok ve hafif olarak skorlanan örneklerin sayısı ise YÖ (-) ve YÖ (+) alt gruplarında 0 (%0) olarak belirlenmiştir. Orta olarak skorlanan örneklerin sayısı YÖ (-) alt grubunda 0 (%0) iken, YÖ (+) alt grubunda 2 (%10) olarak belirlenmiştir. Şiddetli olarak skorlanan örneklerin sayısına bakıldığında ise YÖ (-) alt grubunda 20 (%100) ve YÖ (+) grubunda bu sayının 18

(%90) olduğu görülmüştür. E (**EQUIA™ Fil**) grubunda okluzalde mikrosızıntının yok olarak skorlandığı örneklerin sayısı YÖ (-) grubunda 18 (%90), YÖ (+) alt grubunda 13 (%65) olarak belirlenmiş ve istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek bulunmuştur ($p=0,043$). Hafif olarak skorlanan örnek sayısı YÖ (-) grubunda 1 (%5) iken, YÖ (+) alt grubunda 7 (%35) olarak belirlenmiştir. Orta olarak skorlanan örneklerin sayısı YÖ (-) alt grubunda 1 (%10) ve YÖ (+) alt grubunda 0 (%0) olarak belirlenmiştir. Şiddetli olarak skorlandığı örneklerin sayısı YÖ (-) ve YÖ (+) alt gruplarında 0 (%0) olarak görülmüştür. S(**SureFil™**) grubunda okluzalde mikrosızıntının yok olarak skorlandığı örneklerin sayısı YÖ (-) alt grubunda 4 (%20) iken, YÖ (+) alt grubunda 10 (%50) olarak belirlenmiştir. Hafif olarak skorlanan örnek sayısı YÖ (-) alt grubunda 7 (%35) ve YÖ (+) alt grubunda 3 (%15) olarak belirlenmiştir. Orta olarak skorlanan örneklerin sayısı YÖ (-) alt grubunda 8 (%40), YÖ (+) alt grubunda 7 (%35) olarak belirlenmiştir. Şiddetli olarak skorlanan örneklerin sayısı YÖ (-) alt grubunda 1 (%5) iken, YÖ (+) alt grubunda 0 (%0) olarak görülmüştür. T (**Tetric EvoCeram®**) grubunda okluzalde mikrosızıntının yok olarak skorlandığı örneklerin sayısı YÖ (-) grubunda 16 (%80) iken YÖ (+) alt grubunda 19 (%95) olarak belirlenmiştir. Hafif olarak skorlanan örnek sayısı YÖ (-) alt grubunda 4 (%20), YÖ (+) alt grubunda 1 (%5) olarak belirlenmiştir. Orta ve şiddetli olarak skorlanan örneklerin sayısı YÖ (-) ve YÖ (+) alt gruplarında 0 (%0) olarak belirlenmiştir. Z(**Filtek™Z250**) grubunda ise, okluzalde mikrosızıntının yok olarak skorlandığı örneklerin sayısı YÖ (-) alt grubunda 12 (%60) ve YÖ (+) alt grubunda 16 (%80) olarak belirlenmiştir. Hafif olarak skorlanan örnek sayısı YÖ (-) alt grubunda 8 (%40) iken, YÖ (+) alt grubunda 4 (%20) olarak belirlenmiştir. Orta ve şiddetli olarak skorlanan örneklerin sayısı YÖ (-) ve YÖ (+) alt gruplarında 0 (%0) olarak belirlenmiştir. Materyal gruplarının YÖ (-) ve YÖ (+) alt gruplarında belirlenen okluzaldeki mikrosızıntı skorlarının dağılımı Grafik 4'te gösterilmiştir.

Tablo 14. Materyal gruplarının YÖ (-) ve YÖ (+) alt gruplarında okluzalde belirlenen mikrosızıntı skorlarının karşılaştırılması.

Gruplar	Alt Gruplar					P
	Mikrosızıntı Okluzal	YÖ (-)		YÖ (+)		
C Grubu	Yok	0	%0	0	%0	0,147
	Hafif	0	%0	0	%0	
	Orta	0	%0,00	2	%10,00	
	Şiddetli	20	%100,00	18	%90,00	
E Grubu	Yok	18	%90,00	13	%65,00	0,043
	Hafif	1	%5,00	7	%35,00	
	Orta	1	%5,00	0	%0,00	
	Şiddetli	0	%0,00	0	%0,00	
S Grubu	Yok	4	%20,00	10	%50,00	0,155
	Hafif	7	%35,00	3	%15,00	
	Orta	8	%40,00	7	%35,00	
	Şiddetli	1	%5,00	0	%0,00	
T Grubu	Yok	16	%80,00	19	%95,00	0,151
	Hafif	4	%20,00	1	%5,00	
	Orta	0	%0,00	0	%0,00	
	Şiddetli	0	%0,00	0	%0,00	
Z Grubu	Yok	12	%60,00	16	%80,00	0,168
	Hafif	8	%40,00	4	%20,00	
	Orta	0	%0,00	0	%0,00	
	Şiddetli	0	%0,00	0	%0,00	
p		0,0001		0,0001		

Ki kare testi



Grafik 4. Materyal gruplarının YÖ (-) ve YÖ (+) alt gruplarında okluzalde belirlenen mikrosızıntı skorlarının dağılımı.

Materyal gruplarının YÖ (-) ve YÖ (+) alt gruplarının okluzaldeki mikrosızıntı değerlerinin Dunn's çoklu karşılaştırma testine göre ikili karşılaştırılması Tablo 15'te görülmektedir.

C(**ChemFil[®] Rock**) grubunun YÖ (-) alt grubunda okluzalde mikrosızıntının şiddetli+orta+hafif olarak skorlandığı örneklerin oranı (20-%100), E(**EQUIA[™] Fil**) (2-%10), S(**SureFil[™]**) (16-%80), T(**Tetric EvoCeram[®]**) (4-%20) ve Z(**Filtek[™]Z250**) (8-%40) gruplarındaki örneklerin oranından istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek olarak saptanmıştır ($p=0,0001$). E(**EQUIA[™] Fil**) grubunun YÖ (-) alt grubunda okluzalde mikrosızıntının şiddetli+orta+hafif olarak skorlandığı örneklerin oranı da (2-%10), S(**SureFil[™]**) (16-%80), Z(**Filtek[™]Z250**) (8-%40) gruplarındaki örneklerin oranından istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük olarak saptanmıştır ($p=0,002$, $p=0,021$). S(**SureFil[™]**) grubunun YÖ (-) alt grubunda okluzalde mikrosızıntının şiddetli+orta+hafif olarak skorlandığı örneklerin oranı (16-%80), T(**Tetric EvoCeram[®]**) (4-%20), Z(**Filtek[™]Z250**) (8-%40) gruplarındaki

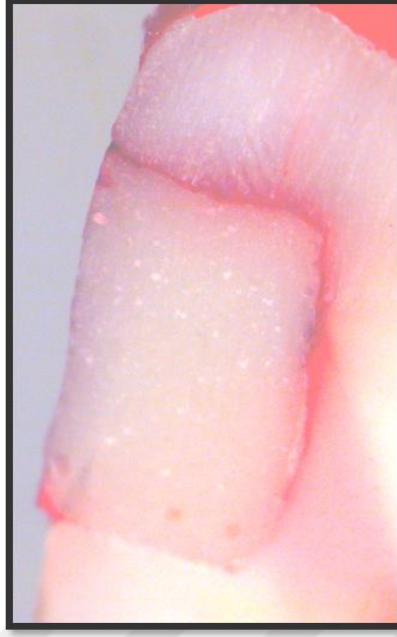
örneklerin oranından istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek saptanmıştır ($p=0,007$, $p=0,004$) ve diğer tüm materyal grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark görülmemiştir ($p>0,05$).

C(**ChemFil[®]Rock**) grubunun YÖ (+) alt grubunda oklüzalde mikrosızıntının şiddetli+orta+hafif olarak skorlandığı örneklerin oranı (20-%100), E(**EQUIA[™]Fil**) (7-%35), S(**SureFil[™]**) (10-%50), T(**Tetric EvoCeram[®]**) (1-%5) ve Z(**Filtek[™]Z250**) (4-%20) gruplarındaki örneklerin oranından istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek saptanmıştır ($p=0,0001$). E(**EQUIA[™]Fil**) grubunun YÖ (+) alt grubunda oklüzalde mikrosızıntının şiddetli+orta+hafif olarak skorlandığı örneklerin oranı (7-%35), T(**Tetric EvoCeram[®]**) (1-%5), grubundaki örneklerin oranından istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek iken, S(**SureFil[™]**) (10-%50) grubundaki örneklerinden istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük olarak saptanmıştır ($p=0,017$, $p=0,011$). S(**SureFil[™]**) grubunun YÖ (+) alt grubunda oklüzalde mikrosızıntının şiddetli+orta+hafif olarak skorlandığı örneklerin oranı (10-%50), T(**Tetric EvoCeram[®]**) (1-%5), Z(**Filtek[™]Z250**) (4-%20) gruplarındaki örneklerin oranından istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek saptanmıştır ($p=0,004$, $p=0,014$) ve diğer tüm materyal grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark görülmemiştir ($p>0,05$).

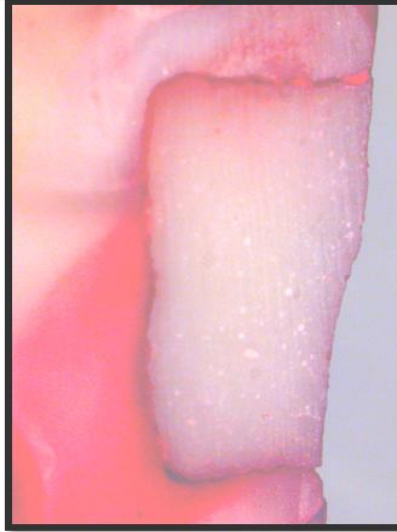
Tablo 15. Materyal gruplarının YÖ (-) ve YÖ (+) alt gruplarında okluzalde belirlenen mikrosızıntı değerlerinin ikili karşılaştırılması

	YÖ (-)	YÖ (+)
Grup C / Grup E	0,0001	0,0001
Grup C / Grup S	0,0001	0,0001
Grup C / Grup T	0,0001	0,0001
Grup C / Grup Z	0,0001	0,0001
Grup E / Grup S	0,002	0,011
Grup E / Grup T	0,232	0,017
Grup E / Grup Z	0,021	0,288
Grup S / Grup T	0,007	0,004
Grup S / Grup Z	0,004	0,014
Grup T / Grup Z	0,167	0,151

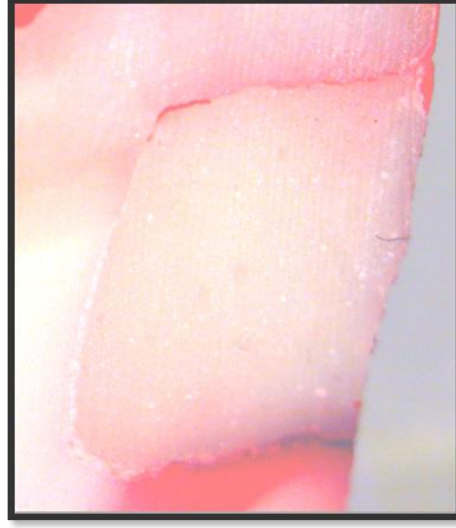
Dunn's çoklu karşılaştırma testi



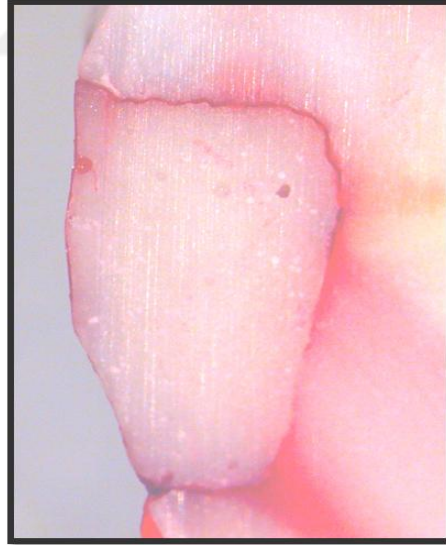
Resim 30. Stereomikroskop altında X30 büyütmede gingivalde 1 skoru verilen **ChemFil®Rock** örneğinin görünümü



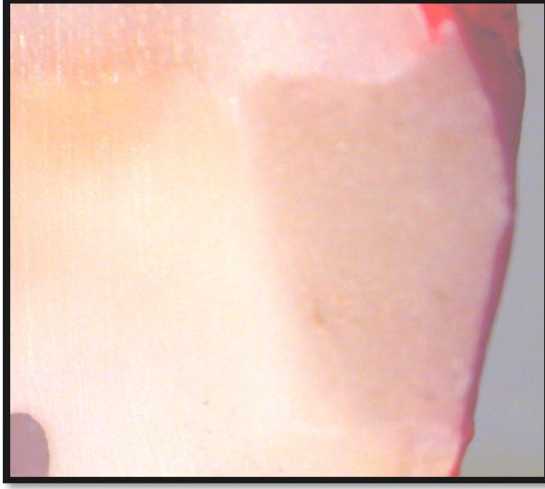
Resim 31. Stereomikroskop altında X30 büyütmede gingival ve oklüzalde 3 skoru verilen **ChemFil®Rock** örneğinin görünümü



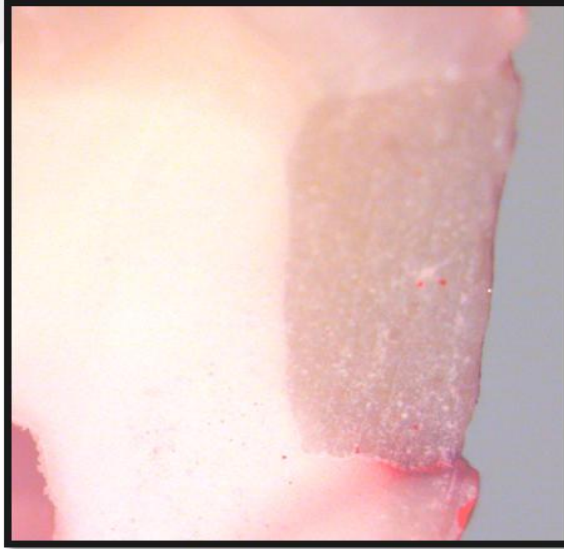
Resim 32. Stereomikroskop altında X30 büyütmede gingivalde 2 skoru verilen **ChemFil® Rock + BisCover™LV** örneğinin görünümü



Resim 33. Stereomikroskop altında X30 büyütmede gingival ve oklüzalde 3 skoru verilen **ChemFil® Rock + BisCover™LV** örneğinin görünümü



Resim 34. Stereomikroskop altında X30 büyütmede gingival ve oklüzalde 0 skoru verilen EQUIA™ Fil örneğinin görünümü



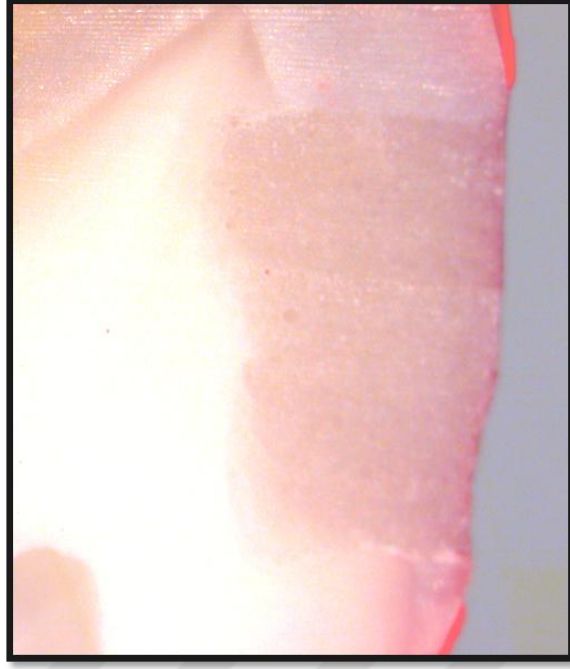
Resim 35. Stereomikroskop altında X30 büyütmede gingivalde 1 skoru verilen EQUIA™ Fil örneğinin görünümü



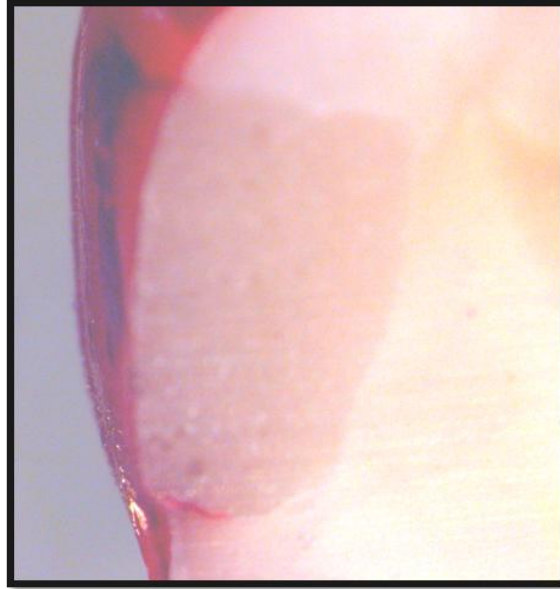
Resim 36. Stereomikroskop altında X30 büyütmede gingivalde 2 skoru verilen EQUIA™ Fil örneğinin görünümü



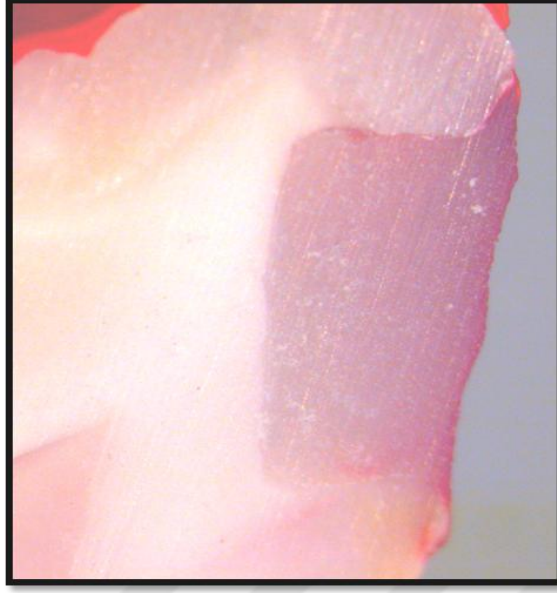
Resim 37. Stereomikroskop altında X30 büyütmede gingivalde 3 skoru verilen EQUIA™ Fil örneğinin görünümü



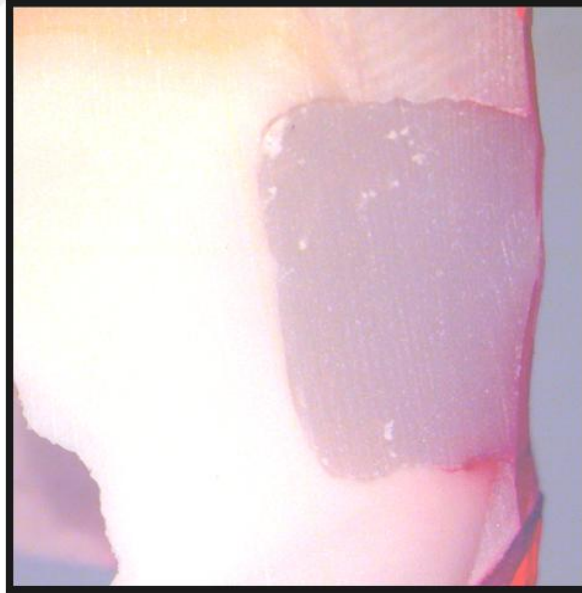
Resim 38. Stereomikroskop altında X30 büyütmede gingival ve oklüzalde 0 skoru verilen EQUIA™ Fil + BisCover™LV örneğinin görünümü



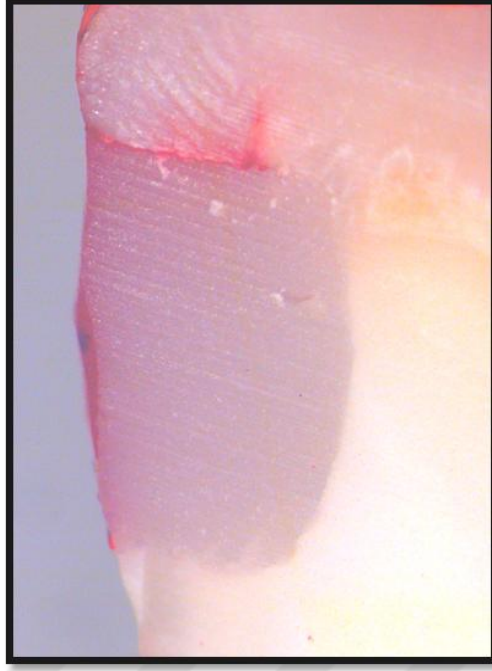
Resim 39. Stereomikroskop altında X30 büyütmede gingivalde 1 skoru verilen EQUIA™ Fil + BisCover™LV örneğinin görünümü



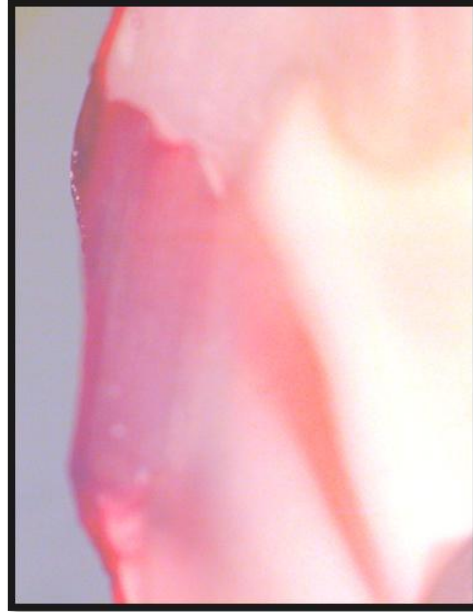
Resim 40. Stereomikroskop altında X30 büyütmede gingivalde 0 skoru verilen **SureFil™** örneğinin görünümü



Resim 41. Stereomikroskop altında X30 büyütmede gingivalde 1 skoru verilen **SureFil™** örneğinin görünümü



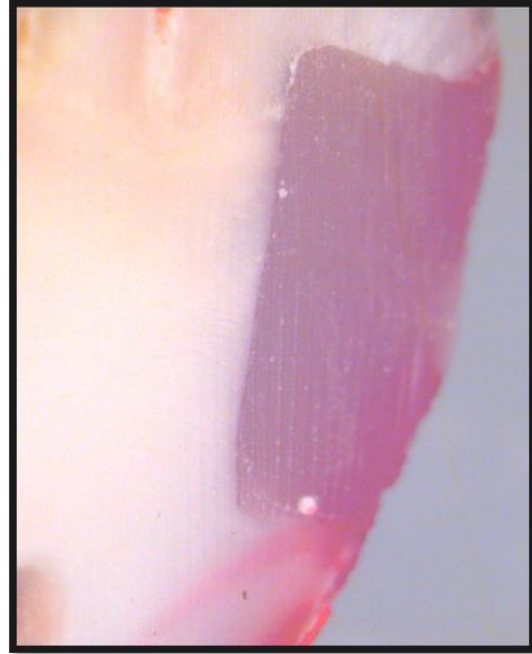
Resim 42. Stereomikroskop altında X30 büyütmede oklüzalde 2 skoru verilen **SureFil™** örneğinin görünümü



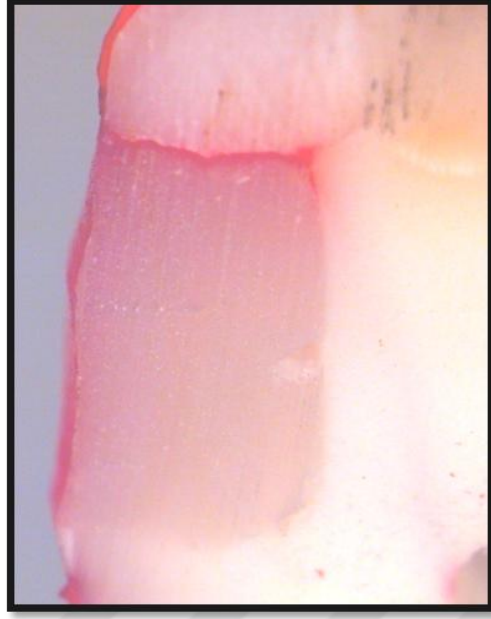
Resim 43. Stereomikroskop altında X30 büyütmede oklüzalde 3 skoru verilen **SureFil™** örneğinin görünümü



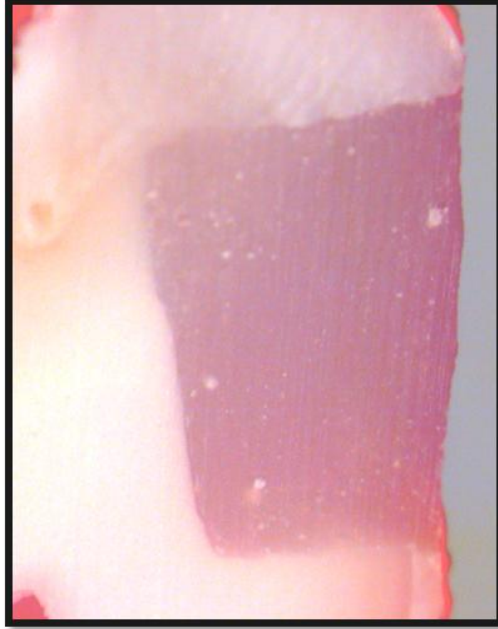
Resim 44. Stereomikroskop altında X30 büyütmede oklüzalde ve gingivalde 0 skoru verilen **SureFil™ + BisCover™LV** örneğinin görünümü



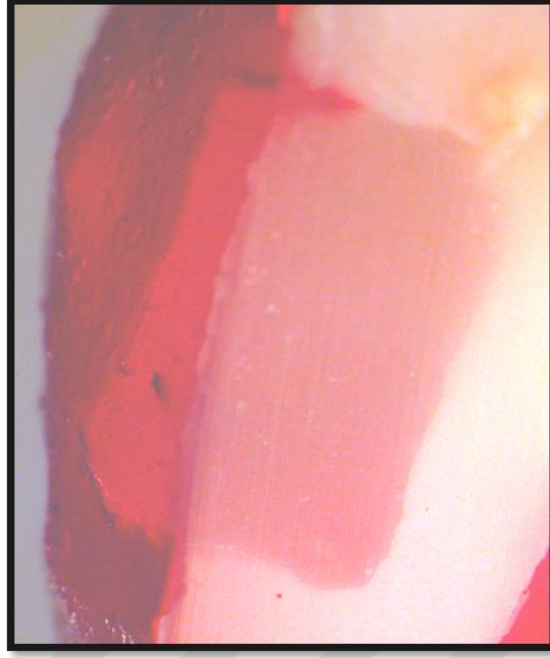
Resim 45. Stereomikroskop altında X30 büyütmede gingivalde 1 skoru verilen **SureFil™ + BisCover™LV** örneğinin görünümü



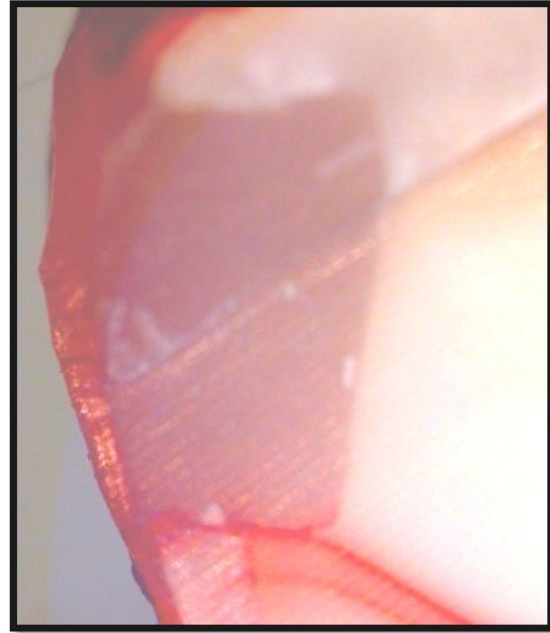
Resim 46. Stereomikroskop altında X30 büyütmede oklüzalde 2 skoru verilen **SureFil™ + BisCover™LV** örneğinin görünümü



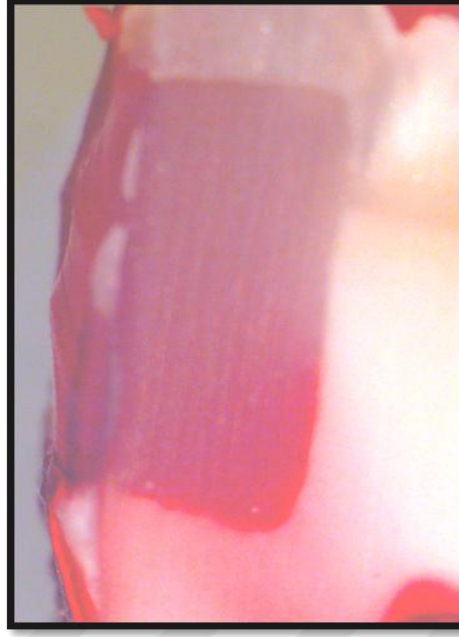
Resim 47. Stereomikroskop altında X30 büyütmede oklüzal ve gingivalde 0 skoru verilen **Tetric EvoCeram®** örneğinin görünümü



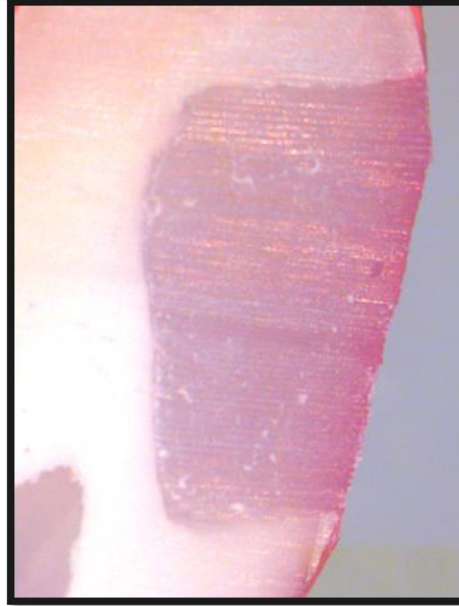
Resim 48. Stereomikroskop altında X30 büyütmede oklüzalde 1 skoru verilen **Tetric EvoCeram®** örneğinin görünümü



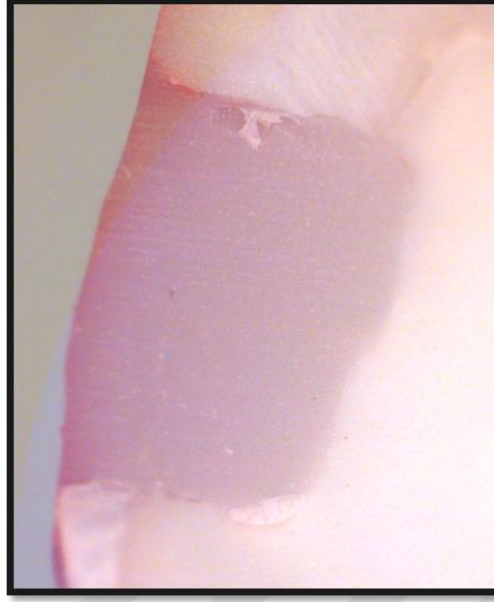
Resim 49. Stereomikroskop altında X30 büyütmede gingivalde 2 skoru verilen **Tetric EvoCeram®** örneğinin görünümü



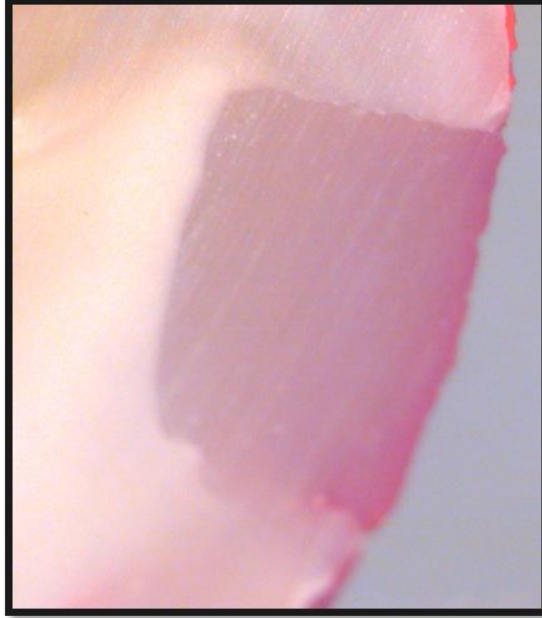
Resim 50. Stereomikroskop altında X30 büyütmede gingivalde 3 skoru verilen **Tetric EvoCeram®** örneğinin görünümü



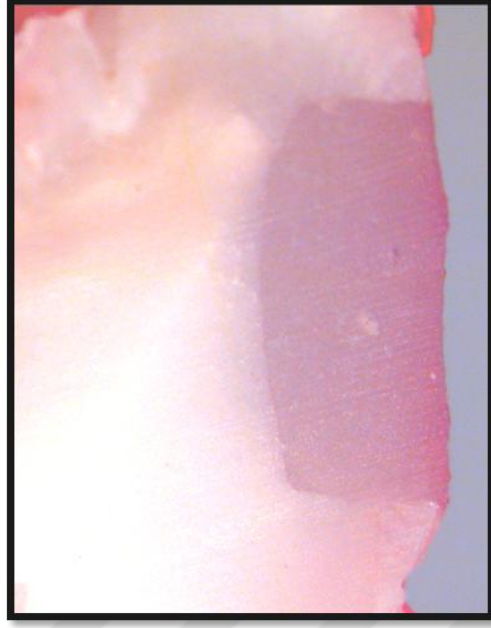
Resim 51. Stereomikroskop altında X30 büyütmede oklüzal ve gingivalde 0 skoru verilen **Tetric EvoCeram® + BisCover™LV** örneğinin görünümü



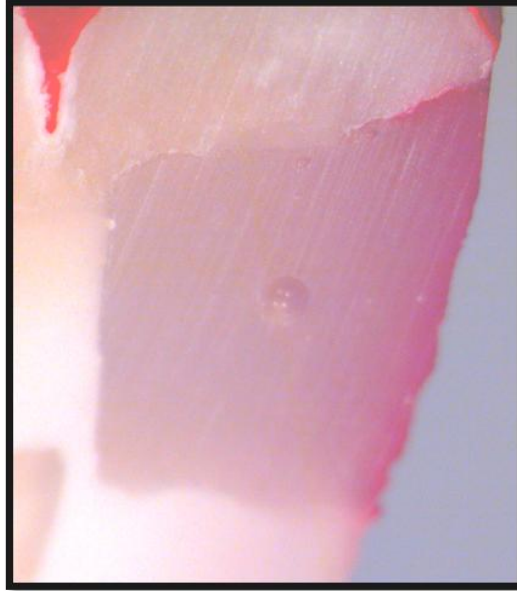
Resim 52. Stereomikroskop altında X30 büyütmede oklüzal ve gingivalde 1 skoru verilen **Tetric EvoCeram® + BisCover™LV** örneğinin görünümü



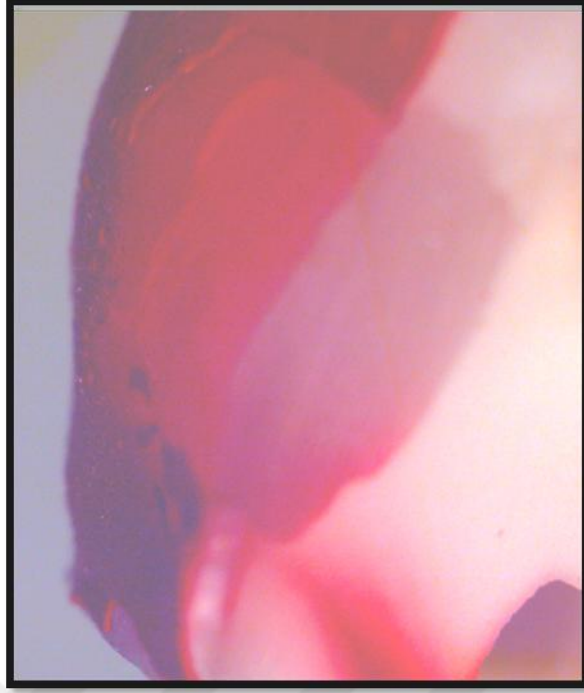
Resim 53. Stereomikroskop altında X30 büyütmede oklüzalde 0 skoru ve gingivalde 1 skoru verilen **Filtek™Z250** örneğinin görünümü



Resim 54. Stereomikroskop altında X30 büyütmede oklüzal ve gingivalde 0 skoru verilen **Filtek™Z250 + BisCover™LV** örneğinin görünümü



Resim 55. Stereomikroskop altında X30 büyütmede oklüzalda 1 skoru verilen **Filtek™Z250 + BisCover™LV** örneğinin görünümü



Resim 56. Stereomikroskop altında X30 büyütmede gingivalde 3 skoru verilen **Filtek™Z250 + BisCover™LV** örneğinin görünümü

5. TARTIŞMA

Çocuklarda ağız boşluğu, tıpkı erişkinlerde olduğu gibi dinamik bir ortamdır. Bu ortamda bulunan restorasyonlar; çiğneme kuvvetleri, pH ve ısı değişimleri gibi faktörlerden olumsuz yönde etkilenebilmektedir. Tercih edilecek restoratif materyallerin bu olumsuzluklardan mümkün olan en düşük düzeyde etkilenmeleri, çocuk hastanın kaybolan fonasyonunun, çiğneme fonksiyonunun ve estetiğin tekrar eski durumuna gelmesini sağlayabilecek özelliklerde olmaları gerekmektedir (202). Çocuk diş hekimliğinde kullanılan restoratif materyallerin fiziksel, mekanik ve kimyasal özellikleri ve bu özelliklerine uygun materyal seçimi ile yapılan restorasyonların uzun ömürlü olabilmesi, hasta memnuniyeti için büyük önem taşımaktadır.

Süt dişlerinde kullanılacak restoratif materyallerde aranan özelliklerin süt dişlerinin ağızda kalış süresi ve yapısal özelliklerine bağlı olarak sürekli dişlerden farklılık gösterdiği bilinmektedir (203). Materyallerin seçiminde fiziksel ve mekanik özelliklerinin iyi olmasının yanı sıra kolay ve kısa sürede uygulanabilir olmaları ve florid içermeleri de çocuk hastalarda büyük önem taşımaktadır. Özellikle CİS'lerin çocuk diş hekimliğinde önemli bir yeri bulunmakta ve restoratif materyallerle ilgili yapılan çalışmalarda CİS'lerin sıklıkla yer aldığı görülmektedir (204,205). Çocuk diş hekimliğinde CİS'ler kadar rezin bazlı materyallerin kullanımı da yaygındır.

Son yıllarda, kompozit rezinlerdeki gelişmeler ve buna bağlı olarak üretici firmaların sunduğu ürün çeşitliliği sayesinde diş hekimleri, restore edilecek kavitenin genişliğine, derinliğine ve/veya hastanın uyum düzeyine göre materyal seçimi yapabilmektedirler. Bunların arasında, tek bir kütle halinde kaviteye yerleştirilebilen ve 4mm. polimerizasyon derinliğine sahip, düşük polimerizasyon büzülmesi gösteren Bulkfil kompozit rezinler dikkat çekmektedir (206,207).

Üretici firmalar, geleneksel kompozit rezinlerin derin kavitelere tek bir kalın tabaka halinde yerleştirilmelerinin başarısız polimerizasyona yol açması nedeni ile yeni geliştirdikleri bulkfil yerleştirilebilen kompozit rezinler ile polimerizasyon

derinliğini arttırmayı hedeflemişlerdir. Firmaların ürettikleri kompozit rezinlerin 4-6 mm kalınlıklarına önerilen sürede ışık uygulandığında yeterli polimerizasyonun sağlanabileceği iddia edilmektedir. (206,207)

Campodonico ve ark. (2001) yaptıkları çalışmada X-tra fil adlı bulkfil yerleştirilebilen kompozit rezinin polimerizasyon derinliğinin 3,5 mm olduğunu ve aynı kompozit rezinin kütleli ve tabakalı teknik ile uygulanmaları karşılaştırıldığında 3,5 mm'ye kadar herhangi bir derinlikte sertlik açısından fark olmadığını bildirmişlerdir (208).

Fleming ve ark. (2008) X-tra fil adlı kompozit rezinin 4 mm polimerizasyon derinliği gösterdiğini ve 2 mm kalınlığındaki iki farklı geleneksel kompozit rezin ile sertlik değerleri karşılaştırıldığında anlamlı bir farklılık görülmediğini rapor etmişlerdir (209).

Roggendorf ve ark. (2011) SureFil®SDR®flow adlı bulkfil yerleştirilebilen akışkan kompozit rezinin marjinal adaptasyonunu araştırmışlardır. Bu çalışmada, 4 mm derinliğindeki kaviteye SureFil® SDR® flow'un tek tabaka halinde yerleştirilmesi ile geleneksel hibrit kompozit rezinin tabakalarla yerleştirilmesi karşılaştırılmış ve aralarında internal adaptasyon açısından fark görülmemiştir. SureFil®SDR®flow'un 4 mm kalınlığında kaide olarak kullanımının başarılı sonuçlar verdiği bildirilmiştir (210).

Çocuk hastaların tedavisinde restoratif uygulamalar, uyum problemleri, tükürük akış hızının erişkinlere göre yüksek olması gibi nedenlerle hızlılık ve kolaylık gerektirmektedir. Bu nedenle tek bir kütle halinde kaviteye uygulanabilen restoratif materyaller, çocuk diş hekimliğinde önemli bir alternatif olarak görülmektedir.

Bulkfil uygulamalı ve yüksek viskoziteli restoratif materyallerin çeşitli fiziksel özelliklerinin araştırıldığı az sayıda çalışmaya rastlanması nedeniyle ve bu materyallerin çocuk diş hekimliği klinik pratiğinde kullanımına ışık tutabilmek amacı ile bu çalışmada yüksek viskoziteli cam iyonomer simanlar Chemfil®Rock ve EQUIA™Fil ile bulkfil uygulamalı, düşük polimerizasyon büzülmesi gösteren Tetric

EvoCeram[®] ve Surefil[™] ve kontrol grubu olarak da geleneksel hibrit kompozit rezin materyali Filtek[™]Z250 kullanılmıştır. Restoratif materyallerin başarılı ve uzun ömürlü olabilmesi, özelliklerini geliştirmek için yapısal değişikliklerin yanı sıra restorasyonun bitirilmesinden sonra yüzey örtücülerin kullanımı önerilmektedir. Yüzey örtücü kullanılmasının restoratif materyallerin başarısını olumsuz yönde etkileyen su emilimi, suda çözünürlük ve mikrosızıntının önlenmesi veya azaltılmasındaki etkinliğinin değerlendirilmesi için, ışıkla polimerize edilen, düşük viskoziteli, rezin esaslı; son yıllarda piyasaya sürülen aynı zamanda diş dokularına ve kompozit rezinlere de bağlanabilen bir yüzey örtücü olan BisCover[™]MLV kullanılmıştır.

BisCover[™]MLV (BISCO, Inc. Schaumburg, IL, USA) kompozit rezin ve cam iyonomer restorasyonların yüzeyini örtmek için üretilmiş, pürüzsüz yüzey oluşmasını sağlayan ve ışıkla sertleşen doldurucu içermeyen rezin materyalidir. Diğer yüzey örtücülerden farklı olarak, oksijen inhibisyon tabakası oluşturmama özelliği bu materyali ön plana çıkarmaktadır.

Hotta ve ark. (1992) çalışmalarında GCİS'lere (Fuji Ionomer Type II, Chemfil II ve Chelonfil) farklı yüzey örtücüler (Ketac varnish, Ketac glaze, Occlusin bonding agent ve Bellfeel brightener) uygulamışlardır. SEM görüntülerinde yüzey örtücü uygulanmamış tüm GCİS'lerin yüzeyinde su emiliminden sonra ve hava ile kurutulmasından sonra kırıklar görülürken, yüzey örtücü uygulanmış örneklerin yüzeyinin pürüzsüz olduğu görülmüştür. Sonuç olarak GCİS'lerin klinik başarısı için yüzey örtücü uygulanmasının gerekli olduğu belirtilmiştir (84).

Karaoğlanoğlu ve ark. (2009) GCİS (Ionofil U), RMCİS (Vitremmer) ve PMKR (Dyract) restoratif materyallerine yüzey örtücü uygulamasının (Adper single bond, Protect it, Finishing gloss, Nail varnish, LC varnish) renk değişimine etkisini değerlendirmişlerdir. Araştırmacılar yüzey özelliklerinin korunması için yüzey örtücü uygulamasının önemini vurgulamışlardır (211).

Yüzey örtücü uygulamasının restoratif materyallerin yüzey özelliklerine, florid salınımına, yüzey sertliği gibi fiziksel, kimyasal ve mekanik özelliklerine etkisine

bakılmasına karşın, yüzey örtücü uygulamasının su emilimi ve çözünürlüğe etkisini inceleyen çalışma bulunmaması bu çalışmanın özgün bir çalışma olmasını sağlamıştır.

Restoratif materyallerin su emilimi ve suda çözünürlüğü ile ilgili yapılmış olan çalışmalarda farklı standardizasyon yöntemlerinin kullanıldığı görülmüştür. Çalışmalarda genellikle restoratif materyallerin laboratuvar çalışmaları için önerilen ISO 4049:2000, ISO 4049:1988 veya ISO 4049:1994' ün kullanıldığı bazı çalışmalarda ise ISO 4049(International Organization for Standardization, 1985)'a ek olarak ADA'nın çinko fosfatlar için belirlediği No: 8 (1978) veya ADA(American Dental Association, 1977)'nin doğrudan uygulanan rezin restoratif materyaller için belirlediği No:27 (1977) standartizasyon yöntemlerinin kullanıldığı belirtilmiştir (93,100,102,103,126,127,212,213). Bu çalışmanın su emilimi ve suda çözünürlük deneyleri, ISO tarafından restoratif materyallerin laboratuvar çalışmaları için önerdiği, 2000 yılında yenilenen ISO 4049:2000 kullanılarak yapılmıştır.

Restoratif materyallerin su emilimi ve suda çözünürlük özelliklerinin değerlendirildiği çalışmalarda değerlerin bildirilmesinde birim olarak; $\mu\text{g}/\text{mm}^3$, mg/mm^3 , mg/cm^2 gibi farklı birimlerin tercih edildiği görülmektedir (102,104,115,214,215).

Son yıllarda ISO 4049 kriterlerine uygun olarak yapılmış olan su emilimi ve suda çözünürlük çalışmalarında birim olarak $\mu\text{g}/\text{mm}^3$ kullanıldığı görülmüştür (103,127,216,217). Bu çalışmanın bulgularının diğer çalışmaların bulguları ile karşılaştırılabilmesi için örneklerin sabit kütle ağırlıklarındaki değişiklikler “mikrogram (μg)”, örnek hacimleri ise “milimetre küp (mm^3)” cinsinden hesaplanmış, su emilim ve suda çözünürlük değerleri de $\mu\text{g}/\text{mm}^3$ cinsinden kaydedilmiştir.

Restoratif materyallerin su emilimi ve suda çözünürlüklerinin *in vitro* koşullarda belirlenebilmesi amacıyla materyal örneklerinin standart boyutlarda standart kalıplar kullanılarak hazırlanmasının gerekli olduğu belirtilmektedir (218). Standardizasyonun sağlanması amacı ile çalışmalarda çeşitli boyutlardaki standart metal, teflon, pirinç veya plastik kalıplar kullanılmaktadır (103,127,216,217). Çalışmaların büyük bir

kısımında örneklerin ISO 4049'a uygun olarak 15 mm çapında ve 1mm kalınlığında paslanmaz çelik kalıplar kullanılarak hazırlandığı görülmektedir (103,212,216). Bu çalışmada da su emilimi ve suda çözünürlük değerlerinin belirlenmesi amacıyla ISO 4049:2000 standartlarına uygun olarak $15 \pm 0,1$ mm çapında ve $1,0 \pm 0,1$ mm derinliğinde standart paslanmaz çelik kalıplar kullanılmıştır.

Yapılan çalışmalarda, örneklerin hazırlanması sırasında metal kalıplar içerisindeki restoratif materyal fazlalıklarının giderilmesi amacıyla kullanılan iki siman camının materyallerle temasını önlemek ve oksijen inhibisyon tabakasının oluşmasını engellenmek için araya şeffaf bantlar ya da asetat kağıdı kullanılmıştır (103,212,216,219,220). Bu çalışmada da tüm örneklerin hazırlanmasında cam ile materyaller arasına 50 ± 30 µm kalınlığında poliester şeffaf bant konulmuştur.

İstatistiksel olarak karşılaştırmalı olarak değerlendirme için çalışmalarda 5 ile 10 arasında değişen farklı sayılarda örneklerin hazırlandığı görülmektedir (100,103,104,127,212,216,221). ISO 4049:2000 su emilimi ve suda çözünürlük deneylerinde her materyalden en az 5'er adet örnek hazırlanmasını önermektedir (222). Bu çalışmada da, her materyalden 10'ar adet örnek hazırlanmıştır.

Daha önce yapılan çalışmalarda örneklerin bekletildikleri sıvı tiplerinin, materyalin su emilimi ve suda çözünürlük değerleri üzerinde etkili olduğu bildirilmektedir. Bu nedenle deney süresince kullanılan solüsyonlar önem taşımaktadır. Su emilimi ve suda çözünürlük ile ilgili olarak yapılmış olan *invitro* çalışmalarda, örneklerin distile su, deiyonize su, yapay tükürük gibi farklı solüsyonlarda bekletildikleri görülmektedir (98,103,104,127,217,223,224).

Yapılan çalışmalarda, restoratif materyallerin bekletildikleri sıvıların pH (113) ve iyon değerlerinin (109,121,127) bu materyallerin su emilimi ve çözünürlük değerlerini etkilediği bildirilmekle birlikte doğal tükürük, yapay tükürük ve su gibi solüsyonların su emilimleri açısından anlamlı bir farklılık yaratmadığı belirtilmiştir (225).

Nicholson ve ark. (1992, 1997) farklı restoratif materyallerin su emilim mekanizmasını incelemiş oldukları çalışmalarında; saf suda bekletilen örneklerin su emiliminin %0.9 ve 1M sodyum klorid solüsyonunda bekletilenlere oranla daha fazla olduğunu belirlenmiştir. Araştırmacılar, distile suda bekletilen örneklerin su emilimi ve suda çözünürlük değerlerinin daha fazla olmasının, sodyum klorid solüsyonlarının difüzyon katsayısının saf sudan daha yüksek olmasına bağlı olduğunu bildirmişlerdir. Buna ek olarak, materyalin yapısında bulunan ve suda çözünebilir organik polimerin, sodyum klorid gibi elektrolit içeren sıvılarda birbirleri ile sıkı bir şekilde bağlanmaları nedeniyle su geçişini engellediklerini, bu nedenle de *in vitro* koşullarda yüksek miktarda su emilimi ve suda çözünürlük gösteren materyallerin ağız ortamındaki tükürüğün yapısında bulunan tuz ve proteinler nedeniyle aynı derecede etkilenmeyeceğini belirtmişlerdir (94,226).

Gerdolle ve ark. (2008) su emilimi ve suda çözünürlük testlerinin ağız ortamını yansıtması için örneklerin yapay tükürük içerisinde bekletilmesini önermişlerdir. Araştırmacılar, laboratuvar koşullarında belirlenen suda çözünürlük değerlerinin ağız ortamından daha yüksek olabileceğini ileri sürmüşlerdir. Çalışmada ağız ortamındaki koşulların, özellikle de ağız ortamındaki pH değişimlerinin materyallerin suda çözünürlüğünü arttırabileceği bildirilmiştir. Bu nedenle araştırmacılar laboratuvar çalışmalarında; ağız ortamındaki koşulları yansıtabilmesi amacıyla materyallerin farklı pH'lara sahip sıvı ortamlarda bekletilmesini önermişlerdir (103).

Aliping-Mckenzie ve ark.'nın (2003) farklı restoratif materyallerin doğal tükürük, yapay tükürük ve su gibi üç farklı sıvı solüsyonda bir yıl süresince bekletilerek su emilimlerini inceledikleri çalışmalarında, her üç solüsyon arasında materyallerin su emilimleri açısından anlamlı bir farklılık bulunmadığını bildirmişlerdir (225).

Farklı çalışmalarda, örneklerin su kaybetmeleri amacıyla desikatör içerisinde silika jel veya kalsiyum sülfatın kullanılabildiği görülmüştür (103,121,217). Bu çalışmada da desikatör içerisinde silika jel kullanımı tercih edilmiş ve çalışma süresince desikatördeki silika jel her gün yenileri ile değiştirilmiştir.

Cam iyonomer simanların su emilim miktarlarının belirlenmesi amacıyla örneklerin suda bekletilmeleri için gerekli olan sürenin belirlenmesinin oldukça güç olduğu bildirilmektedir. Bunun nedeni olarak, yapısında doğal olarak da su bulundurmaları gösterilmektedir. Bu simanların suda çözünürlük değerlerinin, sadece suda bekletildikleri süre boyunca meydana gelen ağırlık değişikliklerine bağlı olarak belirlenemeyeceği belirtilmektedir (93,98,227).

Restoratif materyallerin su emilim ve suda çözünürlük özellikleri ile ilgili yapılan ölçümlerin farklı çalışmalarda, deney süresince farklı saat ve günlerde yapıldığı görülmektedir. Çeşitli çalışmalarda materyallerin su emilimi ve suda çözünürlüklerinin bir defada değil; zaman karşısındaki su emilimi ve suda çözünürlüklerinin incelendiği görülmektedir. *Oysaed ve Ruyter (1986)* 37°C'de beklettikleri örnekleri 24. sa, 7. gün ve 28. gün tartarak su emilimi ve suda çözünürlüklerini hesaplamışlardır (228). *Toledano ve ark. (2003)* 37°C'de beklettikleri örnekleri 1. sa, 6. sa, 24. sa, 2. gün'de ölçerek RMCİS'lerin su emilim ve suda çözünürlüklerini değerlendirirken, (121) *Örtengren ve ark. (2001)* ISO 4049:1988'e uygun olarak yaptıkları çalışmalarında; iki kez deiyonize edilmiş suda beklettikleri örnekleri 4. sa, 24. sa, 7, 60. ve 180. günlerde tartmışlardır (216). *Archegas ve ark. (2008)* ISO 4049'a göre yaptıkları çalışmalarında, deiyonize suda beklettikleri örnekleri 24. sa, 7. gün ve 28. günlerde tartarak su emilim ve suda çözünürlük değerlerini belirlemişlerdir (217). *Biradar ve ark. (2012)* ISO 4049'a göre hazırladıkları ve 37°C'de 10ml'lik distile suda beklettikleri örneklerin 1. hafta, 2, 3, 4, 5 ve 6. haftalarda ölçümlerini yapmışlardır (126). *Cornelio ve ark.'nın (2013)* çalışmasında ISO 4049:2009'a göre hazırlanan örnekler, 37 °C±1'de 10ml'lik distile sularda, 24 sa, 7 gün ve 30 gün bekletilip ISO 4049'daki gibi su emilimi ve suda çözünürlükleri hesaplanmıştır (229). Bu çalışmada ise, örnekler ISO 4049:2000'e uygun olarak 7 gün suda bekletilmiş, 7 gün sonunda tartılarak su emilim ve suda çözünürlükleri hesaplanmıştır. İngilizce diş hekimliği literatüründe aynı sürede su emilimi ve suda çözünürlük değerlerinin incelendiği pek çok çalışma bulunmaktadır (212,214,221,230,231). Ayrıca su emilimi ve suda çözünürlük deneylerinde örneklerin su kaybetmesi için, desikatörde 22 sa süresince 37°C'de ve 2 sa süresince 23°C'de iki

defa bekletilmeleri gerekmektedir. Bu işlem yetersiz yapılırsa materyallerin çözünürlük sonuçlarının etkilenebileceği belirtilmiştir (232).

Birinci desikatörde örneklerin yeterli sürede bekletilmemesinin sonucu olarak çözünürlük sonucu hesaplandığında sadece ikinci desikatörde bekletildiği sürenin sonucunu yansıtacağı belirtilmiştir. *Mortier ve ark. (2005)* başlangıç desikasyon işlemi yapılmış ve yapılmamış örneklerin suda çözünürlüğünü inceledikleri çalışmalarında, birinci desikasyon işlemi yapılmamış örneklerin yapılmış olanlara göre sekiz kat daha fazla oranda çözündükleri bildirilmiştir (232).

ISO 4049:2000'e göre örneklerin desikatörde kurutma işleminin ortalama iki veya üç hafta sürebileceği bildirilirken (222); *Archegas ve ark. (2008)* gerçekleştirdikleri pilot çalışmalarında: örneklerin birinci desikatörde su kaybetmeleri için gerekli olan ideal bekleme süresinin 60 gün olduğunu belirtmişlerdir (217). *Scarrett ve ark. (1991)* da yaptıkları çalışmalarında, başlangıç kurutma süresini 60 gün olarak belirlemişlerdir (233). Bu çalışmada da suda çözünürlük değerlerinin etkilenmemesi amacıyla; hergün tüm örneklerin ağırlıkları ölçülüp hepsinin sabit ağırlığa gelmesi beklenmiş ve örneklerin desikatörde ilk kurutma işlemi 60 gün boyunca sürdürülmüştür.

Su emilimi ve çözünürlük çalışmalarında, örneklerin 60 günden daha kısa sürede bekletildiği de görülmektedir (212). *Gerdolle ve ark. (2008)* dört farklı restoratif materyalin su emilimi ve çözünürlüklerini ISO 4049:2000'e göre inceledikleri çalışmalarında örneklerin tümünü 35 gün süresince sabit ağırlığa gelinceye kadar desikatörde bekletmişlerdir (103). *Küçükşemen ve ark. (2007)* beş farklı restoratif materyalin su emilim ve çözünürlük değerlerini ISO 4049 ve ADA No: 8'e göre inceledikleri çalışmalarında, örneklerin desikatördeki birinci ve ikinci kurutma işlemleri için sadece 24 sa beklediklerini belirtmişlerdir (212). Birçok benzer çalışmada da, desikatörde örneklerin ne kadar süre bekletildiği bildirilmemiştir (104,216,229,234,235).

Kanchanasita ve ark. (1997) dört farklı RMCİS'in su emilimlerini inceledikleri çalışmalarında, örneklerden bazılarında birinci desikatörde bekletme süresinin sonunda örnek yüzeylerinde çatlaklar oluştuğunu belirtmişlerdir. Araştırmacılar RMCİS ve GCİS gibi restoratif materyallerin kurutma işlemine duyarlı olduklarını belirtmiş ancak bunun nedenini açıklamamışlardır (98).

Bu çalışmada da, birinci desikatörde bekleme süresinin sonunda ve 7 gün distile suda bekletilmesinden sonra YVCİS olan restoratif materyaller ile hazırlanan örneklerin yüzeylerinde çatlaklar oluştuğu gözlenmiştir.

Kompozit rezin materyallerinde yetersiz polimerizasyonun, organik polimer matriksi ile suyun daha kolay reaksiyona girmesi ile materyalde daha fazla su emilimi meydana gelmesine, suda çözünürlüğün ve mikrosızıntının artmasına, aşınmaya direncinin azalmasına ve renk değişimlerinin ortaya çıkmasına neden olduğu bildirilmiştir (220,236–238).

Da Silva ve ark. (2008), Siderinou ve ark. (2003) polimerizasyon derecesi ile suda çözünürlük arasında ters orantı olduğunu yani monomer yapıların polimer yapı haline dönüşme oranı arttıkça materyalin sudaki çözünürlüğünün de azalacağını ileri sürmüşlerdir (177,239). **Cornelio ve ark. (2013)** monomer (Bis-EMA, Bis-GMA, UEDMA ve TEGDMA) içeriklerini değiştirdikleri kompozit rezinler ile yaptıkları çalışmalarında LED ışık cihazı ile farklı ışık süreleri uygulamışlardır (10 sn, 20 sn ve 40 sn). Kompozit rezinlerin polimerizasyon derecesinde 20 ya da 40 sn uygulanması arasında fark görülmezken Bis-EMA içeriği artan kompozit rezinde polimerizasyon derecesinin de arttığı görülmüştür. 10 sn uygulamanın polimerizasyon derecesi için %15 oranında Bis-GMA içeren dışındaki kompozit rezinlerde yetersiz olduğu, %15'lik Bis-GMA'nın polimerizasyon derecesini etkilemediğini görmüşlerdir. Polimerizasyon sırasında örnekler üzerinde herhangi bir standardizasyon yönteminden bahsedilmemiştir. Her firma halojen ya da LED ışık kaynaklarına göre polimerizasyon sırasındaki, ışık uygulama süresini belirtmektedir (229). **Toledano ve ark. (2003)** laboratuvar ortamında rezin esaslı restoratif materyallerin, polimerizasyonlarının ideal şartlarda gerçekleştirilmesinin ardından oluşan suda çözünürlük değerlerinin aynı

restoratif materyallerin ağız ortamında uygulanmasından sonraki suda çözünürlüklerinden daha yüksek olabileceğini ileri sürmüşlerdir (121).

Su emilimi ve suda çözünürlük deneylerinde ISO 4049:2000'e göre örneklerin laboratuvar ortamında eşit miktarda ve tam olarak polimerizasyonlarının gerçekleştirilmesi amacıyla ışık cihazının fiber optik ucunun çapına uygun olarak hazırlanmış standart şemaların kullanılması önerilmektedir (222). Restoratif materyallerin su emilim ve suda çözünürlükleri ile ilgili yapılmış olan birçok çalışmada da her bir örnek için polimerizasyonun standart bir şekilde gerçekleştirildiği görülmektedir (100,216,239,240).

Archegas ve ark. (2008) kuvarts-tungsten halojen ve LED ışık cihazları ile polimerize ettikleri üç farklı kompozit rezin materyalinin su emilimi ve suda çözünürlüklerini ISO 4049'a göre inceledikleri çalışmalarında; 11 mm çapındaki ışık ucu ile örneklerin her iki yüzeyinin de merkezden periferine doğru beş farklı bölgeden 20'şer sn olmak üzere polimerize edildiği belirtilmiştir (217).

Gerdolle ve ark. (2008) yapıştırma simanı olarak kullanılan iki kompozit rezin, bir PMKR ve bir RMCİS'nin su emilimi ve suda çözünürlükleri ISO 4049:2000'e göre inceledikleri çalışmalarında; 9 mm çapındaki halojen ışık cihazının ucuna göre örneklerin merkezinden periferine doğru toplamda 9 bölgenin 20'şer sn süresince polimerize edildiğini bildirmişlerdir. Ancak araştırmacılar standart bir şema kullanımından bahsetmemişlerdir (103).

Birçok çalışmada aynı yoğunlukta ve sürede görünür ışık uygulanan benzer özellikteki kompozit rezinlere farklı ışık kaynakları kullanılmasına karşın aynı polimerizasyon derecesini gösterdikleri bildirilmiştir (74,111,117,126). Bu çalışmada kompozit rezinler firmaların önerileri doğrultusunda, bir halojen ışık cihazı Optilux 501 (Kerr, Sybron Dental Facilities, Japan) ile ISO 4049:2000'in önerileri doğrultusunda ışık cihazının fiber optik ucuna uygun olarak hazırlanan standart şemalar kullanılarak örneklerin her iki yüzeyinden de merkezden periferine doğru 10 farklı bölgeden 20'şer sn olmak üzere polimerize edilmiştir.

Bu çalışmada kullanılan YVCİS'lerin sertleşme süreleri, üretici firmaları tarafından 37 °C'de 2 dk 30 sn olduğu belirtilmiştir. Ancak oda sıcaklığında yapılan çalışmalarda kimyasal yolla sertleşen materyallerin ilk sertleşme reaksiyonlarını tamamlayabilmesi için 8-15 dk arasında değişen sürelerinde beklenilmesi gerektiğini bildiren çalışmalar bulunmaktadır (241,242). Bu nedenle çalışmamızda kimyasal yolla sertleşen bir YVCİS olan EQUIA™ Fil ve ChemFil® Rock materyalleri kalıplardan çıkarılmadan önce 10 dk sertleşmeleri beklenmiştir.

GCİS ve RMCİS'ler yapılarına kolaylıkla su çekebilen hidrofilik restoratif materyallerdir. GCİS ve RMCİS restorasyonlarda sık gözlenen su emilimi ve suda çözünürlük düzeylerinin araştırılması, CİS restorasyonların klinik başarı oranını arttırmak ve kullanım alanlarını belirlemek için oldukça gerekli görülmektedir (100).

Suyun rezin tarafından tutulmasının, doldurucu ile organik komponent arasındaki bağlantıyı bozacağı, rezinin organik komponentinde kopmaların oluşacağı; restorasyonun dayanıklılığının, aşınma direncinin azalmasına ve hatta kırılmasına yol açabileceği bildirilmiştir (106,107,237,243). Ayrıca silan hidrolizi ve mikro çatlakların oluşumu sonucu kompozit rezinlerin ömrünün azalmasına neden olabilmektedir (108). Kompozitlerdeki su emilimine rezindeki hidrofilik gruplar sebep olmakta ve her bir kompozit için değişen su emilim miktarı rezinin içeriğine bağlı bulunmaktadır (113,244). Genellikle yapısında düşük doldurucu yüksek rezin bulunan materyallerin su emiliminin daha yüksek olduğu bildirilmektedir. Çoğu kompozit rezinin organik komponentinde bulunan Bis-GMA; hidrofilik bir monomerdur (245), su molekülleri ile hidrojen bağı oluşturacak iki hidroksil grubu içerir (246). Bu problemi azaltmak amacı ile Bis-GMA'nın bir versiyonu olan Bis-EMA geliştirilmiştir (6,46). Bu monomer, hidroksil grubunun olmaması dışında moleküler yapı açısından Bis-GMA'ya benzemektedir. Bu farklılık Bis-EMA'nın viskozitesinin daha az olmasını sağladığı gibi monomere hidrofobik özellik de katmaktadır. Bu bilgilerin ışığında; su emilimi ve suda çözünürlüklerinin; materyaldeki organik matriksin yapısına, miktarına, inorganik doldurucu tipine, yapısındaki katalizörün tipine, konsantrasyonuna, silanizasyonun ve matriks içerisinde hava boşluklarının bulunmasına bağlı olduğu bildirilmiştir (13,114).

Bu çalışmadaki su emilimi ve suda çözünürlük ile ilgili bulgulara bakıldığında, YVCİS'lerin su emilim miktarlarının kompozit rezin materyallerine göre daha yüksek olduğu; kompozit rezin materyallerinin ise YVCİS' lere oranla daha fazla suda çözünürlük gösterdiği görülmektedir. Materyal grupları arasındaki bu belirgin farkın YVCİS'lerin ve kompozit rezin materyallerinin kimyasal bileşimleri arasındaki farktan ileri geldiği düşünülmektedir.

Janda ve ark. (2007) yaptıkları çalışmada oldukça hidrofilik bir matriks yapısına sahip olan rezin materyalinin yüksek çözünürlük değeri gösterdiğini belirtmişlerdir (247). Materyalin doldurucu oranı su emiliminde önemli bir yer tutarken, materyalin doldurucu oranın suda çözünürlüğü çok fazla etkilemediği ve suda çözünürlüğün hem rezin matrikse hemde doldurucu oranlarına tek başına bağlanamayacağı, materyalin her iki özelliğine birden bağlı olduğu belirtilmiştir (122).

Yap ve ark. (1997), çeşitli RMCİS materyallerinin su emilimleri ve suda çözünürlük miktarlarının incelenmesi ve karşılaştırılması amacıyla yaptıkları in vitro çalışmalarında, bu materyallerin su emilimi ve suda çözünürlük oranlarının, kontrol grubu olarak karşılaştırılan kompozit rezin materyaline göre belirgin oranda yüksek olduğunu ve ayrıca meydana gelen su emilim miktarlarının, RMCİS materyallerinin HEMA içeriğine bağlı olarak da değiştiğini bildirmişlerdir (92).

Su emilimini etkileyen faktörler incelendiğinde el ile karıştırma yapılan çift patlı sistemlerde, matriks içerisinde oluşan hava kabarcıklarının su ile dolduğu ve böylece materyalde ağırlık artışının gözlemlendiği bildirilmiştir (248). Bu çalışmada kullanılan YVCİS materyalleri karıştırıcı ile karıştırıldığı için bu olasılığın en aza indirildiği düşünülmektedir.

Iwami ve ark. (1998), ışıkla sertleşen çeşitli RMCİS ve diğer restoratif materyallerin su emilimlerinin ve buna bağlı olarak ağırlıklarındaki değişikliklerin incelenmesi ve bu materyallerin su emilim oranlarının GCİS ve kompozit rezin restorasyonlar ile karşılaştırılmasını amaçladıkları çalışmalarında; 3 adet RMCİS (Vitremer, VariGlass VLC ve Geristore V), 2 adet PMKR (Fuji II LC, Photac-Fil), 1

adet GCİS (Fuji II) ve 1 adet kompozit rezin (Clearfil AP-X) materyalini incelemiştirler. Araştırmacılar materyallerin su emilim düzeylerine bağlı olarak ağırlık değişimleri arasında belirgin farklılıklar bulunduğunu ve çalışmada RMCİS'lerin su emilim miktarlarının, GCİS materyalinden daha az, PMKR ve kompozit rezinlerden ise daha fazla olduğunu gözlemlemiştirler (93).

Benzer kuşak materyaller arasındaki su emilimi ve çözünürlükteki farklılıkların mevcut rezinin farklı oranlardaki çözücülerinden kaynaklanabileceği ileri sürülmektedir. Ticari ürün olarak piyasaya sunulan kompozit rezinlerin birçoğunda %30 ağırlıkta çözücü kullanılmasına karşın, farklı tipte, biçimde, büyüklükte ve içerikte doldurucu kullanılmaktadır (249,250).

Bu çalışmada kullanılan Tetric EvoCeram® ve SureFil™ materyallerinin her ikisi de bulkfil uygulanabilen ve polimerizasyon büzülmesi düşük kompozit rezinler olmalarına karşın, farklı miktarlarda su emilimi göstermelerinin yapısal içeriklerinden ileri geldiği düşünülmektedir. Tetric EvoCeram® nanohibrit, SureFil™ tepilebilir ve Filtek™Z250 de geleneksel mikrohibrit kompozit rezinlerdir. Bu materyallerin yapısında büyüklüğü, biçimi, şekli ve sayısı farklı inorganik doldurucular bulunmasının farklı miktarda su emilimi göstermelerinin nedeni olarak düşünülmektedir.

Yap ve ark. (2002) ısı değişiminin su emilimi üzerine etkisini dört farklı kompozit rezinde (Silux Plus, Z100, Ariston pHc ve Surefil) inceledikleri araştırmalarında, Surefil'in diğer kompozit rezinlere göre daha az su emilimi gerçekleştirdiğini bildirmişlerdir. Su emiliminin daha az olmasının Surefil'in yapısında bulunan inorganik doldurucu partiküllerin daha fazla, organik polimer matriks miktarının daha az olmasına bağlı olarak gerçekleştiğini ileri sürmüşlerdir (251).

Filtek™Z250 kompozit rezin materyali inorganik bölümünde zirkonyum ve silika doldurucular içermektedir. Bu doldurucuların hidrolizi sonucunda reaksiyon ürünü olarak doldurucu partikül yüzeylerinde metal-hidroksitler oluştuğu belirtilmiştir

(215,252,253) Doldurucu partikül yüzeyinde oluşan metal-hidroksitler, Filtek™Z250 örneklerinde görülen kütle artışına neden olabilir.

Li ve ark. (1985) doldurucu içeriğinin kompozit rezinin yapısına olan etkisini inceledikleri çalışmalarında, yüzde olarak düşük doldurucu içeriğine sahip kompozit rezinin su emilim değerinin doldurucu içermeyen rezine benzer olduğunu, bununla birlikte doldurucu oranı yüksek olan kompozit rezinlerin su emilimi değerlerinin diğerlerine göre anlamlı derecede düşük olduğunu bildirmişlerdir (254). Çalışmalarda kısa sürede polimerize olan kompozit rezinlerin anlamlı derecede yüksek miktarda su emilimi ve suda çözünürlük değerleri gösterdiği vurgulanmıştır (239,255,256).

Örtengren ve ark. (2001) yaptıkları çalışmada hidrofilik monomer içeren kompozit rezinlerin oldukça yüksek su emilim değeri olduğunu ayrıca birden fazla metakrilat grup içeren kompozit rezinlerin su emilim değerinin düşük olduğunu belirtmişlerdir (216).

Çalışmalarda materyalin üretimi sırasında yapısına katılan rezin monomerin tipinin su emilimi düzeyinde etkili olduğu gösterilmiştir.

Pearson ve ark. (1989) yaptıkları çalışma sonucunda UDMA içeren kompozit rezinlerin Bis-GMA içeren rezinlere göre daha az su emilimi gösterdiklerini belirtmişlerdir (250). **Branden (1984)** yaptığı çalışma sonucunda TEGDMA'nın tek başına kullanıldığı rezinlerin UDMA/TEGDMA bazlı rezinlere oranla daha fazla su emilimi gösterdiğini bildirmiştir (257). TEGDMA monomeri hidroksil gruplar içermemesine karşın, molekül yapısındaki eter bağlarının su ile uyumu nedeniyle suya afinite göstermektedir (216). **Atai ve ark. (2004)** yaptıkları çalışmada monomerlerin su emilim oranlarını sırasıyla düşüğe doğru TEGDMA, Bis-GMA, BTDMA (3,3',4,4'-benzophenone tetracarboxylic dianhydride) olarak bildirmişlerdir (258). **Sideridou ve ark. (2003)** Bis-GMA/TEGDMA kopolimerinin suda çözünme miktarının UDMA/Bis-EMA'dan fazla olduğunu belirtmiştir (239). **Ortengen ve ark. (2001)** küçük moleküllerin, büyük moleküllere ve TEGDMA'ya göre suda fazla salındığını belirlemişlerdir (113).

Bu çalışmada Tetric EvoCeram® BIS-GMA, UDMA, SureFil™ Üretan ile modifiye edilmiş Bis-GMA, Filtek™Z250de BIS-GMA, UEDMA, BIS-EMA monomerleri içermektedir. Farklı monomer içermeleri de farklı su emilimleri göstermelerine neden olmuştur, yüzey örtücü uygulanmış ve uygulanmamış kompozit rezinlerde en fazla su emilimini Filtek™Z250 materyali gösterirken, en az su emilimini de SureFil™ materyali göstermiştir.

Kompozitlerdeki su emilimi rezindeki hidrofilik gruplar nedeniyle meydana gelmektedir ve her bir kompozit rezin için su emilimi derecesi rezinin yapısına bağlı olarak değişmektedir. Genellikle düşük oranda doldurucu, yüksek oranda rezin içeren materyallerin su emiliminin daha yüksek olduğu bildirilmektedir (6,115,254). Bu çalışmada, Filtek™Z250 hacim olarak en düşük doldurucu içeriğine sahip materyal olduğundan, diğer kompozit rezinlere göre en yüksek su emilimi değerini göstermiştir.

Qysaed ve Ruyter (1986) yaptıkları çalışmada ışık ile polimerize olan 8 posterior kompozit materyalinin su emilimi ve suda çözünürlük özelliklerini incelemiş ve doldurucu oranı arttıkça su emilimi ve suda çözünürlük değerlerinin azaldığını, doldurucu yüzey alanının geniş olması ve materyalde hava boşluklarının bulunmasının ise su emilimini arttırdığını bildirmişlerdir (115).

Braden ve ark. (1984) ile Qysaed ve Ruyter (1986) inorganik partikül yüzdesi düşük olan rezin esaslı materyallerin su emilimlerinin, inorganik partikül yüzdesi yüksek olan materyallere oranla daha fazla olduğunun bildirmişlerdir (115,257).

Bu çalışmada, bukfil uygulamalı ve geleneksel kompozit rezin materyallerinin suda çözünürlük değerlerinin hem yüzey örtücü negatif hem de yüzey örtücü pozitif alt gruplarında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gösterdiği belirlenmiştir. Yüzey örtücü uygulamasından bağımsız olarak Tetric EvoCeram® ise her iki alt grupta da en az suda çözünürlük gösteren kompozit rezin materyali olmuştur. Kompozit rezin materyal grupları arasında SureFil™ grubunda yüzey örtücü uygulamasının suda çözünürlük değerlerini istatistiksel olarak anlamlı düzeyde azalttığı, diğer kompozit rezin materyallerinde ise böyle anlamlı bir etkinin bulunmadığı görülmüştür. Bu çalışmada

incelenen bulkfil uygulamalı ve geleneksel kompozit rezin materyallerinin suda çözünürlük özelliklerinin farklı olmasının, daha önceki çalışmalarda da gösterildiği gibi partikül büyüklerinin ve kimyasal bileşimlerinin farklılığından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Meyer ve ark. (1998) PMKR'lerin RMCİS ve GCİS'lerden daha düşük su emilimi gösterdiğini bildirmişlerdir. Bunun nedeni olarak suyun PMKR materyali içinde daha yavaş yayıldığını belirtmişlerdir. Aynı çalışmada PMKR'lerin su emiliminin kompozit rezinlere oranla küçük bir fark ile daha fazla olduğunu belirtmişlerdir. Desikasyon işlemi uygulanmayan materyallerin daha az su emilimi gösterdiği de bildirilmiştir (236).

Küçükşemen ve ark. (2007) iki farklı kompozit rezin (Filtek Z-250, Filtek Supreme), iki farklı PMKR (Compoglass F, Dyract AP) ve bir RMCİS'in (Vitrebond) halojen ve LED ışık cihazlarıyla polimerize edildikten sonra su emilimi ve suda çözünürlüklerini ISO 4049 ve ADA No:8'e göre inceledikleri çalışmalarında; kompozit rezin ve PMKR materyallerinin su emilimi ve suda çözünürlük değerlerinin RMCİS'lerden istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha düşük olduğunu bildirmişlerdir (212).

Archegas ve ark. (2008) farklı ışık kaynakları ile polimerize edilen 3 farklı kompozit rezinin (Herculite XRV, Tetric Ceram, Filtek Z250) su emilimi ve suda çözünürlük özelliklerini ISO 4049'a göre inceledikleri çalışmalarında; en fazla su emilimi ve suda çözünürlük gösteren materyal Filtek Z250 olarak bulunurken, en az su emilimi ve çözünürlük gösterenin de Herculite XRV olduğu ve bunu Tetric Ceram'ın izlediğini belirlemişlerdir. Ayrıca polimerizasyon süresi tamamlanmayan restoratif materyallerin su emilimi ve suda çözünürlük değerlerinin arttığını belirtmişlerdir (217).

Sideridou ve ark. (2011) 3 adet nanohibrit kompozit rezinin (Tetric EvoCeram, Grandio, Prototfill-nano) ve 2 adet nanofil kompozit rezinin (Filtek Supreme Body, Filtek Supreme Translucent) fiziksel özelliklerini inceledikleri çalışmalarında, ISO

4049'a göre hazırladıkları örneklerin su emilim ve suda çözünürlüklerini hesaplamışlardır. Kompozit rezinler arasında en fazla su emilimini, Filtek Supreme Body; en fazla çözünürlüğü Prototfill-nano gösterirken, en az su emilimi ve suda çözünürlüğü, Tetric EvoCeram materyalinin gösterdiği belirtilmiştir (259).

Bu çalışmada da Tetric EvoCeram® materyal grubunda elde edilen suda çözünürlük değerlerinin hem yüzey örtücü negatif hem de yüzey örtücü pozitif grubunda daha düşük olduğu saptanmıştır.

ISO 4049:2000'de restoratif materyallerin su emilimi değerlerinin $40 \mu\text{g}/\text{mm}^3$ 'e eşit veya daha az, suda çözünürlük değerlerinin ise $7,5 \mu\text{g}/\text{mm}^3$ 'e eşit veya daha az olması gerektiği bildirilmektedir (222). Bu çalışmada yüzey örtücü uygulanmış ve uygulanmamış SureFil™, Tetric EvoCeram®, Filtek™Z250, ChemFil®Rock, EQUIA™ Fil materyal örneklerinin su emilimi ve suda çözünürlük değerlerinin ISO standartlarına uyumlu olduğu görülmüştür.

Bu çalışmada, YVCİS olan EQUIA™ Fil materyal örneklerinin suda çözünürlük düzeyleri (-) negatif değerler olarak belirlenmiştir. Buna materyallerin son ağırlığının (M3) başlangıçta sabit ağırlığa geldikten sonraki ilk ağırlığına (M1) göre daha fazla olması neden olmuştur. Bir başka deyişle EQUIA™ Fil materyalin de bir kütle artışı meydana gelmiştir. *Janda ve ark.* ve *Fabre ve ark.* da rezin materyallerin suda çözünürlüklerini araştırdıkları çalışmalarında negatif değerler içeren sonuçlar elde etmişlerdir (247,260). *Janda ve ark. (2007)* bu tabloyu, örneklerin desikatörde kurutulması sırasında materyalin absorbe ettiği suyun tamamen uzaklaştırılmamasına bağlamışlardır (247). *Ortengren ve ark. (2001)* ise bu durumu su ile rezin materyallerde bulunan doldurucu partiküller arasındaki bir kimyasal reaksiyona bağlamışlar ve böylece materyalin ağırlık kazanabileceğini ileri sürmüşlerdir (216). Son yıllarda üretilen güncel restoratif materyallerden olan ChemFil®Rock ve EQUIA™ Fil su emilimi ve suda çözünürlük değerlerini inceleyen bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu iki materyal su emilimi özellikleri açısından benzerlik gösterirken suda çözünürlük davranışlarının farklı olduğu görülmüştür. EQUIA™ Fil materyalinin

suda çözünürlük miktarının negatif değerlerde kalmasına neden olan kütle artışının yapısal özelliklerine bağlı olarak meydana geldiği düşünülmektedir.

Fabre ve ark. (2007) yaptıkları suda çözünürlük deneyinin sonucunda negatif değerlerin elde edilmiş olmasının, çözünürlük olmadığı anlamına gelmediğini ancak materyallerin yüksek hidrofilik özellikte olmalarına bağlı olarak, su emiliminin çözünürlükten daha fazla olduğu durumlarda, negatif değerlerin elde edilebileceğini ileri sürmüşlerdir (260). Bu çalışmanın koşulları göz önüne alındığında, *Fabre ve ark. (2007)*'nin görüşü suda çözünürlükte EQUIA™ Fil'in negatif değerlere sahip olmasını açıklamaktadır.

İngilizce ve Türkçe diş hekimliği literatüründe, YVCİS'lerin ve düşük polimerizasyon büzülmesi gösteren bulkfil uygulamalı kompozit rezinlerin su emilimi ve suda çözünürlük özelliklerini karşılaştıran ve yüzey örtücü uygulamasının bu özelliklere etkisini değerlendiren bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu nedenle, özgün bir araştırma niteliğindeki bu çalışmanın bulgularının karşılaştırması yapılamamış, ancak daha önce yapılan rezinler veya CİS tiplerini değerlendiren çalışmaların bulguları irdelenmiştir.

GCİS'ler yapısında su bulunan hidrofilik materyallerdir. Materyalin yapısındaki su, gevşek veya sıkı bağlı bir şekilde bulunmaktadır. Cam iyonomerlerin desikasyon işlemi sırasında kurutulmaları, yapılarında bulunan gevşek bağlı suyun kaybedilmesine (hacminin %18-25)'i neden olmaktadır. Materyalin yapısında geriye kalan (hacminin %5'i) su ise sıkı bağlı olarak bulunmaktadır (190). *Kanchanasita ve ark. (1997)* yaptıkları çalışmalarında RMCİS'lerin yapısını oluşturan ve asit-baz reaksiyonunda görevli olan suyun, örneklerin desikatördeki kurutma işlemi sırasında materyalden uzaklaştırılmaması gerektiğini bildirmişlerdir (98). *Gerdolle ve ark. (2008)* 4 farklı restoratif materyalin su emilimi ve suda çözünürlüklerini ISO 4049:2000'e göre inceledikleri çalışmalarında; en yüksek su emilimi ve suda çözünürlük değerini RMCİS'lerin gösterdiği bildirilmiştir. Araştırmacılar, RMCİS'lerin başlangıç desikasyon işlemi sonucunda yapısında bulunan gevşek bağlı suyu kaybetmeleri nedeniyle asit-baz reaksiyonlarının tamamlanamadığını bu nedenle de yüksek su

emilim değeri gösterdiğini bildirmişlerdir (103). Bu çalışmada standardizasyonun sağlanabilmesi amacı ile kompozit ve YVCİS örneklerinin tümü 68 gün süresince desikatörde sabit ağırlığa gelinceye kadar tutulmuştur. Bu durum YVCİS'lerin yapısında bulunan ve sertleşmesinde önemli bir görevi olan gevşek bağlı suyun kaybına neden olmuştur. Bu nedenle kompozit rezinlere oranla YVCİS'lerin su emilimlerinin artmış olabileceği düşünülmektedir.

Cattani-Lorente ve ark. (1999) saklama koşulları farklı olan 5 farklı RMCİS'nin (Fuji II LC, Vitremer, Photac-Bond) su emiliminin materyallerin fiziksel özellikleri üzerindeki etkilerini 3 farklı GCİS (Chemfil, Fuji II, Ketac-Fil) ile karşılaştırdıkları çalışmalarında; tüm saklama koşullarında RMCİS'lerin, GCİS'lere oranla daha fazla miktarda ve daha hızlı bir şekilde su emilimi gösterdiklerini belirtmişlerdir. Buna ek olarak, RMCİS'lerin yapısında bulunan polikarboksilik asidin, inorganik cam partiküllerinin ve HEMA'nın fazla miktarda su emilimine neden olduğunu bildirmişlerdir (236).

Diş hekimliğinde kullanılan materyallerde mikrosızıntının oluşması, restorasyonların ömrünü ve klinik başarısını belirleyen önemli kriterlerden biri olarak bilinmektedir. Mikrosızıntı özellikle kompozit rezin restorasyonlarda, polimerizasyon büzülmesine ve adeziv sistemlerine bağlı olarak karşımıza çıkarak önemli sorunlara neden olan bir durumdur. Polimerizasyon sırasında oluşan bu büzülme, diş dokuları ile restoratif materyal arasındaki ısı genleşme katsayısındaki farklılık, restoratif materyallerin su emmesine, ara yüzdeki uyumun bozulmasına yol açar ve restorasyonun klinik başarısını etkileyen mikrosızıntının ortaya çıkmasına neden olur. Bundan dolayı kompozit rezin restorasyonların klinik başarısı ile doğrudan ilişkili kabul edilmektedir (160,161,261).

İnsan dişleri üzerinde yapılan *in vitro* çalışmalarda, restoratif materyalin uygulamasından önce ve sonra örneklerin su, distile su (37°C, 24°C, 60°C), %30 steril salin (37°C) veya timol kristali içeren distile suda bekletildiği görülmektedir (156,167,262).

Çalışmalar, dişlerin saklandığı sıvıda bulunan herhangi bir kimyasal maddenin dişin yapısına girerek dişin yapısında değişikliğe neden olabileceğini, bu nedenle yapılan ölçümlerde hatalar olabileceğini göstermiştir (263). Bu çalışmada, dişler distile su içerisinde bekletilmiş ve saklama sıvısı haftada bir kez değiştirilmiştir.

Mikrosızıntı derecelerini saptayabilmek amacı ile yapılan çalışmalarda, standardizasyonun sağlanabilmesi için genellikle çürüksüz süt veya sürekli insan azı dişleri tercih edilmektedir (141,151,264–266). Bazı çalışmalarda, çürüksüz insan dişlerinin temin edilmesinin zorluğu nedeniyle özellikle sığır dişlerinin tercih edildiği görülmektedir (265,266). Bu çalışmada, yeni çekilmiş çürüksüz üçüncü büyük azı insan dişleri kullanılmış; dişler çekim sonrasında yumuşak dokulardan temizlenip, oda sıcaklığında distile su içerisinde bekletilmiştir.

Mikrosızıntı çalışmalarının genellikle *in vitro* koşullarda 2. sınıf kavite ve 5. sınıf kavite üzerinde yapıldığı görülmektedir (141,149,156,267,268). Yapılan mikrosızıntı çalışmalarında hazırlanan kavite standardizasyon amacı ile, genellikle mezio-distal genişliği 3-4 mm, okluzal-gingival genişliği 2-2.5-3 mm ve derinliği 1.5-2 mm olan kavite hazırlanmıştır (141,149,156,267,268).

Çalışmalarda gruptaki örnek sayısı, yapılan araştırmaya göre değişiklik göstermekle birlikte, her grup için örnek sayısının genellikle 10 olarak seçilmesi gerektiği bildirilmiştir (141,149,156,269–272).

Termosiklus yöntemi, en sık kullanılan yaşlandırma yöntemlerinden biridir. Termosiklus uygulanmasının amacı, ağızda meydana gelebilecek ısı değişimlerini *in vitro* koşullarda taklit ederek, diş sert dokusu ile restorasyon arasında olabilecek ısıl genişleme farklılıklarını yansıtmak olarak bildirilmektedir (273).

Crim ve ark. (1987), Doerr ve ark. (1996) Kompozit rezin materyallerinin mikrosızıntı değerleri üzerinde farklı termal siklus tekniklerinin etkilerini inceledikleri çalışmalarında, termal siklus banyolarında bekletilme sürelerinin ve farklı siklus sayılarının, kompozitlerin mikrosızıntı değerleri üzerinde istatistiksel olarak anlamlı

bir etkisi olmadığını bildirmişlerdir (272,274). **Crim ve ark. (1985)** yaptıkları başka bir çalışmada, boya penetrasyon derecesinin termal banyolardaki kalış süresinden etkilenmediğini göstermiştir (185).

Chan ve ark. (1994) termal siklus işleminin mikrosızıntı değerleri üzerindeki etkilerini inceledikleri çalışmalarında, kök yüzeyine yaptıkları restorasyonlardan sonra dişlerin yarısını sabit sıcaklıkta bekletirken diğer yarısına termal siklus işlemi uygulamışlardır. Araştırmacılar tüm örneklerin mikrosızıntı değerlerini incelediklerinde termal siklus işleminin uygulandığı ve uygulanmadığı örnekler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadığını bildirmişlerdir (271).

Gale ve Darvell (1999), 10000 adet siklusun in vivo olarak yaklaşık 1 senelik fonksiyona eşdeğer olduğunu, ISO standartlarının önerdiği 500 siklusun ise uzun dönem bağlanmanın taklit edilmesi için çok kısa olduğunu öne sürmüştür (275).

Ağızda yiyecek ve içecekler ile 0°C ile 60°C arasında değişebilen ısı değerlerinin oluşabileceği ve ağız ortamının minimum 4-8°C, maksimum 45-60°C sıcaklıklara dayanabileceği bildirilmiştir (276).

Türkün ve Ergücü (2004), farklı mikrosızıntı çalışmalarında kullanılan gereç ve yöntemlerinin karşılaştırmasını yaptıkları derlemelerinde, en sık tercih edilen yaşlandırma yönteminin termal siklus olduğunu, termal siklustan önce ve sonra örneklerin 37°C'deki distile suda 24 saat bekletilmesi gerektiğini bildirmişlerdir. Termal siklus uygulamasının çok büyük oranda 5°-55°C sıcaklıkları arasında (%98,7), çeşme suyu kullanılarak gerçekleştirildiğini (%96,6), en sık tercih edilen siklus sayısının da 250-500 arasında olduğunu, ısı banyosunda (dwell time) kalma süresinin ise 30 sn olarak (%82,7) uygulandığını belirtmişlerdir (269).

Bu çalışmada, tüm örneklerle termosiklus uygulaması çeşme suyu kullanılarak gerçekleştirilmiş, termal siklus 5 °C ile 55 °C'lik (± 2 °C) ısı banyolarında, her banyoda bekletme süresi 30 sn olarak 1000 kez uygulanmıştır.

Yapılan literatür incelemesi sonucunda, restorasyon materyallerinde meydana gelen mikrosızıntı değerlerinin belirlenmesinde boya penetrasyon yöntemi, radyo izotopların kullanılması, kimyasal ajanların kullanılması, bakteriyel yöntemler, elektrokimyasal yöntemler, nötron aktivasyon analizi, hava basıncı yöntemi ve mikroskopik inceleme (SEM, CLSM) gibi farklı yöntemlerin kullanıldığı görülmüştür (130,156,188,269,277,278). Tüm bu yöntemler arasında uygulanmasının kolay olması ve güvenilir sonuçlar vermesi nedeniyle boya penetrasyon yönteminin en sık tercih edilen yöntem olduğu bildirilmektedir (141,156,188,269). Günümüze kadar yapılan mikrosızıntı çalışmalarının birçoğunda, diş restorasyon ara yüzeyindeki mikrosızıntının belirlenmesinde farklı boyayıcı ajanlar kullanılmış ve oluşan renklemelerin dereceleri skorlanarak değerlendirilmiştir (156,279,280). Bu bilgilerin ışığında, bu çalışmada da örnekler termalsiklusta yaşlandırıldıktan sonra, mikrosızıntının belirlenmesinde boya penetrasyon yöntemi tercih edilmiştir.

Türkün ve Ergücü (2004), aynı derleme makalesinde mikrosızıntı çalışmalarında kullanılan boya irdelemişler ve çalışmaların %86,8'inde dişlerin yaşlandırma işleminden sonra, çeşitli boya çözeltilerinde bekletildiğini bildirmişlerdir. Kullanılan boya çözeltilerinin tercih edilme oranları % 40,8 bazik fuksin, % 26,5 gümüş nitrat, %20 metilen mavisi olarak belirtilmiştir. Isı banyosunda bekletme süresi bazik fuksin için 24 veya 48 saat, gümüş nitrat için 2 saat, metilen mavisi için ise 4 saattir. Boyanın kök ucundan sızmasını önlemek için kök ucu kompozit ile kapatılmaktadır (269).

Boya penetrasyon yönteminde, hazırlanan kavitelere restoratif materyal uygulandıktan sonra örnekler belirlenen süre boyunca boya içerisinde bekletilmekte ve daha sonra akan su altında yıkanmaktadır. Mikrosızıntının değerlendirilmesinde farklı partikül büyüklüğüne sahip birçok boya materyalinin kullanılabileceği ancak farklı boyaların sonucu etkilemediği bildirilmiştir (281).

Crim ve ark. (1987), farklı sürelerde boya çözeltilerinde beklettikleri örneklerin mikrosızıntı değerlerini inceledikleri çalışmalarında boya penetrasyon derecelerinin, boyada kalış süresinden etkilenmediğini bildirmişlerdir (272).

Türkün ve Ergücü (2004) mikrosızıntı değerlendirilmesi ile ilgili yapılan çalışmalarda üç boyutlu değerlendirme yapmanın zor, zaman alıcı ve uygulayıcı kişinin deneyimine bağlı olması nedeniyle, en çok tercih edilen yöntemin iki boyutlu değerlendirme olduğunu (%96,7) bildirmişlerdir (269).

Bu çalışmada farklı restoratif materyallerin mikrosızıntı düzeylerini ölçmek için iki boyutlu değerlendirme yöntemi kullanılmış, öncelikle dişler, bukkal ve lingual/palatalde hazırlanan kaviteyi birbirinden ayırmak için mesio-distal yönde kesilmiştir. Daha sonra dişler bukkal-lingual yönde restorasyonun ortasından geçecek şekilde kesildikten sonra, boya penetrasyon derecesi stereomikroskop (Leica MZ 16 FA) altında x30 büyütme kullanılarak okluzal ve gingival yüzeylerde ayrı ayrı skorlama yapılmıştır.

Çocuklarda ve yaşlı hastalarda sık rastlanılan kole çürükleri, diğer kavite tiplerine oranla mikrosızıntıdan daha fazla etkilenmektedir. Bu durum servikal bölgedeki mine kalınlığının yetersizliği, bu bölgedeki mine prizmalarının sayısı ve doğrultularının farklı olması gibi histomorfolojik yapı farklılıkları, devamlı bir cep sıvısı akışının olması veya farklı etkenlere bağlı olarak gelişen nem kontaminasyonu gibi nedenlerle açıklanmaktadır (282,283). Cam iyonmer simanların mineralize diş dokularına kimyasal olarak bağlanabilmeleri, diş dokusuna benzer termal genleşme katsayılarına sahip olmaları, doku uyumları ve florid açığa çıkarabilmeleri bu materyallerin süt ve sürekli dişlerin 5.sınıf kavite restorasyonlarında tercih edilmelerine neden olmuştur. Klinik çalışmalar 5.sınıf kaviteyi cam iyonmer simanların, asit ve bonding ajanları ile birlikte kullanılan rezin restorasyonlarından daha başarılı olduğunu göstermektedir (283).

Adeziv diş hekimliğinde, başarılı bir restorasyon için, kompozit rezinlerin diş dokularına iyi bir şekilde adaptasyonunun sağlanması gerekmektedir. Çok basamaklı total-etch adeziv sistemleri teknik hassasiyet ve klinik uygulamanın uzun zaman alması gibi dezavantajlara sahip olmakla birlikte, bu işlemlerin özellikle küçük çocukların uyumunu zorlaştırdığı ve asidin hoş olmayan tadının çocuklarda rahatsızlığa neden olduğuna dikkat çekilmiştir (284,285) Self-etch adeziv sistemler

teknik hassasiyetlerinin az olması, asitle yıkama ve aşırı kurutma riskinin olmaması nedeniyle, diş hekimleri tarafından sıklıkla tercih edilmektedir (168,286). Ayrıca self-etch sistemlerde, asidi uzaklaştırılmak için yıkama işlemine gerek olmaması nedeniyle uyum düzeyi düşük olan küçük çocuklarda kullanımının avantaj sağlayacağı da belirtilmektedir (287).

Ferrari ve ark. (1997) tarafından yapılan bir çalışmada 5. sınıf restorasyonlarda mükemmel bir sızdırmazlık sağlamak için self-etch uygulamasına ek olarak minenin asitle pürüzlendirilmesini önermişlerdir (288). Buna karşın, **Belli ve ark. (1998)** mine asitlemesinin polimerizasyon büzülme streslerinden dolayı oluşan sızıntı ve mine kırıkları üzerine herhangi bir etkisinin olmadığını öne sürmüştür (289).

Bu çalışmada ise, adeziv sistem olarak iki aşamalı self-etch materyali olan Clearfil SE Bond adeziv sistemi kullanılmış, minede asitleme yapılmamıştır.

Agostini ve ark. (2001) süt dişlerine Adper Prompt-L-Pop ve Clearfil SE Bond uyguladıktan sonra, mine ve dentin sert dokularındaki bağlanma güçlerini değerlendirdikleri çalışmalarında, her iki adezivde de mine dokusuna düşük bağlanma, dentinde ise Adper Prompt-L-Pop uygulanan örneklerde Clearfil SE Bond'a göre daha zayıf bağlanma değeri belirlendiğini bildirmişlerdir. Ayrıca Clearfil SE Bond orta kuvvette asidik (pH=2,0) ve Adper Prompt-L-Pop yüksek kuvvette asidik (pH=0,9) yapıya sahip kendinden pürüzlendiren bağlayıcılardır. Bağlayıcıların yüksek asiditesinin kompozitlerin polimerizasyonuna engel olduğu belirtilmiştir (290).

Cardoso ve Sadek (2003), farklı adeziv sistemlerini kullandıkları çalışmalarında en düşük mikrosızıntı düzeyinin Clearfil SE Bond sisteminde belirlendiğini bildirmişlerdir (291). **Moura ve ark. (2006)** ise, mine prizmalarının oryantasyonunun, uygulanan primerin içeriğinin ve asidik etkisinin diş sert dokusu, rezin ara yüz morfolojisi üzerinde etkisi olduğunu ifade etmişlerdir. Ayrıca, Clearfil SE Bond uyguladıkları dişlerin SEM incelemesinde diş sert dokusu rezin arasında sıkı bir adaptasyonun olduğunu ve total-etch uygulanan dişlerde, sadece Clearfil SE Bond

uygulanan dişlere göre daha çok sayıda rezin tagların görüldüğünü bildirmişlerdir (292).

Demirci ve ark. (2007) Adeziv sistemlerin farklı uygulama şekillerinin 5.sınıf kavitelere mikrosızıntıya etkilerini inceledikleri çalışmalarının sonucunda hiçbir materyalin 5.sınıf kavitelere mikrosızıntıyı tamamen elimine edemediğini belirtmişlerdir. Kavitelere normal prosedürde uygulanmış olan, total-etch ve self-etch sistemler arasında da istatistiksel olarak bir fark bulunmadığını bildirmişlerdir (267).

Konuyla ilgili yapılan *in vitro* çalışmalarda **Arias ve ark. (2004)**, 2. sınıf kavitelere üç farklı adeziv sistemi karşılaştırmışlardır. İçlerinden self-etch adezivi diş sert dokusu ile rezin arasında sıkı bir adaptasyon oluşturmada en başarılı sistem olarak bulduklarını bildirmişlerdir (138). **Borges ve ark. (2007)** 5. sınıf kavitelere self-etch ve total-etch sistem adezivlerin mikrosızıntılarını karşılaştırdıkları çalışmalarında self-etch adezivleri daha başarılı bulunmuşlardır (293). Benzer başka bir çalışmada **Hanning ve ark. (1999)** self-etch adezivle geleneksel asit etch adeziv uygulanan örneklerde, kavitelere self-etch adezivlerin başarılı bir şekilde geleneksel asit etch adeziv üçlü uygulamasına alternatif olabileceğini bildirmişlerdir (294).

Kutu şeklindeki kavitelere için C faktörü yaklaşık 5 olarak hesaplanmıştır. Konfigürasyon faktörü olarak adlandırılan C faktörü bağlanmış yüzeylerin bağlanmamış yüzeylere oranı olarak tanımlanmaktadır. C faktörü arttığında bir restorasyonun kontraksiyon streslerinin de arttığı iddia edilmektedir (160,295).

Pitruzello ve ark. (1997) fazla sızıntı değerlerinin kavite şeklinin ve kutu şeklindeki kavitelere oluşan aşırı polimerizasyon büzülme stresi faktörü ile olduğunu öne sürmüşlerdir (296). **Tarle ve ark. (1998)** yaptıkları çalışmada, konfigürasyon faktörü 1'in altındaysa büzülme streslerinin düşük, 3'ün üzerindeyse stres değerlerinin yüksek olduğunu bildirilmişlerdir (297).

Diş hekimliğinde polimerizasyon büzülmesini azaltmaya yönelik pek çok materyal geliştirilmekte, farklı uygulama teknikleri önerilmektedir (298,299).

Oberholzer ve ark. (2005) LED ve Halojen ışık kaynaklarıyla yaptıkları çalışmalarında, Esthet-X restoratif materyalinin 5.sınıf kavitelere görülen mikrosızıntı düzeylerini inceledikleri çalışmalarında, LED ile Halojen ışık kaynakları arasında anlamlı bir fark olmadığını bildirmişlerdir (300).

Hofmann ve ark. (2003) *in vitro* koşullarda yaptıkları çalışmada 5.sınıf restorasyonlarda daha iyi bir kenar uyumu sağlamak için polimerizasyon büzülmesi düşük olan materyallerin seçiminin, polimerizasyonda kullanılan ışık kaynağından daha önemli olduğunu ileri sürmüşlerdir (166).

Castro ve Feigal (2002) iki GCİS (Fuji IX, Fuji II), bir RMCİS (Vitremer) ve bir kompozit rezin (TPH) materyalinin süt ve sürekli dişlerdeki mikrosızıntı değerlerini inceledikleri çalışmalarında, en fazla mikrosızıntı gösteren materyalin GCİS'lerden Fuji II olduğunu; en az mikrosızıntı gösteren materyalin ise yine bir GCİS olan Fuji IX materyali olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca kompozit rezin materyalinin süt dişlerinde sürekli dişlere göre istatistiksel olarak anlamlı derecede daha fazla mikrosızıntı gösterdiğini bildirmişlerdir (151).

GCİS'lerde diş yapılarıyla iyon değişimi ve difüzyonla gerçekleşen adezyonun yanı sıra, termal genleşme katsayılarının diş yapılarına çok yakın olması nedeniyle mikrosızıntı riskinin hemen hemen ortadan kalacağı belirtilmiştir (301,302). Ayrıca CİS'lerin dentine mineye oranla daha güçlü bir bağlanma gerçekleştirdikleri belirtilmiştir (303).

Bu çalışmada düşük polimerizasyon büzülmesi gösteren, bulkfil uygulanabilen materyallerden SureFil™, Tetric EvoCeram®, bir adet geleneksel kompozit rezin olan Filtek™Z250 ve iki adet bulkfil uygulanabilen YVCİS olan ChemFil®Rock ve EQUIA™ Fil materyallerine BisCover™LV yüzey örtücü uygulamasının mikrosızıntıya etkisini incelenmiştir.

CİS'lerde mikrosızıntıyı azaltma yöntemlerinden birinin de restorasyonu cilalama işleminin öncesinde ve sonrasında yüzey örtücü uygulaması olduğu

belirtilmektedir. **Chuang ve ark. (2001)** RMCİS'lerde mikrosızıntının azaltılması için bitirme ve cilalama işlemlerinden önce farklı yüzey koruma sistemlerini araştırmışlardır. Araştırmacılar çalışmanın sonucunda, yüzey koruma sistemlerinin kullanılmasının anlamlı derecede mikrosızıntıyı azalttığını belirtmişlerdir (149).

Oba ve Aras (2003) çalışmalarında RMCİS olan Fuji II LC ve PMKR olan F2000'in mikrosızıntı özelliklerini 20 adet çürüksüz süt azı dışında test etmişlerdir. Sonuç olarak, süt dişlerinde F2000'nin mikrosızıntısının Fuji II LC'ye oranla istatistiksel düzeyde daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca çalışmalarında Fuji II LC dolgu materyali uyguladıktan ve bitirme işlemleri yapıldıktan sonra, üretici firmanın tavsiyesi doğrultusunda restorasyonların yüzeyi GC Fuji Coat ile örtülmüştür. Çalışmalarında Fuji II LC örneklerinin hiçbirinde okluzal ve gingivalde mikrosızıntı gözlenmemesinde, yüzey örtücünün restorasyon yüzeylerini iyi bir şekilde kaplayarak ve simanın olgunlaşma aşamasında nem kontaminasyonunu engelleyerek fiziksel ve mekanik özelliklerini olumlu yönde etkilemesi ve mikro aralık oluşumunu engellemesiyle de ilişkili olabileceğini belirtmişlerdir (141).

Magni ve ark. (2008) 5. Sınıf kaviterlerde akışkan kompozit rezin (Gradia Direct Flow) ve CİS (Fuji IX) ile yapılan restorasyonların üzerine yüzey örtücü (G Coat Plus) uygulamasının yüzey örtücü uygulanmayan örneklerle göre mikrosızıntıyı anlamlı ölçüde azalttığını bildirmişlerdir. (155).

Bağlar ve ark. (2010) iki farklı restoratif materyalin 5. sınıf kaviterlerdeki mikrosızıntıya etkisini inceledikleri çalışmalarında, bir kompozit rezin (Clearfil Esthetic) ve bir YVCİS (Fuji IX EXTRA) kullanmışlardır. Çalışmanın sonucunda kullanılan iki restoratif materyal de mikrosızıntı yönünden başarılı bulunmuştur. Ayrıca araştırmacılar Fuji IX EXTRA uyguladıktan ve bitirme işlemleri sonrasında, üretici firmanın önerisi doğrultusunda GC Fuji Coat yüzey örtücü ile restorasyonu örtmüşlerdir. Fuji IX EXTRA örneklerinin mikrosızıntı skorlarının çok düşük olmasında, yüzey örtücünün dolgu yüzeyinde iyi bir örtücülük sağlaması, ayrıca simanın olgunlaşma esnasındaki nem kontaminasyonunu engelleyerek fizikomekanik

özelliklerini olumlu yönde etkilemesi ve mikroaralık oluşumunu engellemesinin etkili olduğunu belirtmişlerdir (156).

Sadeghi ve ark. (2013) Nanohibrit (Herculite XRV Ultra) ve tepilebilir kompozit rezinlerin (Packable Premise) mikrosızıntı özelliklerini ve rebond uygulamasının mikrosızıntıya etkisini değerlendirmek amacıyla yaptıkları çalışmalarında, kompozit rezin materyal grupları ve rebond işlemi uygulanmış örnekler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamış, araştırmacılar rebond işleminin mikrosızıntıyı minimal düzeyde azalttığını belirtmişlerdir (305).

Bu çalışmada yüzey örtücü uygulamasının bulkfil uygulamalı, düşük polimerizasyon büzülmesi gösteren kompozit rezinler (SureFil™, Tetric EvoCeram®) ile hibrit kompozit rezin materyal gruplarında (Filtek™Z250) ve YVCİS (ChemFil®Rock) te gingivalde ve okluzalde mikrosızıntıyı azalttığı görülmüştür. Sadece YVCİS olan EQUİA™ Fil de gingivalde mikrosızıntıyı azaltırken, okluzalde anlamlı bir şekilde arttırdığı görülmüştür. Bu farkın EQUİA™ Fil materyalinde standardı sağlamak için kendi yüzey örtücüsünün kullanılmaması ve BisCover™LV uygulaması öncesinde asit uygulamasının neden olmuş olabileceği düşünülmektedir. *Chuang ve ark. (2001)* yılında yaptıkları çalışmalarının sonuçları bu sonucu destekler niteliktedir.

Chuang ve ark. (2001) RMCİS de farklı yüzey örtücü uygulamalarının, mikrosızıntıya etkisini değerlendirdikleri çalışmalarında, 1. grupta yüzey örtücü uygulanmamış, 2. grupta Fuji varnish, 3. grupta Scotchbond Multipurpose, 4. grupta ise Scotchbond Multipurpose uygulanmadan önce cilalanmış restorasyon yüzeyine %35'lik fosforik asit uygulanmıştır. Sonuç olarak bu çalışmada mikrosızıntıyı en başarılı şekilde önleyen uygulamanın adeziv rezin uygulaması olduğu bildirilmiştir. Asit uygulaması yapılan 4. Grupta ise okluzalde mikrosızıntının üçüncü gruba göre daha iyi, gingivalde ise daha başarısız olduğu görülmüştür. Araştırmacılar yüzey örtücü uygulamasından önce asitle pürüzlendirmenin gingivalde mikrosızıntıyı arttırması nedeniyle önermediklerini bildirmişlerdir (149).

Yapılan çalışmalarda kavite hazırlanmasından sonra mineye fosforik asit uygulamasının, restoratif materyallerin kenar adaptasyonunu arttırdığı ve minede daha yüksek bağlanma direncinin elde edildiği açıklanmıştır (305–307). *Luo ve ark. (2000)*, *Yılmaz ve ark. (2005)*'nin yaptıkları çalışmalar bu görüşü desteklemektedir (154,306).

Bu çalışmada, üretici firmanın önerdiği yüzey düzenleyici olan GC Cavity Conditiner, YVCİS olan EQUIA™ Fil örneklerinin tümünde uygulanmış, YVCİS olan ChemFil®Rock materyal grubunda ise, üretici firma yüzey düzenleyici uygulamasına gerek olmadığını belirttiği için kavitelere yüzey hazırlığı yapılmamıştır. Bu iki YVCİS'in yüzey örtücü uygulanmış ve uygulanmamış alt gruplarında mikrosızıntı sonuçları açısından istatistiksel olarak anlamlı düzeyde fark görülmüştür. *Yılmaz ve ark. (2005)* yaptıkları çalışmalarındaki benzer bir sonuç olarak ChemFil ®Rock grubunda, EQUIA™ Fil grubuna göre hem gingivalde, hemde okluzalde daha fazla miktarda mikrosızıntı görülmüştür.

Yapılan çalışmalarda kompozit rezin materyalinin kaviteye uygulanış biçiminin ve kullanılan ışık kaynaklarının restorasyonların başarısını etkilediği ileri sürülmektedir (156,262,308–310).

Cavalcante ve ark. (2007) Farklı ışık kaynaklarının [QTH, LED, AL (argon ion laser) ve PAC (plasma arc curing)] farklı özellikteki kompozit rezinlerde görülen mikrosızıntıya etkisini inceledikleri çalışmada, mikrohibrit kompozit rezin olan Z250 ve iki adet tepilebilir kompozit rezin olan SureFil ve Tetric Ceram HB materyallerinin gingival marjinde oluşan mikrosızıntı skorları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadığını bildirmişlerdir (308).

Poskus ve ark. (2004) tabakalama ve bulkfil uygulamalı kompozit rezin (Solitaire, SureFil, Filtek A110, Z100 ve ALERT) materyallerinin mikrosızıntı değerlerini inceledikleri çalışmada, bulkfil tekniği ile uygulanan örneklerde tabakalı teknik ile uygulanan örneklere göre daha fazla mikrosızıntı gördüklerini bildirmişlerdir (310).

Aranha ve Pimenta (2004) 2.sınıf kavitelere; nanohibrit kompozit rezin olan Tetric Ceram® ve tepilebilir kompozit rezin olan Surefil™ materyallerinin kaviteye tabakalı ve bulkfil tekniği ile uygulanmalarının mikrosızıntıya etkisini incelemiştir. Her iki kompozit rezin çeşidinde de mikrosızıntı tam olarak elimine edilememiştir. Tabakalı ya da bulkfil tekniği ile uygulanan Tetric Ceram® örnekleri arasında mikrosızıntı açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark görülmezken, tabakalı ya da bulkfil uygulanan Surefil™ örneklerine göre Tetric Ceram® örneklerinin daha az mikrosızıntı gösterdiği anlaşılmıştır. Sonuç olarak kullanılan materyallerin her iki teknik ile uygulanmasının mikrosızıntı açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı belirtilmiştir (309).

Bu çalışmada da Aranha ve Pimenta' nın çalışmasının sonuçlarına benzer şekilde, hem yüzey örtücü pozitif hem de yüzey örtücü negatif alt gruplarında bulkfil uygulanan (Nanohibrit) TetricEvoCream® materyal grubu, bulkfil uygulanan Surefil™ materyal grubundan daha az mikrosızıntı göstermiştir.

Krifka ve ark. (2012) 5.sınıf kavitelere farklı adeziv sistemler ile birlikte (OptiBond FL, AdheSE One ve Silorane) uygulanan farklı tipte kompozit rezin materyallerinin (Filtek Silorane, Seramco Els, Tetric EvoCeram, Tetric EvoFlow, Grandio ve Ultraseal XT Plus) mikrosızıntı özelliklerini incelemiştir. Çalışmada kullanılan tüm restoratif materyallerin, minedeki mikrosızıntı oranı dentindeki mikrosızıntı oranından düşük bulunmuştur. Siloran bazlı kompozit rezin daha düşük oranda mikrosızıntı göstermiştir. Sonuç olarak kompozit rezinin kimyasal yapısının dişe bağlanmayı etkilediğini belirtmişlerdir (311).

Krifka ve ark. (2012)' nın çalışmalarında kullandıkları restoratif materyaller düşük polimerizasyon büzülmesine sahip kompozit rezinlerdir. Filtek Silorane en düşük polimerizasyon büzülmesi gösteren restoratif materyal olduğu firma tarafından belirtilmektedir. Bu çalışmada seçtiğimiz kompozit rezinler de düşük polimerizasyon büzülmesine sahiptir. Bu çalışmada kullanılan kompozitlerin üretici firmaların belirttiği polimerizasyon büzülmesine göre; en fazla SureFil™ ve Filtek™Z250 iken; en az Tetric EvoCeram® şeklindedir. Polimerizasyon büzülmesi büyük olan

kompozitlerin mikrosızıntısında fazla olduğunu göstermiştir. Mikrosızıntı en fazla SureFil™ ve Filtek™Z250 iken; en az Tetric EvoCeram® şeklinde elde edilen sonuçlarda bunu desteklemektedir. Yüzey örtücü uygulaması kompozit rezinlerde mikrosızıntıyı azaltmış ama sıralamayı değiştirmemiştir buda bize seçilecek restoratif materyalinin kimyasal yapısının önemini göstermektedir.

Bu çalışmada mikrosızıntı özellikleri incelenen ve yüzey örtücü uygulamasının mikrosızıntıya etkisi değerlendirilen bulkfil uygulamalı kompozit rezinlerden Tetric EvoCeram® materyal grubunun, yüzey örtücü negatif ve pozitif alt gruplarında, diğer bulkfil uygulamalı kompozit rezin olan SureFil™ materyal grubuna göre, hem gingivalde hem de oklüzalde daha düşük mikrosızıntı gösterdiği belirlenmiştir. Benzer farklılıklar YVCİS materyal grupları arasında da görülmüş; ChemFil® Rock materyal grubunun mikrosızıntı skorları hem gingivalde, hem de oklüzalde EQUIA™ Fil materyal grubundaki örneklerden daha yüksek bulunmuştur. Bu bulguların ışığında, restoratif materyallerin kimyasal içeriklerinin, mikrosızıntı üzerinde yüzey örtücü uygulamasına göre daha etkili oldukları düşünülmektedir.

6. SONUÇLAR

1. Bu çalışmada incelenen tümü bulkfil uygulamalı restoratif materyallerden, yüksek viskoziteli cam iyonomer simanların su emilim miktarlarının kompozit rezinlere oranla daha fazla olduğu görülmüştür.
2. Tüm materyal grupları arasında, hem yüzey örtücü negatif hem de pozitif alt gruplarında, en yüksek su emilimi miktarının ChemFil® Rock materyal grubunda olduğu tesbit edilmiştir.
3. Tüm materyal grupları arasında, hem yüzey örtücü negatif hem de pozitif alt gruplarında, su emilimi miktarının SureFil™ materyal grubunda en düşük olduğu, diğer materyal grupları ile arasındaki farkın da istatistiksel olarak anlamlı olduğu belirlenmiştir ($p < 0,05$).
4. Bulkfil uygulamalı kompozit rezin olan SureFil™ ve Tetric EvoCeram® materyal gruplarının su emilimi değerlerinin kompozit rezin materyali Filtek™Z250 materyal grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde düşük olduğu görülmüştür ($p < 0,05$).
5. Yüzey örtücü uygulamasının hiçbir materyal grubunda su emilimini istatistiksel olarak anlamlı düzeyde azaltmadığı görülmüştür ($p > 0,05$).
6. Materyal gruplarının suda çözünürlük değerleri arasındaki farkın, hem yüzey örtücü negatif hem de pozitif alt gruplarında istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmüştür ($p = 0,0001$). Tüm materyal grupları arasında, her iki alt grupta da, en düşük suda çözünürlük bulkfil uygulamalı bir kompozit rezin olan Tetric EvoCeram® materyal grubunda elde edilirken, en yüksek değer ise, aynı özelliklere sahip SureFil™ materyal grubunda olduğu görülmüştür.
7. Bulkfil uygulamalı, yüksek viskoziteli cam iyonomer siman olan EQUIA™ Fil materyal grubunun, suda çözünürlük değerleri, hem yüzey örtücü negatif hem de pozitif alt gruplarında negatif değerler olarak hesaplanmıştır. Diğer materyal gruplarına göre farklılık gösteren bu bulgunun, EQUIA™ Fil materyal örneklerinin, suda bekletilmeleri sırasında çözünmek yerine, başlangıç ağırlık değerlerine göre ağırlık kazanmaları, yani materyalin kütlesinde bir artışın meydana gelmesi nedeniyle ortaya çıktığı düşünülmektedir.

8. Materyal gruplarının su emilimi ve suda çözünürlük değerleri arasındaki ilişkiye bakıldığında ise, yalnızca Tetric EvoCeram® materyal grubunun yüzey örtücü negatif ve pozitif alt gruplarında istatistiksel olarak anlamlı ve pozitif yönde bir ilişki gözlenmiştir ($r=0,739$ $p= 0,015$).
9. Yüzey örtücü uygulamasının tüm materyal gruplarında gingivalde ve oklüzalde mikrosızıntıyı azalttığı gözlenmiştir. Yüzey örtücü negatif ve pozitif alt gruplarında, en fazla mikrosızıntı ChemFil ®Rock materyal grubunda gözlenirken, en az mikrosızıntı Tetric EvoCeram® materyal grubunda saptanmıştır ($p=0,0001$).
10. ChemFil ®Rock materyal grubunun mikrosızıntının gingivalde yüzey örtücü negatif alt grubunda şiddetli olarak skorlandığı örnek sayısının, yüzey örtücü pozitif alt grubundaki örneklere göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksek olduğu görülmüştür ($p=0,014$). Filtek™Z250 mikrohibrit kompozit rezin materyal grubunda ise, mikrosızıntının hafif olarak skorlandığı örneklerin sayısının yüzey örtücü pozitif alt grubunda yüzey örtücü uygulanmayan alt gruba göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksek olduğu görülmüştür ($p=0,021$).
11. Bu çalışmada mikrosızıntı özellikleri incelenen ve yüzey örtücü uygulamasının mikrosızıntıya etkisi değerlendirilen bulkfil uygulamalı kompozit rezinlerden Tetric EvoCeram® materyal grubunun, yüzey örtücü negatif ve pozitif alt gruplarında, diğer bulkfil uygulamalı kompozit rezin olan SureFil™ materyal grubuna göre, hem gingivalde hem de oklüzalde daha düşük mikrosızıntı gösterdiği belirlenmiştir. Benzer farklılıklar yüksek viskoziteli cam iyonomer siman materyal grupları arasında da görülmüş; ChemFil ®Rock materyal grubunun mikrosızıntı skorları hem gingivalde, hem de oklüzalde EQUIA™ Fil materyal grubundaki örneklerden daha yüksek bulunmuştur.
12. Sonuç olarak, bu in vitro çalışmada çeşitli fiziksel özellikleri değerlendirilen bulkfil uygulamalı kompozit rezin ve cam iyonomer siman materyallerinin yüzey örtücü uygulanmasından bağımsız olarak su emilimi, suda çözünürlük ve mikrosızıntı değerlerinde görülen farklılıkların kimyasal yapılarından kaynaklandığı, materyallerin yapısal özelliklerinin ve kimyasal içeriklerinin

fiziksel özellikleri üzerinde yüzey örtücü uygulamasına göre daha etkili olduğu düşünülmektedir.



7. KAYNAKLAR

1. Jagadish S, Yogesh BG. Fracture resistance of teeth with Class 2 silver amalgam, posterior composite, and glass cermet restorations. *Oper Dent.* 1990;15(2):42–7.
2. el-Mowafy O. Management of extensive carious lesions in permanent molars of a child with nonmetallic bonded restorations--a case report. *J Can Dent Assoc.* 2000 Jun;66(6):302–7.
3. Anderson MH, McCoy RB. Dental amalgam. The state of the art and science. *Dent Clin North Am.* 1993 Jul;37(3):419–31.
4. Wakefield CW, Kofford KR. Advances in restorative materials. *Dent Clin North Am.* 2001 Jan;45(1):7–29.
5. Z. B. Pedodontide rezin modifiye cam iyonomer simanlar ve kompozitler. *Ank Üniv Dişhek Fak Derg.* 2000;27(3):439–44.
6. Noort R Van. *Introduction to Dental Materials: Introduction to Dental Materials.* Elsevier Health Sciences; 2013.
7. Dietschi, D SR. Historical perspective. *Adhesive Metal Free Restorations.* Quintessence Publishing; 1997. p. 215.
8. Peutzfeldt A. Resin composites in dentistry: the monomer systems. *Eur J Oral Sci.* 1997 Apr;105(2):97–116.
9. Rosenstiel S, Land M, Crispin B. Dental luting agents: a review of the current literature. *J Prosthet Dent.* 1998;80:280–301.
10. Nalçacı A UN. Farklı polimerizasyon zamanlarının kondanse edilebilir kompozit rezinlerin yüzey sertliği üzerine etkileri. *AÜ Diş Hek Fak Derg.* 2005;(32):79–84.
11. Hubbezoğlu I, Bolayir G, Doğan OM, Doğan A, Ozer A, Bek B. Microhardness evaluation of resin composites polymerized by three different light sources. *Dent Mater J.* 2007 Nov;26(6):845–53.
12. Rencz A, Hickel R, Ilie N. Curing efficiency of modern LED units. *Clin Oral Investig.* 2012 Feb;16(1):173–9.
13. Craig R. *Restorative Dental Materials.* Restorative Dental Materials. 11th ed. St. Louis: Mosby; 1997. p. 21–6.
14. Wilson AD. Alumino-silicate polyacrylic acid and related cements. *Br Polym J.* 1974 May;6(3):165–79.

15. Wilson AD, Kent BE, Clinton D, Miller RP. The formation and microstructure of dental silicate cements. *J Mater Sci.* 1972 Feb;7(2):220–38.
16. Barry TI, Clinton DJ, Wilson AD. The Structure of a Glass-Ionomer Cement and its Relationship to the Setting Process. *J Dent Res.* 1979 Mar 1;58(3):1072–9.
17. Crisp S, Kent BE, Lewis BG, Ferner AJ, Wilson AD. Glass-ionomer Cement Formulations. II. The Synthesis of Novel Polycarboxylic Acids. *J Dent Res.* 1980 Jun 1;59(6):1055–63.
18. Nagaraja U, Kishore G. No Title. *Trends Biomater Artif Organs.* 2005;18(2):158–65.
19. Williams JA, Billington RW, Pearson GJ. Effect of moisture protective coatings on the strength of a modern metal-reinforced glass-ionomer cement. *J Oral Rehabil.* 1998 Jul;25(7):535–40.
20. Hickel R, Manhart J. Glass-ionomers and compomers in pediatric dentistry. In: Davidson C, Mjör I, editors. *Advances in glass-ionomer cements.* Berlin: Quintessence Publishing Co.; 1999. p. 221–6.
21. Hatton P V, Brook IM. Characterisation of the ultrastructure of glass-ionomer (polyalkenoate) cement. *Br Dent J.* 1992 Nov 7;173(8):275–7.
22. Lohbauer U. Dental Glass Ionomer Cements as Permanent Filling Materials? – Properties, Limitations and Future Trends. *Materials (Basel).* Molecular Diversity Preservation International; 2009 Dec 28;3(1):76–96.
23. Attar N, Tam LE, McComb D. Mechanical and physical properties of contemporary dental luting agents. *J Prosthet Dent.* 2003 Feb;89(2):127–34.
24. Zaimoğlu A, Can G. *Sabit Protezler.* Sabit Protezler. Ankara: Ankara Üniversitesi Basımevi; 2004. p. 239–64.
25. Xie D, Brantley WA, Culbertson BM, Wang G. Mechanical properties and microstructures of glass-ionomer cements. *Dent Mater.* 2000 Mar;16(2):129–38.
26. Lohbauer U, Krämer N, Siedschlag G, Schubert EW, Lauerer B, Müller FA, et al. Strength and wear resistance of a dental glass-ionomer cement with a novel nanofilled resin coating. *Am J Dent.* 2011 Apr;24(2):124–8.
27. Wilson AD, Kent BE. A new translucent cement for dentistry. The glass ionomer cement. *Br Dent J.* 1972 Feb 15;132(4):133–5.
28. Crisp S, Lewis BG, Wilson AD. Characterization of glass-ionomer cements 5. The effect of the tartaric acid concentration in the liquid component. *J Dent.* 1979 Dec;7(4):304–12.

29. Wilson A, Mclean J. Glass-Ionomer Cement. Glass-ionomer cement. Quintessence Pub Co; 1 edition; 1988. p. 13–8.
30. Pegoraro TA, da Silva NRFA, Carvalho RM. Cements for use in esthetic dentistry. *Dent Clin North Am.* 2007 Apr;51(2):453–71, x.
31. Nicholson JW. Chemistry of glass-ionomer cements: a review. *Biomaterials.* 1998 Mar;19(6):485–94.
32. Kovarik RE, Haubenreich JE, Gore D. Glass ionomer cements: a review of composition, chemistry, and biocompatibility as a dental and medical implant material. *J Long Term Eff Med Implants.* 2005 Jan;15(6):655–71.
33. Causton BE. The physico-mechanical consequences of exposing glass ionomer cements to water during setting. *Biomaterials.* 1981 Apr;2(2):112–5.
34. Kleverlaan CJ, van Duinen RNB, Feilzer AJ. Mechanical properties of glass ionomer cements affected by curing methods. *Dent Mater.* 2004 Jan;20(1):45–50.
35. Scholtanus JD, Huysmans M-CDNJM. Clinical failure of class-II restorations of a highly viscous glass-ionomer material over a 6-year period: a retrospective study. *J Dent.* 2007 Feb;35(2):156–62.
36. Crowley CM, Doyle J, Towler MR, Hill RG, Hampshire S. The influence of capsule geometry and cement formulation on the apparent viscosity of dental cements. *J Dent.* 2006 Sep;34(8):566–73.
37. Ferrari M. Use of glass-ionomers as bondings, linings or bases. In: Davidson C, Mjör I, editors. *Advances in glass-ionomer cements.* Chicago: Quintessence Pub Co.; 1999. p. 137–48.
38. Dowling AH, Fleming GJP. Are encapsulated anterior glass-ionomer restoratives better than their hand-mixed equivalents? *J Dent.* 2009 Feb;37(2):133–40.
39. Leirskar J, Nordbø H, Mount GJ, Ngo H. The influence of resin coating on the shear punch strength of a high strength auto-cure glass ionomer. *Dent Mater.* 2003 Mar;19(2):87–91.
40. Wang XY, Yap AUJ, Ngo HC. Effect of early water exposure on the strength of glass ionomer restoratives. *Oper Dent.* 2006;31(5):584–9.
41. McLean JW, Nicholson JW, Wilson AD. Proposed nomenclature for glass-ionomer dental cements and related materials. *Quintessence Int.* 1994 Sep;25(9):587–9.
42. Bala O. Poliasit-modifiye kompozit rezinler (kompomerler) literatür taraması. *Cumhur Üni Dis Hek Fak Derg.* 1998;1(2):113–8.

43. Jackson RD, Morgan M. The new posterior resins and a simplified placement technique. *J Am Dent Assoc.* 2000 Mar;131(3):375–83.
44. Onal B, Pamir T. The two-year clinical performance of esthetic restorative materials in noncarious cervical lesions. *J Am Dent Assoc.* 2005 Nov;136(11):1547–55.
45. Leinfeder K. Composite Resins. *Dent Clin North Am.* 1985;29(2):359–71.
46. Dayangaç B. Kompozit Rezin Restorasyonlar. Kompozit Rezinler. Ankara: Güneş Kitabevi; 2000. p. 1–15;14–20.
47. Hickel R, Dasch W, Janda R, Tyas M, Anusavice K. New direct restorative materials. FDI Commission Project. *Int Dent J.* 1998 Feb;48(1):3–16.
48. McCabe J. Resin-modified glass-ionomers. *Biomaterials.* 1998;19(6):521–7.
49. Bayne SC, Thompson JY. Biomaterials. In: Roberson TM, Heymann HO, Swift EJ, editors. *Sturdevant's Art and Science of Operative Dentistry.* Missouri: Mosby; 2006. p. 137–242.
50. Lutz F, Phillips RW. A classification and evaluation of composite resin systems. *J Prosthet Dent.* 1983 Oct;50(4):480–8.
51. Roberson T, Heymann H, Ritter A. Kompozit restorasyonlara giriş. In: Roberson T, Heymann H, Swift E, editors. *Art and Science of Operatif Dentistry.* 5th ed. Ankara: Güneş Kitabevi; 2011. p. 196–211;500–1.
52. O'Brien W. *Dental materials and their selection.* Third Ed. Quintessence Pub Co.; 2002.
53. Lee J-H, Um C-M, Lee I. Rheological properties of resin composites according to variations in monomer and filler composition. *Dent Mater.* 2006 Jun;22(6):515–26.
54. Nicholson JW. *Chemistry of Medical and Dental Materials.* Cambridge: Royal Society of Chemistry; 2002.
55. Murchison DF, Roeters J, Vargas MA. Direct anterior restorations. In: Summit JB, Robbins JW, Hilton TJ, editors. *Fundamentals of Operative Dentistry, A Contemporary Approach.* 2006. p. 261–88.
56. *The Art and Science of Operative Dentistry.* Mosby-Year Book; 3rd edition; 1994.
57. Gladwin M, Bagby M. *Theory, practice, and cases. Clinical aspects of dental materials.* 3. Basım. Lippincott Williams & Wilkins; 2009. p. 55–73.

58. Rawls H, Esquivel-Upshaw J. Restorative resins. In: Anusavice K, editor. Phillip's science of dental materials. 11. Basım. Saunders; 2003. p. 399–437.
59. Choi M-S, Lee Y-K, Lim B-S, Rhee S-H, Yang H-C. Changes in surface characteristics of dental resin composites after polishing. *J Mater Sci Mater Med.* 2005 Apr;16(4):347–53.
60. Tjan AH, Chan CA. The polishability of posterior composites. *J Prosthet Dent.* 1989 Feb;61(2):138–46.
61. 3M Dental Products Filtek TM Supreme Universal Restorative System. 2002.
62. Leinfelder K. Posterior composite resins: the materials and their clinical performance. *J Am Dent Assoc.* 1995 May 1;126(5):663–72.
63. Willems G, Lambrechts P, Braem M, Vanherle G. Composite resins in the 21st century. *Quintessence Int.* 1993 Sep;24(9):641–58.
64. Ferracane JL. Current trends in dental composites. *Crit Rev Oral Biol Med.* 1995 Jan;6(4):302–18.
65. Önal B. No Title. Restoratif Diş Hekimliğinde Maddeler ve Uygulamaları. İzmir: Ege Üniversitesi Dişhekimliği Fakültesi Yayınları; 2004. p. 65–71.
66. McCabe J, Walls A. *Applied Dental Materials.* 8. Basım. Cambridge; 2000.
67. Bektaş ÖÖ, Siso ŞH, Eren D. Işık kaynakları, polimerizasyon ve klinik uygulamalar. *EÜ Dişhek Fak Derg.* 2006;27:117–24.
68. Bala O, Olmez A, Kalayci S. Effect of LED and halogen light curing on polymerization of resin-based composites. *J Oral Rehabil.* 2005 Mar;32(2):134–40.
69. Dewaele M, Truffier-Boutry D, Devaux J, Leloup G. Volume contraction in photocured dental resins: the shrinkage-conversion relationship revisited. *Dent Mater.* 2006 May;22(4):359–65.
70. Anfe TE de A, Caneppele TMF, Agra CM, Vieira GF. Microhardness assessment of different commercial brands of resin composites with different degrees of translucence. *Braz Oral Res.* 2008;22(4):358–63.
71. Moore BK, Platt JA, Borges G, Chu T-MG, Katsilieri I. Depth of cure of dental resin composites: ISO 4049 depth and microhardness of types of materials and shades. *Oper Dent.* 2008;33(4):408–12.
72. Bala O, Üçtaşlı M, Arısu H. Kompozit rezinlerin polimerizasyon derinliğine farklı renk ve polimerizasyon tekniklerinin etkisi. *GÜ Diş Hek Fak Derg.* 2008;25:7–14.

73. Jedrychowski JR, Bleier RG, Caputo AA. Shrinkage stresses associated with incremental composite filling techniques in conservative Class II restorations. *ASDC J Dent Child*. 2001;68(3):161–7.
74. Yap AU, Ng SC, Siow KS. Soft-start polymerization: influence on effectiveness of cure and post-gel shrinkage. *Oper Dent*. 2001;26(3):260–6.
75. Önal B. Restoratif diş hekimliğinde maddeler ve uygulamaları. Restoratif diş hekimliğinde maddeler ve uygulamaları. İzmir: Ege Üniversitesi Dişhekimliği Fakültesi Yayınları; 2004. p. 65–106.
76. Powers J. Composite restorative materials. In: Craig R, Powers J, editors. *Restorative dental materials*. 11. Basım. St. Louis: Mosby Inc; 2002. p. 231–57.
77. Ardu S, Braut V, Uhac I, Benbachir N, Feilzer AJ, Krejci I. A new classification of resin-based aesthetic adhesive materials. *Coll Antropol*. 2010 Oct;34(3):1045–50.
78. Garcia-Godoy F, Malone WF. Microleakage of posterior composite restorations after rebonding. *Compendium*. 1987 Oct;8(8):606–9.
79. Dickinson GL, Leinfelder KF. Assessing the long-term effect of a surface penetrating sealant. *J Am Dent Assoc*. 1993 Jul;124(7):68–72.
80. Dutton FB, Summitt JB, Chan DC, Garcia-Godoy F. Effect of a resin lining and rebonding on the marginal leakage of amalgam restorations. *J Dent*. 1993 Mar;21(1):52–6.
81. Itoh K, Iwaku M, Fusayama T. Effectiveness of glazing composite resin restorations. *J Prosthet Dent*. 1981 Jul;45(6):606–13.
82. Naasan MA, Watson TF. Conventional glass ionomers as posterior restorations. A status report for the American Journal of Dentistry. *Am J Dent*. 1998 Mar;11(1):36–45.
83. Gemalmaz D, Yoruc B, Ozcan M, Alkumru HN. Effect of early water contact on solubility of glass ionomer luting cements. *J Prosthet Dent*. 1998 Oct;80(4):474–8.
84. Hotta M, Hirukawa H, Yamamoto K. Effect of coating materials on restorative glass-ionomer cement surface. *Oper Dent*. 1992;17(2):57–61.
85. Earl MS, Hume WR, Mount GJ. Effect of varnishes and other surface treatments on water movement across the glass-ionomer cement surface. *Aust Dent J*. 1985 Aug;30(4):298–301.
86. Taifour D, Frencken JE, Beirut N, van 't Hof MA, Truin GJ. Effectiveness of glass-ionomer (ART) and amalgam restorations in the deciduous dentition: results after 3 years. *Caries Res*. 2002;36(6):437–44.

87. Bertrand MF, Leforestier E, Muller M, Lupi-Pégurier L, Bolla M. Effect of surface penetrating sealant on surface texture and microhardness of composite resins. *J Biomed Mater Res.* 2000 Jan;53(6):658–63.
88. Strassler HE. Polishing composite resins. *J Esthet Dent.* 1992;4(5):177–9.
89. Earl MS, Mount GJ, Hume WR. The effect of varnishes and other surface treatments on water movement across the glass ionomer cement surface. II. *Aust Dent J.* 1989 Aug;34(4):326–9.
90. Hotta M, Hirukawa H, Aono M. The effect of glaze on restorative glass-ionomer cements. *J Oral Rehabil.* 1995 Mar;22(3):197–201.
91. McKinney JE, Wu W. Chemical softening and wear of dental composites. *J Dent Res.* 1985 Dec;64(11):1326–31.
92. Yap A, Lee CM. Water sorption and solubility of resin-modified polyalkenoate cements. *J Oral Rehabil.* 1997 May;24(4):310–4.
93. Iwami Y, Yamamoto H, Sato W, Kawai K, Torii M, Ebisu S. Weight change of various light-cured restorative materials after water immersion. *Oper Dent.* 1998;23(3):132–7.
94. Nicholson JW, Anstice HM, McLean JW. A preliminary report on the effect of storage in water on the properties of commercial light-cured glass-ionomer cements. *Br Dent J.* 1992;173(3):98–101.
95. Eliades G, Palaghias G. In vitro characterization of visible light-cured glass ionomer liners. *Dent Mater.* 1993 May;9(3):198–203.
96. Cho E, Kopel H, White SN. Moisture susceptibility of resin-modified glass-ionomer materials. *Quintessence Int.* 1995 May;26(5):351–8.
97. Feilzer AJ, Kakaboura AI, de Gee AJ, Davidson CL. The influence of water sorption on the development of setting shrinkage stress in traditional and resin-modified glass ionomer cements. *Dent Mater.* 1995 May;11(3):186–90.
98. Kanchanasita W, Anstice HM, Pearson GJ. Water sorption characteristics of resin-modified glass-ionomer cements. *Biomaterials.* 1997 Mar;18(4):343–9.
99. Hondrum SO. Storage stability of dental luting agents. *J Prosthet Dent.* 1999 May;81(4):464–8.
100. Küçükeşmen H, Öztaş D, Küçükeşmen Ç, Kaplan R, Küçükeşmen C. Farklı tipteki geleneksel ve rezin-modifiye cam iyonomer simanların su emilim ve suda çözünürlüğü. *A Ü Dis Hek Fak Derg.* 2005;32(1):25–34.

101. Şener Y, Koyutürk A. Üç farklı cam iyonomer simanın yüzey sertliklerinin karşılaştırılması. *Cumhur Üniversitesi Diş Hek Fak Derg.* 2006;9:91–4.
102. Sevilmiş H, Bulucu B. No Title. *Haccettepe Diş Hek Fak Derg.* 2007;31(2):16–21.
103. Gerdolle DA, Mortier E, Jacquot B, Panighi MM. Water sorption and water solubility of current luting cements: an in vitro study. *Quintessence Int (Berl).* 2008 Mar;39(3):107–14.
104. Beriat NC, Nalbant D. Water Absorption and HEMA Release of Resin-Modified Glass-Ionomers. *Eur J Dent.* 2009 Oct;3(4):267–72.
105. Korkmaz F, Tüzüner T, Bağış B, Baygın Ö, Turgut S. Antibakteriyel İçeren Geleneksel Yapıştırıcı Simanların Su Emilimi. *İstanbul Üniversitesi Diş Hekim Fakültesi Derg.* 2013;47(2):11–9.
106. Diaz-Arnold AM, Arnold MA, Williams VD. Measurement of water sorption by resin composite adhesives with near-infrared spectroscopy. *J Dent Res.* 1992 Mar;71(3):438–42.
107. Santos C, Clarke RL, Braden M, Guitian F, Davy KW. Water absorption characteristics of dental composites incorporating hydroxyapatite filler. *Biomaterials.* 2002 May;23(8):1897–904.
108. Pallav P, De Gee AJ, Davidson CL, Erickson RL, Glasspoole EA. The influence of admixing microfiller to small-particle composite resin on wear, tensile strength, hardness, and surface roughness. *J Dent Res.* 1989 Mar;68(3):489–90.
109. Sindel J, Frankenberger R, Krämer N, Petschelt A. Crack formation of all-ceramic crowns dependent on different core build-up and luting materials. *J Dent.* 1999 Mar;27(3):175–81.
110. Momoi Y, McCabe JF. Hygroscopic expansion of resin based composites during 6 months of water storage. *Br Dent J.* 1994 Mar 5;176(3):91–6.
111. Segura A, Donly KJ. In vitro posterior composite polymerization recovery following hygroscopic expansion. *J Oral Rehabil.* 1993 Oct;20(5):495–9.
112. Hansen EK, Asmussen E. Marginal adaptation of posterior resins: effect of dentin-bonding agent and hygroscopic expansion. *Dent Mater.* 1989 Mar;5(2):122–6.
113. Ortengren U, Andersson F, Elgh U, Terselius B, Karlsson S. Influence of pH and storage time on the sorption and solubility behaviour of three composite resin materials. *J Dent.* 2001 Jan;29(1):35–41.

114. Yap AU, Seneviratne C. Influence of light energy density on effectiveness of composite cure. *Oper Dent.* 2001;26(5):460–6.
115. Oysaed H, Ruyter IE. Water sorption and filler characteristics of composites for use in posterior teeth. *J Dent Res.* 1986 Dec;65(11):1315–8.
116. Zaimoğlu L, Sonat B. Görünür ışıkla sertleşen kompozit reçinelerin su emilimi ve suda çözünürlük değerleri. *A Ü Dis Hek Fak Derg.* 1991;18:13–7.
117. Kalachandra S, Wilson TW. Water sorption and mechanical properties of light-cured proprietary composite tooth restorative materials. *Biomaterials.* 1992 Jan;13(2):105–9.
118. Irie M, Nakai H. Flexural properties and swelling after storage in water of polyacid-modified composite resin (compomer). *Dent Mater J.* 1998 Mar;17(1):77–82.
119. Changes on storage of polyacid-modified composite resins. *J Oral Rehabil.* 1998 Aug;25(8):616–20.
120. Sevilmiş H. Değişik restoratif materyallerin farklı solüsyonlarda bekletilmelerinin mikrosertlikleri üzerine etkileri ve su emilimi özellikleri. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Dishekimliği Fakültesi. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Dishekimliği Fakültesi; 2003.*
121. Toledano M, Osorio R, Osorio E, Fuentes V, Prati C, Garcia-Godoy F. Sorption and solubility of resin-based restorative dental materials. *J Dent.* 2003 Jan;31(1):43–50.
122. Bektaş Ö, Eren D, Hürmüzlü F. Farklı iki kompozit rezinin su emilimi yönünden karşılaştırılması. *CÜ Diş Hek Fak Derg.* 2006;9(2):95–100.
123. Sevilmiş H, Bulucu B, Sevilmiş H. Water Sorption Property of Adhesive Materials. *Haccettepe Diş Hek Fak Derg.* 2007;31(2):16–21.
124. Direnç Ş, Arife K, Murat Ü, Feridun H. The Comparison Of Values Of Water Sorption And Water Solubility Of Different Structured Composite Resin Materials. *Cumhur Üni Dis Hek Fak Derg.* 2009;12(1):22–8.
125. Duymuş Y, H. A. Kompozit Rezin Restoratif Materyallerin Emilim ve Çözünürlüğünün İncelenmesi. *Atatürk Üniv Diş Hek Fak Derg.* 2010;1:19–24.
126. Biradar B, Biradar S, MS A. Evaluation of the effect of water on three different light cured composite restorative materials stored in water: an in vitro study. *Int J Dent.* 2012;2012:1–5.
127. Rahim TNAT, Mohamad D, Md Akil H, Ab Rahman I. Water sorption characteristics of restorative dental composites immersed in acidic drinks. *Dent Mater.* 2012 Jul;28(6):63–70.

128. Taylor MJ, Lynch E. Microleakage. *J Dent.* 1992 Mar;20(1):3–10.
129. Gwinnett JA, Tay FR, Pang KM, Wei SH. Comparison of three methods of critical evaluation of microleakage along restorative interfaces. *J Prosthet Dent.* 1995 Dec;74(6):575–85.
130. Erdemir U, Yaman B. Diş hekimliğinde mikrosızıntı ve mikrosızıntı araştırma yöntemleri. *İstanbul Üniversitesi Diş Hekim Fakültesi Derg Derleme.* 2011;45(1):25–35.
131. Jung S-H, Min K-S, Chang H-S, Park S-D, Kwon S-N, Bae J-M. Microleakage and fracture patterns of teeth restored with different posts under dynamic loading. *J Prosthet Dent.* 2007 Oct;98(4):270–6.
132. Callister W. *Materials Science and Engineering: An Introduction.* Wiley Asia. New York: John Wiley and Sons; 2007.
133. Dayangaç B. Yüzey pürüzlendirme işleminin ve iki tür simanın inleylerdeki kenar sızıntılarına etkileri. *Hacettepe Üniversitesi;* 1980.
134. Trowbridge HO. Model systems for determining biologic effects of microleakage. *Oper Dent.* 1987 Jan;12(4):164–72.
135. Kidd EA. Microleakage in relation to amalgam and composite restorations. A laboratory study. *Br Dent J.* 1976 Dec 16;141(10):305–10.
136. Déjou J, Sindres V, Camps J. Influence of criteria on the results of in vitro evaluation of microleakage. *Dent Mater.* 1996 Dec;12(6):342–9.
137. Going RE. Microleakage around dental restorations: a summarizing review. *J Am Dent Assoc.* 1972 Jul;84(6):1349–57.
138. Arias VG, Campos IT, Pimenta LAF. Microleakage study of three adhesive systems. *Braz Dent J.* 2004 Jan;15(3):194–8.
139. Uhl A, Sigusch BW, Jandt KD. Second generation LEDs for the polymerization of oral biomaterials. *Dent Mater.* 2004 Jan;20(1):80–7.
140. Davidson CL, de Gee AJ, Feilzer A. The competition between the composite-dentin bond strength and the polymerization contraction stress. *J Dent Res.* 1984 Dec;63(12):1396–9.
141. Oba A, Aras Ş. Fuji II LC ve F2000’in mikrosızıntı özelliklerinin süt dişinde in vitro koşullarda karşılaştırılması. *GÜ DişHek Fak Derg.* 2003;20(3):23–8.

142. Srisawaski S, Boyer DB, Reinhardt JW. The effect of removal of the smear layer on microleakage of Class V restorations in vitro. *Dent Mater.* 1988 Dec;4(6):384–9.
143. Prati C, Nucci C, Montanari G. Effects of acid and cleansing agents on shear bond strength and marginal microleakage of glass-ionomer cements. *Dent Mater.* 1989 Jul;5(4):260–5.
144. Arcoria CJ, Vitasek BA, DeWald JP, Wagner MJ. Microleakage in restorations with glass ionomer liners after thermocycling. *J Dent.* 1990 May;18(2):107–12.
145. Gladys S, Van Meerbeek B, Lambrechts P, Vanherle G. Marginal adaptation and retention of a glass-ionomer, resin-modified glass-ionomers and a polyacid-modified resin composite in cervical Class-V lesions. *Dent Mater.* 1998 Jul;14(4):294–306.
146. Awliya WY, Akpata ES. Effect of fluorosis on shear bond strength of glass ionomer-based restorative materials to dentin. *J Prosthet Dent.* 1999 Mar;81(3):290–4.
147. Brackett WW, Gunnin TD, Gilpatrick RO, Browning WD. Microleakage of Class V compomer and light-cured glass ionomer restorations. *J Prosthet Dent.* 1998 Mar;79(3):261–3.
148. Wilder AD, Swift EJ, May KN, Thompson JY, McDougal RA. Effect of finishing technique on the microleakage and surface texture of resin-modified glass ionomer restorative materials. *J Dent.* 2000 Jul;28(5):367–73.
149. Chuang SF, Jin YT, Tsai PF, Wong TY. Effect of various surface protections on the margin microleakage of resin-modified glass ionomer cements. *J Prosthet Dent.* 2001 Oct;86(3):309–14.
150. Quo BC, Drummond JL, Koerber A, Fadavi S, Punwani I. Glass ionomer microleakage from preparations by an Er/YAG laser or a high-speed handpiece. *J Dent.* 2002 May;30(4):141–6.
151. Castro A, Feigal RE. Microleakage of a new improved glass ionomer restorative material in primary and permanent teeth. *Pediatr Dent.* 2002;24(1):23–8.
152. Qvist V, Manscher E, Teglers PT. Resin-modified and conventional glass ionomer restorations in primary teeth: 8-year results. *J Dent.* 2004 May;32(4):285–94.
153. Corona SAM, Borsatto MC, Rocha RAS de S, Palma-Dibb RG. Microleakage on Class V glass ionomer restorations after cavity preparation with aluminum oxide air abrasion. *Braz Dent J.* 2005 Jan;16(1):35–8.
154. Yilmaz Y, Gurbuz T, Kocogullari ME. The influence of various conditioner agents on the interdiffusion zone and microleakage of a glass ionomer cement with a high viscosity in primary teeth. *Oper Dent.* 2005;30(1):105–12.

155. Magni E, Zhang L, Hickel R, Bossù M, Polimeni A, Ferrari M. SEM and microleakage evaluation of the marginal integrity of two types of class V restorations with or without the use of a light-curable coating material and of polishing. *J Dent.* 2008 Dec;36(11):885–91.
156. Bağlar S, Dallı M, Çolak H, Ercan E, Hamidi M. İki farklı restoratif materyalin sınıf V kavitetlerdeki mikrosızıntıya etkisi. *Cumhur Dent J.* 2010;13(1):9–14.
157. Yap AUJ, Tan CH, Chung SM. Wear behavior of new composite restoratives. *Oper Dent.* 2004;29(3):269–74.
158. Mitra SB, Wu D, Holmes BN. An application of nanotechnology in advanced dental materials. *J Am Dent Assoc.* 2003 Oct;134(10):1382–90.
159. Mehl A, Hickel R, Kunzelmann KH. Physical properties and gap formation of light-cured composites with and without “softstart-polymerization”. *J Dent.* 1997;25(3-4):321–30.
160. Carvalho RM, Pereira JC, Yoshiyama M, Pashley DH. A review of polymerization contraction: the influence of stress development versus stress relief. *Oper Dent.* 1996;21(1):17–24.
161. Condon JR, Ferracane JL. Assessing the effect of composite formulation on polymerization stress. *J Am Dent Assoc.* 2000 May;131(4):497–503.
162. Yap AU, Lim CC, Neo JC. Marginal sealing ability of three cervical restorative systems. *Quintessence Int.* 1995 Dec;26(11):817–20.
163. Di Lenarda R, Cadenaro M, De Stefano Dorigo E. Cervical compomer restorations: the role of cavity etching in a 48-month clinical evaluation. *Oper Dent.* 2000;25(5):382–7.
164. Bilgin Z. Süt azı dişlerinde Dyract’ın 24 aylık klinik değerlendirmesi. *AÜ Diş Hek Fak Derg.* 2002;29(1):33–8.
165. Hürmüzlü F, Siso Ş, Işın D. Sınıf II Restorasyonlarda Beş Restoratif Materyalin Mikrosızıntı Değerlendirmesi. *Cumhur Üniversitesi Dişhekimliği Fakültesi Derg.* 2002;5:2.
166. Hofmann N, Siebrecht C, Hugo B, Klaißer B. Influence of curing methods and materials on the marginal seal of class V composite restorations in vitro. *Oper Dent.* 2003;28(2):160–7.
167. Civelek A, Ersoy M, L’Hotelier E, Soyman M, Say EC. Polymerization shrinkage and microleakage in Class II cavities of various resin composites. *Oper Dent.* 2003;28(5):635–41.

168. Uzer E, Türkün L. Poliasit Modifiye Kompozit Resin İle Nano Dolduruculu Bir Kompozit Resinin Kenar Sızıntılarının Karşılaştırılması. *A Ü Dis Hek Fak Derg.* 2005;32(3):181–90.
169. Arisu HD, Eliguzelolu E, Uctasli MB, Omurlu H, Turkoz E. Effect of multiple consecutive adhesive coatings on microleakage of class v cavities. *Eur J Dent.* 2009 Jul;3(3):178–84.
170. Johnson WT, Zakariasen KL. Spectrophotometric analysis of microleakage in the fine curved canals found in the mesial roots of mandibular molars. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1983 Oct;56(3):305–9.
171. Crim GA, Mattingly SL. Evaluation of two methods for assessing marginal leakage. *J Prosthet Dent.* 1981 Mar;45(2):160–3.
172. Mathis RS, DeWald JP, Moody CR, Ferracane JL. Marginal leakage in class V composite resin restorations with glass ionomer liners in vitro. *J Prosthet Dent.* 1990 May;63(5):522–5.
173. Tiritöğlu M. Kenar sızıntısı belirleme yöntemleri. *Haccettepe Diş Hek Fak Derg.* 1993;17(1-4):11–5.
174. Robertson D, Leeb IJ, McKee M, Brewer E. A clearing technique for the study of root canal systems. *J Endod.* 1980 Jan;6(1):421–4.
175. Swanson K, Madison S. An evaluation of coronal microleakage in endodontically treated teeth. Part I. Time periods. *J Endod.* 1987 Mar;13(2):56–9.
176. De Magalhães CS, Serra MC, Rodrigues Júnior AL. Volumetric microleakage assessment of glass-ionomer-resin composite hybrid materials. *Quintessence Int.* 1999 Mar;30(2):117–21.
177. Silveira de Araújo C, Incerti da Silva T, Ogliari FA, Meireles SS, Piva E, Demarco FF. Microleakage of seven adhesive systems in enamel and dentin. *J Contemp Dent Pract.* 2006 Dec 1;7(5):26–33.
178. Raskin A, D’Hoore W, Gonthier S, Degrange M, Déjou J. Reliability of in vitro microleakage tests: a literature review. *J Adhes Dent.* 2001 Jan;3(4):295–308.
179. Douglas W, Zakariasen K. Volumetric assessment of apical leakage utilizing spectrophotometric dye recovery method. *J Dent Res.* 1981;60(438-443).
180. Spångberg LS, Acierno TG, Yongbum Cha B. Influence of entrapped air on the accuracy of leakage studies using dye penetration methods. *J Endod.* 1989 Dec;15(11):548–51.

181. Charlton DG, Moore BK. In vitro evaluation of two microleakage detection tests. *J Dent.* 1992 Mar;20(1):55–8.
182. Alani AH, Toh CG. Detection of microleakage around dental restorations: a review. *Oper Dent.* 1997;22(4):173–85.
183. Shortall AC. Microleakage, marginal adaptation and composite resin restorations. *Br Dent J.* 1982 Oct 21;153(6):223–7.
184. Powis DR, Prosser HJ, Shortall AC, Wilson AD. Long-term monitoring of microleakage of composites. Part I: Radiochemical diffusion technique. *J Prosthet Dent.* 1988 Oct;60(3):304–7.
185. Crim GA, Swartz ML, Phillips RW. Comparison of four thermocycling techniques. *J Prosthet Dent.* 1985 Jan;53(1):50–3.
186. Tangsgoolwatana J, Cochran MA, Moore BK, Li Y. Microleakage evaluation of bonded amalgam restorations: confocal microscopy versus radioisotope. *Quintessence Int.* 1997 Jul;28(7):467–77.
187. Lacy AM, Wada C, Du W, Watanabe L. In vitro microleakage at the gingival margin of porcelain and resin veneers. *J Prosthet Dent.* 1992 Jan;67(1):7–10.
188. Tiritöğlü M. Kenar sızıntısı belirleme yöntemleri. *Ege Univ Dişhekimliği Fakültesi Derg.* 1994;15(1-4):132–8.
189. Bergenholtz G, Cox CF, Loesche WJ, Syed SA. Bacterial leakage around dental restorations: its effect on the dental pulp. *J Oral Pathol.* 1982 Dec;11(6):439–50.
190. Zivković S, Bojović S, Pavlica D. Bacterial penetration of restored cavities. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2001 Mar;91(3):353–8.
191. PICKARD HM, GAYFORD JJ. LEAKAGE AT THE MARGINS OF AMALGAM RESTORATIONS. *Br Dent J.* 1965 Jul 20;119:69–77.
192. Usumez A, Cobankara FK, Ozturk N, Eskitascioglu G, Belli S. Microleakage of endodontically treated teeth with different dowel systems. *J Prosthet Dent.* 2004 Aug;92(2):163–9.
193. Taylor MJ, Lynch E. Marginal adaptation. *J Dent.* 1993 Oct;21(5):265–73.
194. Wu MK, Wesselink PR. Endodontic leakage studies reconsidered. Part I. Methodology, application and relevance. *Int Endod J.* 1993 Jan;26(1):37–43.

195. Pameijer CH. Replication techniques with new dental impression materials in combination with different negative impression materials. *Scan Electron Microsc.* 1979 Jan;(2):571–4.
196. Soares CJ, Celiberto L, Dechichi P, Fonseca RB, Martins LRM. Marginal integrity and microleakage of direct and indirect composite inlays: SEM and stereomicroscopic evaluation. *Braz Oral Res.* 2006;19(4):295–301.
197. Roulet JF, Reich T, Blunck U, Noack M. Quantitative margin analysis in the scanning electron microscope. *Scanning Microsc.* 1989 Mar;3(1):147–58; discussion 158–9.
198. Pioch T, Stotz S, Staehle HJ, Duschner H. Applications of confocal laser scanning microscopy to dental bonding. *Adv Dent Res.* 1997 Dec;11(4):453–61.
199. Watson TF. Applications of high-speed confocal imaging techniques in operative dentistry. *Scanning.* 1994;16(3):168–73.
200. Pioch T, Staehle HJ, Duschner H, García-Godoy F. Nanoleakage at the composite-dentin interface: a review. *Am J Dent.* 2001 Aug;14(4):252–8.
201. Altun C. Restoratif Dişhekimliğinde Mikrosızıntı. *Gülhane Tıp Derg.* 2004;46(3):264–9.
202. Gökçe K, Özel E. Kompozit restorasyonlarda son gelişmeler. *Atatürk Üniv Diş Hek Fak.* 2005;15(3):52–60.
203. Guggenberger R, May R, Stefan KP. New trends in glass-ionomer chemistry. *Biomaterials.* 1998 Mar;19(6):479–83.
204. Brito CR, Velasco LG, Bonini GAVC, Imperato JCP, Raggio DP. Glass ionomer cement hardness after different materials for surface protection. *J Biomed Mater Res A.* 2010 Apr;93(1):243–6.
205. Lee J-J, Lee Y-K, Choi B-J, Lee J-H, Choi H-J, Son H-K, et al. Physical properties of resin-reinforced glass ionomer cement modified with micro and nano-hydroxyapatite. *J Nanosci Nanotechnol.* 2010 Aug;10(8):5270–6.
206. D'Alpino PHP, Bechtold J, dos Santos PJ, Alonso RCB, Di Hipólito V, Silikas N, et al. Methacrylate- and silorane-based composite restorations: hardness, depth of cure and interfacial gap formation as a function of the energy dose. *Dent Mater.* 2011 Nov;27(11):1162–9.
207. Shortall AC, Harrington E, Patel HB, Lumley PJ. A pilot investigation of operator variability during intra-oral light curing. *Br Dent J.* 2002 Sep 14;193(5):276–80.

208. Campodonico CE, Tantbirojn D, Olin PS, Versluis A. Cuspal deflection and depth of cure in resin-based composite restorations filled by using bulk, incremental and transtooth-illumination techniques. *J Am Dent Assoc.* 2011 Oct;142(10):1176–82.
209. Fleming GJP, Awan M, Cooper PR, Sloan AJ. The potential of a resin-composite to be cured to a 4mm depth. *Dent Mater.* 2008 Apr;24(4):522–9.
210. Roggendorf MJ, Krämer N, Appelt A, Naumann M, Frankenberger R. Marginal quality of flowable 4-mm base vs. conventionally layered resin composite. *J Dent.* 2011 Oct;39(10):643–7.
211. Karaoğlanoğlu S, Akgül N, Ozdabak HN, Akgül HM. Effectiveness of surface protection for glass-ionomer, resin-modified glass-ionomer and polyacid-modified composite resins. *Dent Mater J.* 2009 Jan;28(1):96–101.
212. Küçükeşmen Ç, Öztaş D, Küçükeşmen H. Farklı ışık kaynakları ile polimerize edilen kompozit, kompomer ve rezin modifiye cam iyonomer siman materyallerinin su emilimi ve suda çözünürlük değerlerinin incelenmesi. *SDÜ Tıp fak dergi.* 2007;4(17-23).
213. Uctasli MB, Arisu HD, Lasilla LV, Valittu PK. Effect of preheating on the mechanical properties of resin composites. *Eur J Dent.* 2008 Oct;2(4):263–8.
214. Ayna B, Çelenk S, Bolgöl B, Atakul F, Uysal E. Water sorption and water solubility of various restorative materials. *J Dent Sci.* 2006;12:43–6.
215. Söderholm KJ, Zigan M, Ragan M, Fischlschweiger W, Bergman M. Hydrolytic degradation of dental composites. *J Dent Res.* 1984 Oct;63(10):1248–54.
216. Ortengren U, Wellendorf H, Karlsson S, Ruyter IE. Water sorption and solubility of dental composites and identification of monomers released in an aqueous environment. *J Oral Rehabil.* 2001 Dec;28(12):1106–15.
217. Archegas LRP, Caldas DBM, Rached RN, Vieira S, Souza EM. Sorption and solubility of composites cured with quartz-tungsten halogen and light emitting diode light-curing units. *J Contemp Dent Pract.* 2008 Jan;9(2):73–80.
218. Pearson GJ. Long term water sorption and solubility of composite filling materials. *J Dent.* 1979 Mar;7(1):64–8.
219. Okada K, Tosaki S, Hirota K, Hume WR. Surface hardness change of restorative filling materials stored in saliva. *Dent Mater.* 2001 Jan;17(1):34–9.
220. Pagniano RP, Johnston WM. Three-year effect of unfilled resin dilution on water sorption of a light-cured microfill and hybrid composite resin. *J Prosthet Dent.* 1996 Apr;75(4):364–6.

221. Cefaly DFG, Franco EB, Mondelli RFL, Francisconi PAS, Navarro MF de L. Diametral tensile strength and water sorption of glass-ionomer cements used in Atraumatic Restorative Treatment. *J Appl Oral Sci.* 2003 Jun;11(2):96–101.
222. International Organization for Standardization. ISO 4049: Dentistry-Polimer-based filling, restorative and luting materials. Switzerland; 2000.
223. Toledano M, Osorio E, Osorio R, García-Godoy F. Microleakage of Class V resin-modified glass ionomer and compomer restorations. *J Prosthet Dent.* 1999 May;81(5):610–5.
224. Dhanpal P, Yiu CKY, King NM, Tay FR, Hiraishi N. Effect of temperature on water sorption and solubility of dental adhesive resins. *J Dent.* 2009 Feb;37(2):122–32.
225. Aliping-McKenzie M, Linden RWA, Nicholson JW. The effect of saliva on surface hardness and water sorption of glass-ionomers and “compomers”. *J Mater Sci Mater Med.* 2003 Oct;14(10):869–73.
226. Nicholson JW. The physics of water sorption by resin-modified glass-ionomer dental cements. *J Mater Sci Mater Med.* 1997 Nov;8(11):691–5.
227. Crisp S, Lewis BG, Wilson AD. Characterization of glass--ionomer cements. 6. A study of erosion and water absorption in both neutral and acidic media. *J Dent.* 1980 Mar;8(1):68–74.
228. Oysaed H, Ruyter IE. Composites for use in posterior teeth: mechanical properties tested under dry and wet conditions. *J Biomed Mater Res.* 1986 Feb;20(2):261–71.
229. Cornelio RB, Wikant A, Mjøsund H, Kopperud HM, Haasum J, Gedde UW, et al. The influence of bis-EMA vs bis GMA on the degree of conversion and water susceptibility of experimental composite materials. *Acta Odontol Scand.* 2013 Nov 21;
230. Yap AU, Mudambi S, Chew CL, Neo JC. Mechanical properties of an improved visible light-cured resin-modified glass ionomer cement. *Oper Dent.* 2001;26(3):295–301.
231. Berger SB, Palialol ARM, Cavalli V, Giannini M. Characterization of water sorption, solubility and filler particles of light-cured composite resins. *Braz Dent J.* 2009 Jan;20(4):314–8.
232. Mortier E, Gerdolle DA, Dahoun A, Panighi MM. Influence of initial water content on the subsequent water sorption and solubility behavior in restorative polymers. *Am J Dent.* 2005 Jun;18(3):177–81.
233. Sarrett DC, Soderholm K-JM, Batich CD. Water and Abrasive Effects on Three-body Wear of Composites. *J Dent Res.* 1991 Jul 1;70(7):1074–81.

234. Keyf F, Tuna S, ŞEN M, SAFRANY A. Water sorption and solubility of different luting and restorative dental cements. *Turk J Med Sci.* 2007;37(1):47–55.
235. Zoergiebel J, Ilie N. Evaluation of a conventional glass ionomer cement with new zinc formulation: effect of coating, aging and storage agents. *Clin Oral Investig.* 2013 Mar;17(2):619–26.
236. Meyer JM, Cattani-Lorente MA, Dupuis V. Compomers: between glass-ionomer cements and composites. *Biomaterials.* 1998 Mar;19(6):529–39.
237. Kalachandra S. Influence of fillers on the water sorption of composites. *Dent Mater.* 1989 Jul;5(4):283–8.
238. Tanoue N, Matsumura H, Atsuta M. Properties of four composite veneering materials polymerized with different laboratory photo-curing units. *J Oral Rehabil.* 1998 May;25(5):358–64.
239. Sideridou I, Tserki V, Papanastasiou G. Study of water sorption, solubility and modulus of elasticity of light-cured dimethacrylate-based dental resins. *Biomaterials.* 2003 Feb;24(4):655–65.
240. Malacarne J, Carvalho RM, de Goes MF, Svizero N, Pashley DH, Tay FR, et al. Water sorption/solubility of dental adhesive resins. *Dent Mater.* 2006 Oct;22(10):973–80.
241. Hattab FN, Amin WM. Fluoride release from glass ionomer restorative materials and the effects of surface coating. *Biomaterials.* 2001 Jun;22(12):1449–58.
242. Lucas ME, Arita K, Nishino M. Toughness, bonding and fluoride-release properties of hydroxyapatite-added glass ionomer cement. *Biomaterials.* 2003 Sep;24(21):3787–94.
243. Leevailoj C, Platt JA, Cochran MA, Moore BK. In vitro study of fracture incidence and compressive fracture load of all-ceramic crowns cemented with resin-modified glass ionomer and other luting agents. *J Prosthet Dent.* 1998 Dec;80(6):699–707.
244. Indrani DJ, Cook WD, Televantos F, Tyas MJ, Harcourt JK. Fracture toughness of water-aged resin composite restorative materials. *Dent Mater.* 1995 May;11(3):201–7.
245. Feilzer AJ, de Gee AJ, Davidson CL. Relaxation of polymerization contraction shear stress by hygroscopic expansion. *J Dent Res.* 1990 Jan;69(1):36–9.
246. Venz S, Dickens B. NIR-spectroscopic investigation of water sorption characteristics of dental resins and composites. *J Biomed Mater Res.* 1991 Oct;25(10):1231–48.
247. Janda R, Roulet J-F, Latta M, Rüttermann S. Water sorption and solubility of contemporary resin-based filling materials. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater.* 2007 Aug;82(2):545–51.

248. Martin N, Jedynekiewicz N. Measurement of water sorption in dental composites. *Biomaterials*. 1998;19(1-3):77–83.
249. Bastioli C, Romano G, Migliaresi C. Water sorption and mechanical properties of dental composites. *Biomaterials*. 1990 Apr;11(3):219–23.
250. Pearson GJ, Longman CM. Water sorption and solubility of resin-based materials following inadequate polymerization by a visible-light curing system. *J Oral Rehabil*. 1989 Jan;16(1):57–61.
251. Yap AUJ, Wee KEC. Effects of cyclic temperature changes on water sorption and solubility of composite restoratives. *Oper Dent*. Jan;27(2):147–53.
252. Söderholm KJ. Degradation of glass filler in experimental composites. *J Dent Res*. 1981 Nov;60(11):1867–75.
253. Kildal KK, Ruyter IE. How different curing methods affect mechanical properties of composites for inlays when tested in dry and wet conditions. *Eur J Oral Sci*. 1997 Aug;105(4):353–61.
254. Li Y, Swartz ML, Phillips RW, Moore BK, Roberts TA. Effect of filler content and size on properties of composites. *J Dent Res*. 1985 Dec;64(12):1396–401.
255. Shintani H, Satou N, Yukihiro A, Satou J, Yamane I, Kouzai T, et al. Water sorption, solubility and staining properties of microfilled resins polished by various methods. *Dent Mater J*. 1985 Jun;4(1):54–62.
256. Tamai Y, Tanaka H, Nakanishi K. Molecular Simulation of Permeation of Small Penetrants through Membranes. 2. Solubilities. *Macromolecules*. American Chemical Society; 1995 Mar;28(7):2544–54.
257. Braden M. Water absorption characteristics of dental microfine composite filling materials. II. Experimental materials. *Biomaterials*. 1984 Nov;5(6):373–5.
258. Atai M, Nekoomanesh M, Hashemi SA, Amani S. Physical and mechanical properties of an experimental dental composite based on a new monomer. *Dent Mater*. 2004 Sep;20(7):663–8.
259. Sideridou ID, Karabela MM, Vouvoudi EC. Physical properties of current dental nanohybrid and nanofill light-cured resin composites. *Dent Mater*. 2011 Jun;27(6):598–607.
260. Fabre HSC, Fabre S, Cefaly DFG, de Oliveira Carrilho MR, Garcia FCP, Wang L. Water sorption and solubility of dentin bonding agents light-cured with different light sources. *J Dent*. 2007 Mar;35(3):253–8.

261. Muniz M, Quioca J, Dolci GS, Reis A, Loguercio AD. Bonded amalgam restorations: microleakage and tensile bond strength evaluation. *Oper Dent*. 2005;30(2):228–33.
262. Demarco FF, Ramos OL, Mota CS, Formolo E, Justino LM. Influence of different restorative techniques on microleakage in Class II cavities with gingival wall in cementum. *Oper Dent*. 2001;26(3):253–9.
263. ISO/TS 11405:1994. Dental materials -- Testing of adhesion to tooth structure. 1994.
264. Retief DH. Standardizing laboratory adhesion tests. *Am J Dent*. 1991 Oct;4(5):231–6.
265. Nakamichi I, Iwaku M, Fusayama T. Bovine teeth as possible substitutes in the adhesion test. *J Dent Res*. 1983 Oct;62(10):1076–81.
266. Wilder AD, Swift EJ, May KN, Waddell SL. Bond strengths of conventional and simplified bonding systems. *Am J Dent*. 1998 Jun;11(3):114–7.
267. Demirci M, Özer F, Kuşdemir M, Sancaklı H, Karakaya Ş. Adeziv sistemlerin farklı uygulama şekillerinin V.sınıf kavitelerdeki mikrosızıntı üzerine etkileri. *SÜ Dişhek Fak Derg*. 2007;16:29–38.
268. Cebe M, Üre Z, Öztürk B, Karaarslan E. Kompozit Rezinlerde Ön Isıtma İşleminin Sınıf V Kavitelere Mikrosızıntı Üzerine Etkisi. *SÜ Dişhek Fak Derg*. 2010;19:183–8.
269. Türkün L, Ergücü Z. Estetik restorative materyallerin mikrosızıntı çalışmalarında kullanılan gereç ve yöntemlerin karşılaştırılması. *GÜ Dişhek Fak Derg*. 2004;21:143–51.
270. Pithon MM, Dos Santos RL, de Oliveira MV, Ruellas ACO, Romano FL. Metallic brackets bonded with resin-reinforced glass ionomer cements under different enamel conditions. *Angle Orthod*. 2006 Jul;76(4):700–4.
271. Chan MF, Glyn Jones JC. Significance of thermal cycling in microleakage analysis of root restorations. *J Dent*. 1994 Oct;22(5):292–5.
272. Crim GA, Garcia-Godoy F. Microleakage: the effect of storage and cycling duration. *J Prosthet Dent*. 1987 May;57(5):574–6.
273. øilo G, Austrheim EK. In vitro quality testing of dentin adhesives. *Scand Inst Dent Mater*. Informa UK Ltd UK; 1993 Jul 2;51(4):263–9.
274. Doerr CL, Hilton TJ, Hermes CB. Effect of thermocycling on the microleakage of conventional and resin-modified glass ionomers. *Am J Dent*. 1996 Feb;9(1):19–21.
275. Gale MS, Darvell BW. Thermal cycling procedures for laboratory testing of dental restorations. *J Dent*. 1999 Feb;27(2):89–99.

276. Wahab FK, Shaini FJ, Morgano SM. The effect of thermocycling on microleakage of several commercially available composite Class V restorations in vitro. *J Prosthet Dent.* 2003 Aug;90(2):168–74.
277. Güliz Görgül BHK. Effects of Nd: YAG laser irradiation on the adaptation of composite resins to root dentin. *J Contemp Dent Pract.* 2005;6(4):116–23.
278. Hersek N, Canay S, Akça K, Ciftçi Y. Comparison of microleakage properties of three different filling materials. An autoradiographic study. *J Oral Rehabil.* 2002 Dec;29(12):1212–7.
279. Deliperi S, Bardwell DN, Wegley C. Restoration interface microleakage using one total-etch and three self-etch adhesives. *Oper Dent.* 2007;32(2):179–84.
280. Giachetti L, Scaminaci Russo D, Bertini F, Pierleoni F, Nieri M. Effect of operator skill in relation to microleakage of total-etch and self-etch bonding systems. *J Dent.* 2007 Apr;35(4):289–93.
281. Hilton TJ. Can modern restorative procedures and materials reliably seal cavities? In vitro investigations. Part 2. *Am J Dent.* 2002 Aug;15(4):279–89.
282. Shortall A, Baylis R, Grundy C. Microleakage of resin/glass ionomer sandwich restoration. *J Dent Res.* 1998;67–70.
283. Tarim B, Hafez AA, Cox CF. Pulpal response to a resin-modified glass-ionomer material on nonexposed and exposed monkey pulps. *Quintessence Int.* 1998 Aug;29(8):535–42.
284. Waggoner WF, Siegal M. Pit and fissure sealant application: updating the technique. *J Am Dent Assoc.* 1996 Mar;127(3):351–61, quiz 391–2.
285. De Munck J, Vargas M, Iracki J, Van Landuyt K, Poitevin A, Lambrechts P, et al. One-day bonding effectiveness of new self-etch adhesives to bur-cut enamel and dentin. *Oper Dent.* 2005;30(1):39–49.
286. Haller B. Recent developments in dentin bonding. *Am J Dent.* 2000 Feb;13(1):44–50.
287. Ram D, Mamber E, Fuks AB. Clinical performance of a non-rinse conditioning sealant in three paediatric dental practices: a retrospective study. *Int J Paediatr Dent.* 2005 Jan;15(1):61–6.
288. Ferrari M, Mannocci F, Vichi A, Davidson CL. Effect of two etching times on the sealing ability of Clearfil Liner Bond 2 in Class V restorations. *Am J Dent.* 1997 Apr;10(2):66–70.

289. Belli S, Inokoshi S, Ozer F, Pereira PN, Ogata M, Tagami J. The effect of additional enamel etching and a flowable composite to the interfacial integrity of Class II adhesive composite restorations. *Oper Dent*. 1998;26(1):70–5.
290. Agostini FG, Kaaden C, Powers JM. Bond strength of self-etching primers to enamel and dentin of primary teeth. *Pediatr Dent*. 2001;23(6):481–6.
291. Cordoso P, Sadek F. Microtensile bond strength on dentin using new adhesive system with self-etching primers. *Braz J Oral Sci*. 2003;2:156–9.
292. Moura S, Santos J, Ballester R. Morphological characterization of the tooth/adhesive interface. *Brazilian Dent J*. 2006;17(3):179–85.
293. Borges MAP, Matos IC, Dias KRHC. Influence of two self-etching primer systems on enamel adhesion. *Braz Dent J*. 2007 Jan;18(2):113–8.
294. Hannig M, Reinhardt KJ, Bott B. Self-etching primer vs phosphoric acid: an alternative concept for composite-to-enamel bonding. *Oper Dent*. 1999;24(3):172–80.
295. Davidson CL, Feilzer AJ. Polymerization shrinkage and polymerization shrinkage stress in polymer-based restoratives. *J Dent*. 1997 Nov;25(6):435–40.
296. PITRUZZELLO R, LATTA M, BARKMEIER W. Microleakage evaluation of KB-1300. a prototype multipurpose adhesive system. *J Dent Res*. 1998;77:198–198.
297. Tarle Z, Meniga A, Ristic M, Sutalo J, Pichler G, Davidson CL. The effect of the photopolymerization method on the quality of composite resin samples. *J Oral Rehabil*. 1998 Jun;25(6):436–42.
298. Çelik Ç, Özel Y, Karabulut E. Kavite dezenfektanı uygulamasının farklı dentin adeziv sistemlerin mikrosızıntısına etkisi. *Atatürk Üniv Diş Hek Fak Derg*. 2007;17:7–12.
299. Roberson T, Heymann H, Ritter A. Introduction to composite restorations. *Sturdevant's Art And Science of Operative Dentistry*. 4th ed. Missouri: Mosby; 2002. p. 473–99.
300. Oberholzer TG, Du Preez IC, Kidd M. Effect of LED curing on the microleakage, shear bond strength and surface hardness of a resin-based composite restoration. *Biomaterials*. 2005 Jun;26(18):3981–6.
301. Tung FF, Estafan D, Scherer W. Use of a compomer in Class V restoration: a microleakage study. *Quintessence Int*. 2000 Oct;31(9):668–72.
302. Lloyd CH, Butchart DG. Retention of core composites, glass ionomers, and cermets by a self-threading dentin pin: the influence of fracture toughness upon failure. *Dent Mater*. 1990 Jul;6(3):185–8.

303. al-Obaidi FF, Salama FS. Resin-modified glass ionomer restorations in primary molars: a comparison of three in vitro procedures. *J Clin Pediatr Dent.* 1996 Jan;21(1):71–6.
304. Basting RT, Serra MC, Rodrigues AL. In situ microhardness evaluation of glass-ionomer/composite resin hybrid materials at different post-irradiation times. *J Oral Rehabil.* 2002 Dec;29(12):1187–95.
305. Sadeghi M, Davari A, Lynch CD. The effect of re-bonding using surface sealant or adhesive system on microleakage of class V resin composite restorations. *Dent Res J (Isfahan).* 2013 Sep;10(5):596–601.
306. Luo Y, Tay FR, Lo EC, Wei SH. Marginal adaptation of a new compomer under different conditioning methods. *J Dent.* 2000 Sep;28(7):495–500.
307. Rosa B, Perdigao J. Bond strengths of nonrinsing adhesive. *Quintessence Int (Berl).* 2000;31:353–8.
308. Cavalcante LMA, Peris AR, Ambrosano GMB, Ritter AV, Pimenta LAF. Effect of photoactivation systems and resin composites on the microleakage of esthetic restorations. *J Contemp Dent Pract.* 2007 Jan;8(2):70–9.
309. Aranha ACC, Pimenta LAF. Effect of two different restorative techniques using resin-based composites on microleakage. *Am J Dent.* 2004 Apr;17(2):99–103.
310. Poskus LT, Placido E, Cardoso PEC. Influence of adhesive system and placement technique on microleakage of resin-based composite restorations. *J Adhes Dent.* 2004 Jan;6(3):227–32.
311. Krifka S, Federlin M, Hiller K-A, Schmalz G. Microleakage of silorane- and methacrylate-based class V composite restorations. *Clin Oral Investig.* 2012 Aug;16(4):1117–24.

8. ÖZGEÇMİŞ

Gülden ıralı 05.01.1983 yılında Denizli’de doğmuştur. İlköğrenimini ilk üç sene Hürriyet İlkokulu’nda son iki seneyi İstiklal İlkokulu’nda, orta öğrenimini Merkez Ortaokulu’nda, lise öğrenimini ise Kazım Kaynak Anadolu Lisesi’nde tamamlamıştır. 2002 yılında başladığı Yeditepe Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi’ni 2008 yılında mezun olmuştur. Aynı yıl Yeditepe Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Çocuk Diş Hekimliği Anabilim Dalı’nda doktora eğitimine başlamıştır.

