



TÜRKİYE CUMHURİYETİ
DİCLE ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ
RESTORATİF DİŞ TEDAVİSİ ANABİLİM DALI



**GIDA TAKLİDİ LİKİDLERİN FARKLI ESTETİK RESTORASYONLARIN
YÜZEY YAPISI VE ÇÖZÜNÜRLÜKLERİNE ETKİSİ**

Dt. Abdurrahman YALÇIN
DİŞ HEKİMLİĞİNDE UZMANLIK TEZİ

DANIŞMAN
Doç. Dr. Şeyhmus BAKIR
RESTORATİF DİŞ TEDAVİSİ ANABİLİM DALI

DIYARBAKIR

2022



TÜRKİYE CUMHURİYETİ

DİCLE ÜNİVERSİTESİ

DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ

RESTORATİF DİŞ TEDAVİSİ ANABİLİM DALI



**GIDA TAKLİDİ LİKİDLERİN FARKLI ESTETİK RESTORASYONLARIN
YÜZEY YAPISI VE ÇÖZÜNÜRLÜKLERİNE ETKİSİ**

Dt. Abdurrahman YALÇIN

DİŞ HEKİMLİĞİNDE UZMANLIK TEZİ

DANIŞMAN

Doç Dr. Şeyhmus BAKIR

RESTORATİF DİŞ TEDAVİSİ ANABİLİM DALI

DIYARBAKIR

2022

TÜRKİYE CUMHURİYETİ
DİCLE ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ
RESTORATİF DİŞ TEDAVİSİ ANABİLİM DALI

BEYAN

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

.... /.... / 2022

Abdurrahman YALÇIN



TEŞEKKÜR

Uzmanlık eğitimim süresince ve tezimin her aşamasında büyük bir sabır ve titizlikle bana yardımcı olup değerli bilgi ve tecrübeleri ile yol gösteren, anlayış ve hoşgörüsüyle desteğini her zaman her konuda hissettiğim, değerli hocam ve tez danışmanım Doç. Dr. Şeyhmus BAKIR'a,

Asistanlığım döneminde her türlü desteği benden esirgemeyen, kıymetli bilgi ve tecrübelerini benimle paylaşan Sayın Doç. Dr. Elif Pınar BAKIR'a,

Uzmanlığımın üç yılı boyunca yanımda olan, birlikte güzel anılar biriktirdiğimiz arkadaşlarım Dt. Adem Özeler, Dt. Bahattin Yaşın,

Gerek klinikte gerek tez hazırlama döneminde her zaman bana destek olan değerli asistan arkadaşlarıma ve klinik personellerine,

Üniversiteye başladığım ilk günden beri her zaman yanımda olan değerli dostlarım Dt. Mehmet İNCEÖREN ve Dt. Ahmet ELPEZE'ye,

Bütün hayatım boyunca yanımda olan, hedeflerime ulaşmamda en büyük destekçilerim olan ve sevgilerini benden hiç esirgemeyen canım babam, annem ve bütün kardeşlerime

Bu zorlu dönemde sevgisiyle ve sabrıyla her zaman bana destek olan, sevgili eşim Esra ÇAVDAR YALÇIN'a ve biricik kızım Beren 'e

SONSUZ TEŞEKKÜR EDERİM

Dt Abdurrahman YALÇIN

İÇİNDEKİLER

ONAY.....	Error! Bookmark not defined.
BEYAN	ii
TEŞEKKÜR	iv
İÇİNDEKİLER.....	vi
ŞEKİLLER VE RESİMLER DİZİNİ.....	xii
TABLolar VE GRAFİKLER DİZİNİ.....	xiv
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	xviii
ÖZET	1
ABSTRACT.....	2
1. GİRİŞ.....	3
2. GENEL BİLGİLER	5
2.1. KOMPOZİT REZİNLER.....	5
2.1.1. Kompozit Resinlerin Tarihçesi.....	5
2.1.2. Kompozit Resinlerin Yapısı.....	7
2.1.2.1. Organik Matriks	7
2.1.2.2. İnorganik Doldurucular	9
2.1.2.3. Bağlayıcı Ajan (Ara Faz, Silan)	9
2.1.3. Kompozit Resinlerin Sınıflandırılması	10
2.1.4.1. İnorganik Doldurucu Partikül Büyüklüklerine Göre Sınıflama	12
a. A. Homojen Dolduruculu Kompozitler	12
b. B. Heterojen Dolduruculu Kompozitler	13
c. C. Hibrit Kompozitler	13
2.1.4.2. Polimerizasyon Yöntemlerine Göre Sınıflama	14
2.1.4.3. Viskozitelerine Göre Sınıflama.....	15



d. a. Akışkan (Flowable) Kompozit Rezinler	15
e. b. Kondanse Olabilen (Packable) Kompozit Rezinler.....	15
2.1.4. Kompozit Rezinlerde Güncel Gelişmeler	16
2.1.4.1. Self-Adeziv (Kendi bağlanabilen) Kompozit Rezinler	16
2.1.4.2. Ormoserler (Organik Modifiye Seramikler)	16
2.1.4.3. Antibakteriyel Kompozit Rezinler	17
2.1.4.4. Siloran Esaslı Kompozit Rezinler	17
2.1.4.5. Fiberle Güçlendirilmiş Kompozit Rezinler	18
2.1.4.6. Bulk Fill Kompozitler.....	18
2.2. CAM İYONOMER SİMANLAR.....	19
2.2.1. Geleneksel Cam İyonomer Simanlar	20
2.2.2. Rezinle Modifiye Cam İyonomer Simanlar	21
2.2.3. Poliasitle Modifiye Kompozit Rezinler (Kompomerler)	21
2.2.4. Yüksek Viskoziteli Cam İyonomer Simanlar.....	22
2.2.5. Giomerler	23
2.2.6. Nano-iyonomerler.....	23
2.3. GIDALARI TAKLİT EDEN SOLÜSYONLAR	24
2.4. KOMPOZİT REZİNLERİN ÖZELLİKLERİ VE TEST YÖNTEMLERİ.....	25
2.4.1. Su Emilimi ve Suda Çözünürlük Özellikleri.....	25
2.4.2. Yüzey Pürüzlülüğü	26
2.4.2.1. Yüzey Pürüzlülüğü Ölçüm Yöntemleri	27
a. Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM)	27
b. Profilometre	27
c. Atomik Kuvvet Mikroskobu (AFM)	28
d. Mikrofotoğraf yöntemi	28



3. MATERYAL METOD	29
3.1. Kullanılan Materyal ve Cihazlar	29
3.2. Örneklerin Hazırlanması	32
3.3. Suda Çözünürlüğün Hesaplanması ve Yüzey Pürüzlülüğünün Tespiti ...	33
3.4. İstatistiksel Değerlendirme	35
4. BULGULAR	36
4.1. YÜZEY PÜRÜZLÜĞÜ	36
4.2. ÇÖZÜNÜRLÜK.....	48
5. TARTIŞMA	53
6. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	64
7. KAYNAKÇA	66
8. ÖZGEÇMİŞ	83
9. ORJİNALLİK RAPORU	84



RESİMLER DİZİNİ

Resim 1. Estetik materyaller.....	30
Resim 2. Gıdaları taklit eden solüsyonlar.....	30
Resim 3. Kullanılan diğer malzeme ve cihazlar.....	31
Resim 4. Kullanılan diğer malzeme ve cihazlar	31
Resim 5. Örnek hazırlamada kullanılan plastik kalıp ve hazırlanan örnekler.....	32
Resim 6: Dyract XP başlangıç ve heptan içerisinde bekletme sonrası AFM görüntüleri.....	42
Resim 7: Dyract XP başlangıç ve etanol içerisinde bekletme sonrası AFM görüntüleri.....	42
Resim 8: Dyract XP başlangıç ve sitrik asit içerisinde bekletme sonrası AFM görüntüleri....	42
Resim 9: Dyract XP başlangıç ve distile su içerisinde bekletme sonrası AFM görüntüleri...42	
Resim 10: Filtek Z-250'nin başlangıç ve heptan içerisinde bekletme sonrası AFM görüntüleri.....	43
Resim 11: Filtek Z-250'nin başlangıç ve etanol içerisinde bekletme sonrası AFM görüntüleri.....	43
Resim 12: Filtek Z-250'nin başlangıç ve sitrik asit içerisinde bekletme sonrası AFM görüntüleri.....	43
Resim 13: Filtek Z-250'nin başlangıç ve distile su içerisinde bekletme sonrası AFM görüntüleri.....	43
Resim 14: G-aenial anterior başlangıç ve heptan içerisinde bekletme sonrası AFM görüntüleri.....	44
Resim 15: G-aenial anterior başlangıç ve etanol içerisinde bekletme sonrası AFM görüntüleri.....	44
Resim 16: G-aenial anterior başlangıç ve sitrik asit içerisinde bekletme sonrası AFM görüntüleri.....	44
Resim 17: G-aenial anterior başlangıç ve distile su içerisinde bekletme sonrası AFM görüntüleri.....	44
Resim 18: Chemfill Rock başlangıç ve heptan içerisinde bekletme sonrası AFM görüntüleri.....	45
Resim 19: Chemfill Rock başlangıç ve etanol içerisinde bekletme sonrası AFM görüntüleri.....	45
Resim 20: Chemfill Rock distile başlangıç ve distile su içerisinde bekletme sonrası AFM görüntüleri.....	45
Resim 21. Chemfill Rock başlangıç AFM görüntüsü ve sitrik asit içerisinde bekletme sonrası oluşan çözünürlük düzeyini gösteren fotoğraf.....	45



TABLÖLAR VE GRAFİKLER DİZİNİ

TABLÖLAR

Tablo 1. Kompozit rezinlerin avantaj ve dezavantajları.....	6
Tablo 2. Partikül tipi, polimerizasyon mekanizması ve viskozitesine göre kompozit rezinler.....	10
Tablo 3. Partikül büyüklüğüne göre sınıflama.....	11
Tablo 4. Doldurucu partikül büyüklüğüne ve yüzdelere göre yapılan sınıflama...	11
Tablo 5. Cam iyonomer simanların avantaj ve dezavantajları.....	19
Tablo 6. Çalışmada kullanılan estetik materyaller.....	29
Tablo 7. Çalışmada kullanılan solüsyonlar.....	30
Tablo 8. Gruplara göre materyallerin başlangıç ve bitim pürüzlülük düzeyleri	36
Tablo 9. Gruplara göre kullanılan solüsyon çeşidine göre başlangıç ve bitim pürüzlülük düzeyleri.....	37
Tablo 10. Yüzey pürüzlülük değeri ortalamaları $\pm$ standart sapmaları.	41
Tablo 11. Kullanılan solüsyonlara göre materyallerin yüzey pürüzlülüğü değerleri bakımından zamanlar arasındaki farklılığa ilişkin analiz sonuçları.....	48
Tablo 12. Çözünürlük Değerleri Bakımından Grup 1 ve Grup 2'ler Arasındaki Farklılığa İlişkin Analiz Sonuçları.....	50
Tablo 13. Farklı solüsyonlarda bekletilen materyallerin çözünürlük değerlerinin gruplara göre dağılımının analizi.....	51
Tablo 14. Materyallerin farklı solüsyonlarda bekletildikten sonraki çözünürlük değerlerinin analizi.....	53



GRAFİKLER

Grafik 1. Farklı solüsyonlarda bekletilen materyallerin ikinci yüzey pürüzlülük değerlerinin (T1) dağılım grafiği.....	41
Grafik 2. Kullanılan solüsyonlara göre materyallerin yüzey pürüzlüğü değerleri bakımından zamanlar arasındaki farklılık.....	49
Grafik 3. Farklı solüsyonlarda bekletilen materyallerin çözünürlük değerlerinin gruplara göre dağılımının analizi.....	52





SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

°C: Santigrat Derece

%: Yüzde işareti

>: Büyüktür

< : Küçüktür

mm: Milimetre

cm: Santimetre

ml: Mililitre

µl: Mikrolitre

µm: Mikrometre

Nm: Nanometre

µg: Mikrogram

pH: Ortamdaki hidrojen iyonlarının konsantrasyonu

Bis-GMA: Bisfenol-A Glisidil Metakrilat

UDMA: Üretan Dimetakrilat

TEGDMA: Trietilen Glikol Dimetakrilat

DMAEMA: Dimetilamino etilmetakrilat

MMA: Metil metakrilat

HEMA: Hidroksietil Metakrilat

P: İstatistiksel anlamlılık

LED: Light-emitting diode

UV: Ultraviyole

Z250: Filtek Z250 kompoziti

AFM: Atomik Kuvvet Mikroskop

FDA: Food and Drug Administration



ISO: International Organization for Standardization

SEM: Taramalı Elektron Mikroskobu

γ -MPS: γ -metakriloksipropiltrimetoksisilan

GPDM: Gliserol fosfat dimetakrilat

MDPB: 12- methacryloyloxydodecyl-pyridinium bromide

CİS: Cam iyonomer siman

RMCİS: Rezin modifiye cam iyonomer siman

MDPB: 12- methacryloyloxydodecyl-pyridinium bromide

Ra: Ortalama Merkez Çizgi Değer

YVCİS: Yüksek viskoziteli cam iyonomer siman



ÖZET

Amaç: Çalışmamızın amacı; restoratif materyallerin ağız içerisinde maruz kaldıkları gıdalara bağlı olarak, oluşan yüzey pürüzlülükleri ve çözünürlüklerini FDA tarafından belirlenen gıda taklidi likitler kullanarak incelemektir.

Gereç ve Yöntem: Çalışmamızda, bir adet universal kompomer (Dyract XP, Dentsply), bir adet geleneksel mikrohibrit kompozit (Filtek™ Z250, 3M ESPE), bir adet nanohibrit kompozit (G-Aenial Anterior, GC) ve bir adet yüksek viskoziteli cam iyonomer siman (ChemFill Rock, Dentsply) olmak üzere toplam dört adet estetik restoratif materyal kullanıldı. 8mm çapa ve 2mm kalınlığa sahip kalıplar kullanılarak, toplam 160 adet örnek hazırlandı. Çözünürlük değerlerini belirlemek için, örneklerin başlangıç ağırlıkları hassas terazide tartılarak mikrogram cinsinden kaydedildi (M_1). Örneklerin başlangıç yüzey pürüzlülük değerleri, AFM cihazı kullanılarak ölçüldü. Örnekler gıda taklidi dört farklı likit içerisinde (etanol, heptan, sitrik asit ve distile su) 7 gün süreyle bekletildi. Solüsyonlardan çıkarılmasının ardından desikatörde bekletilerek ağırlıkları sabitlenen örneklerin ikinci ağırlıkları, M_3 olarak kaydedildi. Ardından ikinci yüzey pürüzlülük değerleri ölçüldü. Örneklerin çözünürlük değerleri, ISO 4049:2009 spesifikasyonuna göre hesaplandı.

Bulgular: Tüm gıda taklidi solüsyonlarda bekletilen materyaller arasında, en yüksek çözünürlük ve pürüzlülük artışı sergileyen materyalin ChemFil Rock yüksek viskoziteli cam iyonomer siman olduğu belirlendi. Bu materyalde en yüksek yüzey pürüzlülük değer artışına ve çözünürlüğe sebep olan solüsyonun ise sitrik asit olduğu tespit edildi ($p<0,005$).

Sonuç: Restoratif materyaller ağız içi ortamda, gıdaların içeriğindeki kimyasallar maddelere, çiğneme sırasında oluşan kuvvetlere ve devamlı sıcaklık değişimine maruz kalmakta ve dolayısıyla yüzey özellikleri ve çözünürlük değerleri değişkenlik göstermektedir. Çalışmamızda kullandığımız tüm restoratif materyallerin, gıda taklidi likitlerden yüzey pürüzlülüğü ve çözünürlük açısından farklı oranlarda etkilendiği görüldü.

Anahtar Kelimeler: Estetik restoratif materyaller, gıda taklidi likitler, yüzey pürüzlülüğü, çözünürlük.

ABSTRACT

Aim: The aim of our study; To examine the surface roughness and solubility of restorative materials depending on the foods they are exposed to in the mouth by using food imitation liquids determined by the FDA.

Materials and Methods: In our study, one universal compomer (Dyract XP, Dentsply), one conventional microhybrid composite (Filtek™ Z250, 3M ESPE), one nanohybrid composite (G-Aenial Anterior, GC) and one high-viscosity glass ionomer cement (ChemFill Rock, A total of four aesthetic restorative materials (Dentsply) were used. A total of 160 samples were prepared using molds with a diameter of 8mm and a thickness of 2mm. In order to determine the solubility values, the initial weights of the samples were weighed on a precision balance and recorded in micrograms (M1). The initial surface roughness values of the samples were measured using the AFM device. The samples were kept in four different liquids (ethanol, heptane, citric acid and distilled water) for 7 days. After being removed from the solutions, the second weights of the samples, whose weights were fixed by keeping them in the desiccator, were recorded as M3. Then the second surface roughness values were measured. The solubility values of the samples were calculated according to the ISO 4049:2009 specification.

Results: It was determined that the material exhibiting the highest solubility and roughness increase among all the materials kept in food-imitation solutions was ChemFil Rock high-viscosity glass ionomer cement. It was determined that the solution causing the highest surface roughness value increase and solubility in this material was citric acid ($p < 0.005$).

Conclusion: In the oral environment, restorative materials are exposed to the chemicals in the food, the forces that occur during chewing and constant temperature changes, and therefore their surface properties and solubility values vary. It was observed that all the restorative materials we used in our study were affected by food imitation liquids at different rates in terms of surface roughness and solubility.

Keywords: Aesthetic restorative materials, food imitation liquids, surface roughness, solubility.

1. GİRİŞ

Günümüz diş hekimliğinde estetik uygulamalara duyulan ihtiyaç ve ilgi, zamanla doğal diş rengini taklit eden estetik restoratif materyallerin geliştirilmesine neden olmuştur. Diş rengindeki materyaller arasında başta kompozit rezinler olmak üzere, cam iyonomer simanlar (CİS), yüksek viskoziteli cam iyonomer simanlar (YVCİS) ve poliasitle modifiye kompozit rezinler (kompomerler) geniş kullanım alanı bulmuştur (1).

Diş sert dokularına kimyasal bağlanabilen, flor salınımı yapabilen ve antikaryojenik özellik sergileyen cam iyonomer simanlar, bu özellikleri sayesinde restoratif diş hekimliği pratiğinde önemli yer tutmaktadır. Geleneksel cam iyonomer simanların neme hassasiyetlerinin ve fiziksel özelliklerindeki bazı yetersizliklerin önüne geçmek amacıyla üretilen RMCİS'ler, adezyon kabiliyeti, yüzey sertliği ve manipülasyon kolaylığı açısından CİS'lerden daha başarılı bulunmuştur (2). Daha çok süt dişlerinin restorasyonunda tercih edilen kompomerler fiziksel özellikleri ve renk uyumu yönüyle kompozit rezinlere benzerlik göstermektedir (3). Adeziv sistemler konusunda teknolojiye yaşanan hızlı ilerlemeler, kompozit rezinleri günümüzde en beğenilen estetik dolgu materyali haline gelmiştir (4).

Tüm bu materyallerin bakteri adezyonuna, yüzey pürüzlülüğüne, mikrosertliğin azalmasına, renk değiştirmeye ve ağız likitlerinin etkisiyle çözünerek kenar bütünlüğünün bozulmasına yatkın oldukları bilinmektedir. Estetik restoratif materyallerin zaman içerisinde maruz kaldıkları mekanik kuvvetler, restorasyonların yapısında mikroçatlaklara, doldurucu partiküllerin yüzeyden kopmasına, matriks ve doldurucu bağlantısının bozulmasına neden olabilmektedir. Bununla birlikte, başta tükürük olmak üzere, ağız içerisindeki likitler, içecekler veya tüketilen bazı gıdaların sebep olduğu kimyasal etkiler de, restorasyonlarda çözünmeye, yüzey yapısının bozulmasına ve materyalin yaşlanmasına katkı sunmaktadır (5).

Yapılan laboratuvar çalışmaları; restorasyonların gıdaları taklit edebilen birtakım solüsyonların içerisinde bekletilmesinin, materyallerin ağız içerisinde uzun vadede karşılaşılabilecekleri mikrosızıntı, renk değişimi, aşınma, yüzey sertliği ve pürüzlülüğü

gibi olumsuzluklara benzer etki sağlayabileceğini ortaya koymuştur. En çok bilinen ve in-vitro çalışmalarda kullanımı en fazla tercih edilen solüsyonların başında; etanol, heptan, sitrik asit ve distile su gelmektedir. Berrak bir görünüme sahip olan ve alkollü içkilerden de üretilabilen Ethanol; nişasta, şeker veya benzeri karbonhidratların fermentasyonu yoluyla elde edilmekte ve çeşitli asidik içecekleri taklit etmektedir (6). Oda sıcaklığında kolaylıkla buharlaşabilen Heptan solüsyonu; tereyağını, bitkisel ve sıvı yağları ve yağlı etleri taklit etmektedir (7, 8). Asidik içecekleri taklit eden ve şeker eriyiklerinden üretilmesi mümkün olan sitrik asit (limon tuzu); özellikle turunçgiller ve benzeri meyvelerde, meyve suları ve meşrubatlarda oldukça fazla oranda bulunabilen organik asitlerden birisidir. Distile su ise; tükürük ve suyun oluşturduğu ağız içi ortamı taklit etmektedir (9).

Restorasyonların yüzeyinde meydana gelen pürüzlülük artışı; plak ve diştaşı birikimini kolaylaştırmakta, bu sayede zaman içerisinde renklenme, dişeti iltihabı ve sekonder çürük oluşma riskini barındırmaktadır. Bununla birlikte, özellikle dişeti seviyesine yakın olan restorasyonların devamlı bir şekilde dişeti oluğundaki sıvıyla temas halinde olması, su absorpsiyonu ve çözünürlük ihtimalini arttırarak yine renklenmeye ve ara yüz konturlarında kırıklara yol açabilmektedir (10). Restoratif materyallerin gıda taklidi likitler karşısındaki çözünürlük ve pürüzlülük değerlerinin tespit edilmesi, ağız ortamındaki davranışlarının belirlenmesinde oldukça önemlidir. Özellikle restorasyonun ömrünün tahmin edilmesi için önemli bir parametre olan çözünürlük, bireylerin beslenme alışkanlığıyla birlikte biyolojik yapılarla olan uyumunun süresi hakkında da bilgi sahibi olmamızı sağlamaktadır (11).

Bu çalışmanın amacı; diş hekimliği kliniklerinde yaygın olarak kullanılan dört farklı estetik restoratif materyalin, herhangi bir mekanik bir kuvvete maruz kalmadan, sadece gıdaları taklit eden birtakım solüsyonların etkisiyle yüzey pürüzlülükleri ve çözünürlüklerinde meydana gelen değişimlerin tespit edilmesidir.

2. GENEL BİLGİLER

Dişlerin minelerinin asitlenebilirliğinin belirlenmesi ve adeziv sistemlerin geliştirilmesiyle beraber, estetik restoratif materyallerde büyük yenilikler ortaya çıkmıştır. G.V. Black tarafından tanımlanmış olan “koruma için genişletme” kavramı, geliştirilen yeni materyaller ve yeni uygulama teknikleri sayesinde değişmiştir. Bununla birlikte, adeziv bağlantının geliştirilmesiyle mekanik bağlantı yerini, adezyon kavramına bırakmıştır. Böylece, çürük temizleme işlemi sırasında açılan kaviteler daha minimal düzeyde açılarak, sağlam diş dokusunun korunması sağlanmıştır (12).

Diş hekimliğinde estetiğin ön plana çıkmasıyla beraber diş renginde restoratif materyaller önem kazanmaya başlamıştır. Estetik diş hekimliğinde, diş renginde kullanılan ilk restoratif materyal silikat simanlardır (13, 14). Silikat simanlar içeriğindeki fosforik asit ve alumino-fluoro-silikat cam yapıları ile kompozit rezinlere benzemektedir. Silikat simanların diş dokularına yeterince adezyon sergileyememesi, kuvvetler karşısında dayanıksızlığı, genleşme ve büzülme katsayısının oldukça yüksek olması, yüzeyinin pürüzlü oluşu, ağız sıvılarında çözünebilmesi ve diş dokularına oranla renk stabilitenin olmaması en önemli dezavantajları arasındadır. Bu durum hem anterior hem posterior dişlerde kullanılabilecek, estetik ve adezyon özellikleri arttırılmış materyal ihtiyacını oluşturmuştur (15).

1960’lı yılların başından itibaren önemli gelişmeler kaydedilmiş, estetik ve adezyon kabiliyeti daha üstün akrilik rezinler geliştirilmiştir. Ancak, akrilik rezinlerin fazla polimerizasyon büzülmesi ve diş sert dokularına göre daha çok termal genleşme göstermesi nedeniyle kullanımı sınırlı kalmıştır (16).

2.1. KOMPOZİT REZİNLER

2.1.1. Kompozit Resinlerin Tarihçesi

Tanıtilen ilk kompozit rezinler akrilik bazlı metil metakrilat (MMA) materyallerdir. Bunlar katalizör ve bazdan oluşan, toz ve likitin karıştırılmasıyla kendi kendine sertleşen kimyasal reaksiyon sonucu polimerize olan materyallerdir. Bu materyallere reaksiyon sırasında polimerizasyon büzülmesini önlemek, materyalin su emilimini azaltmak ve

termal genişmesini azaltmak amacıyla inorganik doldurucular ilave edilmiştir (17). Bununla birlikte materyalin toz ve likit karışımından oluşması, kaviteye tek parça olarak yerleştirilmesi sırasında oluşan yüksek polimerizasyon büzülmesine bağlı olarak restorasyon kenarlarında oluşan mikro boşluklarda renklenmeler ve sekonder çürüklerin yanı sıra materyal içerisinde hava kabarcıklarının kalması ve çalışma süresinin kısa olması gibi dezavantajlar gündeme gelmiştir (12, 18).

Zaman içerisinde, kompozit rezinlere Bis-GMA monomerinin ilave edilmesiyle, silikat simanlara ve akrilik rezinlere kıyasla mekanik ve adeziv özellikleri daha güçlü materyaller elde edilmiştir (19). Fiziksel ve mekanik özellikleri iyileştirilmiş, polimerizasyon büzülmesi ve termal genişleme katsayısı azaltılmış, daha yüksek aşınma direnci ve daha iyi renk uyumu gösteren yeni materyaller diş hekimliği pratiğinde yüksek ilgi görmeye başlamıştır. Kompozit rezinlerin genel olarak avantaj ve dezavantajları aşağıdaki tabloda belirtilmiştir (15),(Tablo 1).

Tablo 1. Kompozit rezinlerin avantaj ve dezavantajları

Kompozitlerin Avantajları	Kompozitlerin Dezavantajları
Estetik olmaları, renk seçeneklerinin olması	Polimerizasyon büzülmesi
Cıllanabilirlik	Mikrosızıntı gösterebilmesi
Diş sert dokularına adezyon gösterebilmesi	Zamanla renklenmesi
Sertleşme zaman kontrolü	Çekme ve gerilme kuvvetlerine karşı düşük direnç
Uygulama kolaylığı ve ideal akışkanlık	Postoperatif hassasiyet
Isı iletiminin düşük olması	Abrazyona karşı düşük direnç
Sıvılarda düşük çözünürlük	Su emilimi
Yüksek dayanıklılık	Bazı hastalarda alerji

Gerek anterior ve gerekse posterior restorasyonlarda oldukça yaygın bir şekilde kullanılmaya başlanan kompozit rezinler, Bis-GMA'nın sahip olduğu bazı olumsuz özellikler (yüksek viskozite, düşük inorganik doldurucu içeriği, yüksek polimerizasyon büzülmesi ve aşınma direnci) nedeniyle posterior bölgede amalgam dolguların yerini tam olarak alamamıştır (15). Bis-GMA içerikli rezin kompozit rezinler iki pattan oluşan sistemlerdir. Polimerizasyon tepkimesi oda sıcaklığında tersiyer amin (aktivatör) ile benzoil peroksit (başlatıcı) arasında serbest radikallerin oluşmasıyla sağlanmaktadır (20). Önceki restorasyonlarda olduğu gibi bu materyallerde de patların karıştırılması ve

uygulanması sırasında porozite oluşumu izlenmiş, uygulama sırasında teknik hassasiyet gerektirmesi restorasyonda fiziksel ve mekanik özelliklerde zayıflıkların oluşmasına neden olmuştur (21).

Yaşanan bu problemleri aşabilmek adına 1970’li yıllarda çalışmalara devam edilmiş ve Ultraviyole (UV) ışık kullanılarak polimerizasyonu sağlanan kompozit rezinler geliştirilmeye başlanmıştır (15). Bu sayede, polimerizasyonun başlatılması tamamen hekimin kontrolüne geçmiş, kompozit rezinlerin kaviteye uygulanması ve şekillendirme için gerekli çalışma zamanı elde edilmiştir. Bis-GMA molekülünün yüksek viskozitesinin azaltılması ve kullanım özelliklerinin daha uygun hale getirilmesi amacıyla, organik matriks içerisine molekül ağırlığı daha düşük olan trietilen glikol dimetakrilat (TEGDMA) monomeri ilave edilmiştir. Ayrıca, renk stabilizasyonu ve dış dokularına adezyonu arttıran üretan dimetakrilat (UDMA) molekülü eklenmiştir. Kompozit rezin materyallere kamforokinon gibi fotobaşlatıcıların ilavesiyle polimerizasyonda yeni bir döneme geçilmiş ve böylece materyallerin klinik kullanım kolaylığı ve raf ömürlerinin uzatılması sağlanmıştır (15).

2.1.2. Kompozit Resinlerin Yapısı

Kompozit rezinler, birden fazla yapıda kimyasalın belirgin fazlar oluşturarak reaksiyona girmesiyle oluşan ürünlerdir. Temel yapıyı oluşturan organik matriks, bağlayıcı faz ve inorganik doldurucuların yanı sıra kompozit rezinlerin yapısına başlatıcılar, inhibitörler, ultraviyole stabilizatörler ve renk pigmentleri eklenmiştir (22).

2.1.2.1. Organik Matriks

Kompozit rezinlerin klinik performansını ve polimerizasyon derecesini belirlemede etkili olan organik matriks, monomerlerin polimerizasyon reaksiyonu sonucunda polimer bir yapıya dönüşmektedir. Organik matriksin fazla olması durumunda, polimerizasyon büzülmesi artmaktadır (23, 24). Organik matriks içerisinde en sık bulunan monomerlerden biri olan Bis-GMA, bisfenol A ve glisidil metakrilatın birleşiminden meydana gelmektedir (22). UDMA ve Bis-GMA monomerleri, molekül ağırlıkları yükek olan visküz bileşiklerdir (25).

Yüksek viskozitesi nedeniyle kompozit rezinlerin manipölasyonunu zorlaştıran Bis-GMA yerine, daha az molekül ağırlığına sahip ve viskozitesi daha düşük olduğu için manipölasyonu kolaylaştıran TEGDMA ilavesi gündeme gelmiştir. Hidrofilik karakterli olması nedeniyle yüksek oranda polimerizasyon büzülmesi gösteren ve yüzey aşınma direncinin düşmesine neden olan TEGDMA, esneklik ve marjinal dayanıklılığın artmasını sağlamaktadır (26).

Yakın zamanda kompozit rezinlere siloran monomeri de ilave edilmeye başlanmıştır. Oksiran ve siloksan moleküllerinin birleşmesinden oluşan siloran; kationik halkasının açılmasıyla polimerizasyon sağlayan ve bu sayede daha az polimerizasyon büzülmesi gösteren bir monomerdur (27). Monomerlerin kullanımı veya saklanması sırasında ısı, ışık veya diğer kimyasal etkenlerle kendiliğinden polimerizasyona uğramasını engellemek amacıyla yapıya inhibitörler ilave edilmiştir. İnhibitörler; kompozit rezinlerin kullanım öncesi raf ömrünü ve polimerizasyon sonrası stabilizasyonu maksimum düzeyde tutarak kullanım süresini uzatmaktadır. Bu amaçla en çok kullanılan inhibitörler –metoksifenol, 2, 4, 6- tersiyer bütıl ve hidrokinon monometil eter bileşikleridir (23).

Kimyasal olarak polimerize olan kompozit rezinlerde, organik matrik içerisine başlatıcı (initiator) olarak benzol peroksit, hızlandırıcı (akseleratör) olarak da aromatik tersiyer amin eklenmektedir. Işıkla sertleşen kompozitlerde ise, organik matrik içerisinde serbest radikaller ve fotobaşlatıcılar bulunmaktadır. Sadece ışıkla aktive olan bu iki bileşik, 468nm dalga boyunda görünür ışıkla uyarılarak ve amin aktivatörlerle reaksiyona girerek ilave reaksiyonu başlatan serbest radikaller oluşturmaktadır. Kamforokinon; dimetilaminoetil metakrilat (DMAEMA) benzeri tersiyer amin bileşiklerle kullanılan, monomer karışımına %0.2 oranında ilave edilen ve çok yaygın kullanılan bir polimerizasyon başlatıcıdır (28).

Bununla birlikte, polimerize olmamış artık ürünlerin ultraviyole ışığın etkisiyle ileriki dönemlerde restorasyonlarda oluşturabileceği renklenmeleri önlemek amacıyla organik matrik içerisine ultraviyole stabilizatörlerin ilavesi söz konusu olmuştur (23). Diş dokularına benzer doğal bir görünüm elde edilmesi amacıyla, renk pigmentlerinin

ilavesiyle, özellikle anterior dişlerde translusenst ve opak ton seçenekleri sayesinde doğal bir görünüm meydana gelmesi sağlanmıştır (23).

2.1.2.2. İnorganik Doldurucular

Kompozit rezinlerin mekanik ve estetik özelliklerinin geliştirilmesi için yapısına ilave edilen inorganik doldurucular; genleşme katsayısının azalmasını yanı sıra, radyoopasitenin ve polimerizasyon sırasındaki boyutsal stabilitenin artmasını sağlamaktadır (29).

Lityum silikat, alüminyum silikat, hidroksiapatit ve cam partikülleri gibi inorganik doldurucular; kompozit rezinlerin oklüzal kuvvetler karşısındaki aşınma direncinin artırılması, polimerizasyon büzülmesinin azaltılması ve estetik özelliklerin geliştirilmesinde önemli rol oynarlar. Bununla birlikte kompozit rezinlerin radyoopasitesi artırmak amacıyla içerisine; baryum, zirkonyum, stronsiyum ve çinko gibi iyonlar ilave edilmiştir (30).

İnorganik doldurucu oranının artması, materyalin fiziksel özelliklerinin geliştirilmesinin yanında viskozitesinin düşmesine de neden olmaktadır. Günümüzde, inorganik doldurucu oranını arttırmak amacıyla nanoteknolojiden yararlanılmaktadır. Doldurucu partiküllerin boyutu da, fiziksel özellikler üzerinde oldukça etkilidir. Büyük partiküllü kompozit rezinlerde fiziksel özellikler gelişirken, küçük partiküllü kompozit rezinlerde estetik özelliklerin daha ön plana çıktığı görülmüştür. Kompozit rezinlere nanopartiküllerin ilavesiyle doldurucu oranının artması sağlanmış, böylece hem estetik hemde fiziksel özellikler geliştirilmiştir. Nano doldurucu partiküller sol-jel işlemiyle elde edilirken, geleneksel partiküllü doldurucular büyük partiküllerin parçalanıp küçük partiküllere dönüştürülmesiyle elde edilmektedir (31).

2.1.2.3. Bağlayıcı Ajan (Ara Faz, Silan)

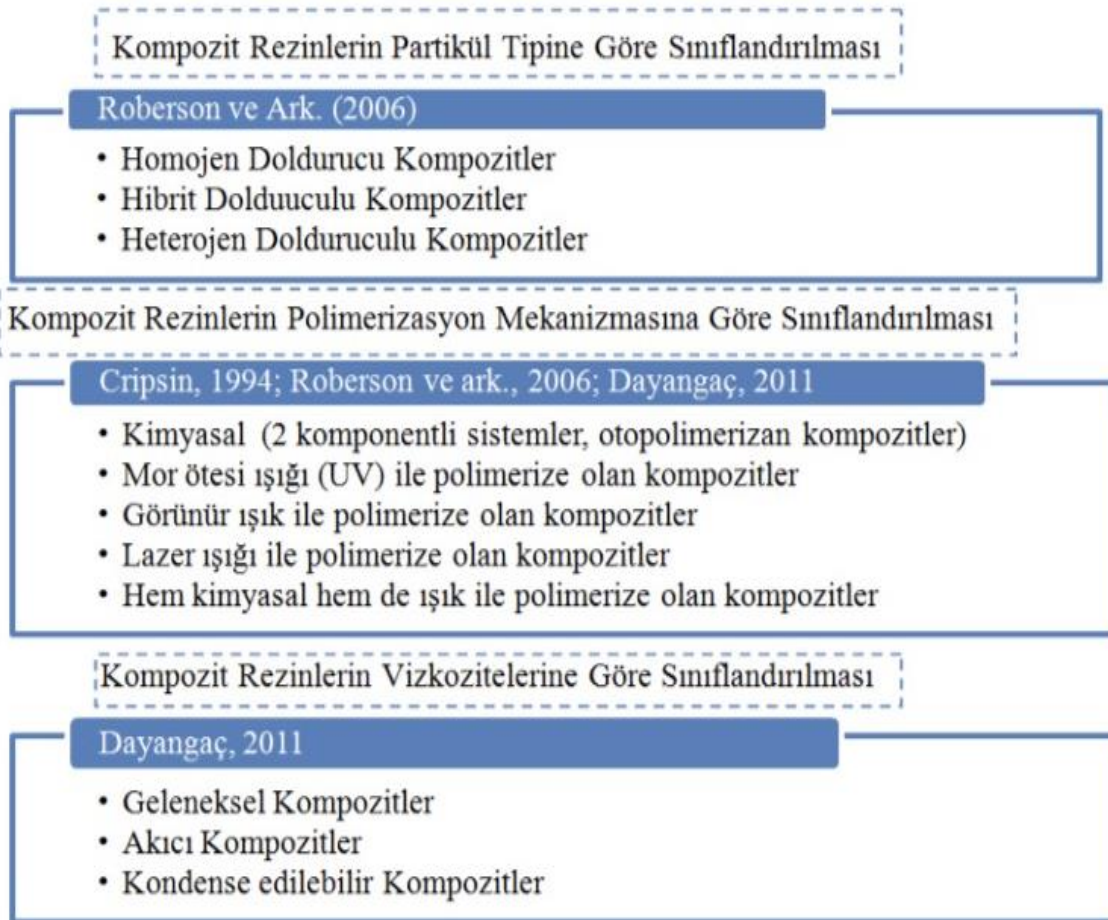
Kompozit rezinlerde başarının sağlanabilmesi için, inorganik doldurucular ve rezin matriks arasındaki kimyasal bağlantının çok iyi sağlanması gerekmektedir. Bu bağlantının tam olarak sağlanamaması; inorganik doldurucuların materyalden kopmasına, yapı içerisinde porozite ve mikro defektlerin oluşmasına neden olmaktadır (32). Kompozit rezinlerde ara bağlayıcı ajan olarak, sıklıkla silan bileşiği

kullanılmaktadır. Silan bileşiği ile kaplanan inorganik partiküller ve Bis-GMA arasında daha iyi bir bağlantının oluşması, sıkıştırma, bükülme ve sertlik değerlerinin daha iyi olması sağlanmıştır (32). Silan molekülleri, inorganik doldurucular ve organik matriks arasında su geçişini engelleyerek, materyalin suya karşı daha dayanıklı olmasını sağlamış, suda çözünürlüğü azaltmış ve hidrolitik dengenin sağlanmasına yardımcı olmuştur (22). Günümüzde en çok kullanılan silan bileşiği, “ γ -metakriloksipropil-trimetoksisilan” (γ -MPS) ajanıdır (33).

2.1.3. Kompozit Rezinlerin Sınıflandırılması

Günümüzde kompozit rezinler; partiküllerin boyutuna, viskozitesine ve polimerizasyon yöntemlerine göre birçok farklı sınıflamaya tabi tutulmuştur (Tablo 2-4), (28, 34).

Tablo 2. Partikül tipi, polimerizasyon mekanizması ve viskozitesine göre kompozit rezinler.



Tablo 3. Partikül büyüklüğüne göre kompozit rezinler.

O'Brien (2002)
• Geleneksel Kompozitler (20-50 μm) • Arafaz Kompozitler (1-5 μm) • İnce Partiküllü Kompozitler (0,5 μm) • Mikrodolduruculu Kompozitler (0,05 μm)
Phillips (1991)
• Geleneksel Kompozitler (8-12 μm) • Küçük Partiküllü Kompozitler (1-5 μm) • Mikrodolduruculu Kompozitler (0,04-0,4 μm) • Hibrit Kompozitler (0,1 μm)
Leinfelder ve Lemans (1988)
• Geleneksel Kompozitler (8-12 μm) • Arafaz Kompozitler (1-5 μm) • Mikrodolduruculu Kompozitler (0,04 μm)
Lutz ve Phillips (1983)
• Megafil Kompozitler (50-100 μm) • Makrofil Kompozitler (10-100 μm) • Midifil Kompozitler (1-10 μm) • Minifil Kompozitler (0,1-1 μm) • Mikrofil Kompozitler (0,01-0,1 μm) • Hibrit Kompozitler (0,04-1 μm) • Nanofil Kompozitler (0,005-0,01 μm)
Cripsin (1994)
• Makro Dolduruculu Kompozitler (15-30 μm) • Mikro Dolduruculu Kompozitler (0,04 μm) • Hibrit Dolduruculu Kompozitler (0,6-5 μm) • Küçük Partiküllü Hibrit Kompozitler • Submikron Boyutlu Hibrit Kompozitler • Yoğun Olarak Doldurulmuş Hibrit Kompozitler

Tablo 4. Doldurucu partikül büyüklüğüne ve yüzdelere göre yapılan sınıflama.

Kompozit rezin tipi	Partikül büyüklüğü	Partikül yüzdesi
Megafil	50-100 μm	
Makrofil	10-100 μm	%70-80
Midifil	1-10 μm	%70-80
Minifil	0,1-1 μm	%75-85
Mikrofil	0,01-0,1 μm	%35-60
Hibrit	0,04-1 μm	%75-80
Nanofil	0,005-0,01 μm	

2.1.4.1. İnorganik Doldurucu Partikül Büyüklüklerine Göre Sınıflama

- A. Homojen dolduruculu kompozitler
- B. Hibrit dolduruculu kompozitler
- C. Heterojen dolduruculu kompozitler şeklinde sınıflandırılmaktadır (22).

A. Homojen Dolduruculu Kompozitler

Henüz polimerize edilmemiş organik matriks ve inorganik doldurucu partiküllerden meydana gelmektedir. Sadece silan işlemi uygulanan partiküllerin organik matrikse ilave edilmesiyle elde edilmektedir (22). İlk üretilen makro doldurucu kompozit rezinler (makrofil ve megafil kompozitler) mekanik kuvvetlere karşı daha dirençli olmasına rağmen, renk stabilizasyonunun daha zayıf ve yüzey pürüzlülüğünün daha fazla olması nedeniyle restorasyon yüzeyinde plak birikimine neden olmaktadır. Sonraki dönemlerde daha küçük doldurucu partiküllere sahip kompozit rezinlerin (mikrofil ve nanofil kompozitler) üretilmesiyle yüzey pürüzlülüğü gibi özellikler iyileştirilmiş, fakat mekanik özellikler zayıflamıştır (23).

Megafil Kompozitler: İnsert olarak da bilinen ve partikül boyutları 50-100µm çapında olan kompozit rezinlerdir. Partikül boyutlarının büyük olması nedeniyle, oklüzal kuvvetlerin yoğun olduğu yerlerde kullanılmaları önerilmektedir (22).

Makrofil Kompozitler: 10-100µm arasında değişen partikül boyutuna sahip bu kompozit rezinler; bitirme ve polisaj işlemlerinin zorluğunun yanı sıra restorasyon yüzeyinde plak birikmesi nedeniyle kısa sürede renk değiştirme dezavantajına da sahiptir. Çiğneme kuvvetlerine dayanıklı olmadıkları için, posterior bölgede kullanılmaları önerilmemektedir (30).

Midifil Kompozitler: Doldurucu boyutu 1-10µm çapında olup, geleneksel kompozit rezinler olarak da bilinirler. Makrofill kompozitlerin dezavantajlarını en aza indirmek için geliştirilmiştir. Makrofil kompozitlerde olduğu gibi yüzey pürüzlülüğü ve renk bozulması sergilemeleri klinik kullanımlarını sınırlamaktadır (23, 30).

Minifil Kompozitler: 0,1-1µm çapında inorganik doldurucular içeren bu kompozit rezinler; makrofil kompozitlere oranla daha fazla doldurucu içerirler. Estetik ve yüzey

düzgünlüğü açısından makrofil ve midifil kompozitlerden daha üstündürler. Ancak, oklüzal kuvvetlere karşı düşük direnç göstermektedirler (23, 35).

Mikrofil Kompozitler: 0,01-0,1µm partikül boyutuna sahip olan bu kompozit rezinler, estetik form ve yüzey düzgünlüğü nedeniyle parlatılabilir kompozitler olarak da adlandırılırlar. Doldurucu partiküllerin ve organik matriksin aşınma dirençlerinin aynı olması nedeniyle, daha iyi parlatılabilmektedirler. Ancak, oklüzal kuvvetlere karşı dayanıksız oldukları için daha çok Class III, Class V ve labial kompozit veneer yapımında kullanılmaktadırlar (22, 30).

Nanofil Kompozitler: 0.005-0.01µm (2-20nm) boyutlarında inorganik dolgu partikül boyutuna sahip olan kompozit rezinlerdir. Bu materyaller, ön dişlerde estetik amaçlı kullanılırken arka dişlerde stres emici olarak görev yapmaktadır. Aşınmaya karşı yüksek direnç ve iyi yüzey kalitesi gibi avantajlara sahiptirler. Estetik ve optik özelliklerinin iyi olmasından dolayı, sıklıkla anterior restorasyonlarda tercih edilirler (36, 37).

B. Heterojen Dolduruculu Kompozitler

Yapılarında üretilme aşamasında polimerize edilmiş parçaçıklar bulunduran kompozit rezinlerdir. Fiziksel özelliklerinin daha iyi olması nedeniyle, anterior ve posterior dişlerde kullanılabilmektedirler. Bu kompozitlerin polimerizasyon büzölmeleri daha düşük seviyededir (37).

C. Hibrit Kompozitler

Doldurucu partikülleri farklı boyutlarda olan kompozit rezinlerdir. Hem makrofil hemde mikrofil kompozitlerin sahip oldukları çeşitli özellikleri birleştirmek üzere geliştirilmiştir. Makrofillere göre daha küçük (0,04-1µm arasında değişen), mikrofillere oranla daha büyük partiküllere sahiptir. Bu nedenle, her iki kompozit rezine kıyasla daha iyi fiziksel ve mekanik özellikler sergilemektedir. İçerdikleri partikül boyutuna göre adlandırılmaktadır. Sözelimi içeriğindeki büyük partikül mikrofil ise, mikrohibrit olarak adlandırılmaktadır (37).

Geleneksel kompozitlere kıyasla daha geniş renk skalasına sahip olup, daha iyi parlatılabilmektedir. Termal genleşme ve aşınma direncinin diş dokularına benzer olması ve daha düşük polimerizasyon büzülmesi göstermesinden dolayı hem anterior hem de posterior bölgede kullanılabilmekte, lamina veneer uygulamalarında tercih edilmektedir (38).

2.1.4.2. Polimerizasyon Yöntemlerine Göre Sınıflama

a. Kimyasal yolla polimerize olan kompozit rezinler: Kaide ve katalizör içeren, pat şeklinde iki bileşenden oluşan kompozit rezinlerdir. Patların birinde polimerizasyon başlatıcı olarak benzoil peroksit, diğerinde ise polimerizasyonun hızlanmasını sağlayan tersiyer amin bulunmaktadır (39). Bu kompozitlerde karıştırmanın homojen yapılmaması, hava kabarcıkları veya poröziteye neden olmaktadır. Tersiyer amin bileşiğinin ağız içerisinde kimyasal değişime uğraması nedeniyle, zamanla renkleşme gösterebilmektedirler. Bu kompozit rezinlerin en büyük dezavantajı; sertleşme süresi ve hızının hekimin kontrolünün dışında olmasıdır. Bu nedenle restorasyon aşamasında, yeterli manipülasyon zamanına sahip değildir (40).

b. Işıkla polimerize olan kompozit rezinler: Tek tüp içerisinde mavi ışığa duyarlı kamforokinon (polimerizasyonun başlatılması için) ve alifatik amin (polimerizasyon hızlandırılması için) bulunduran kompozit rezinlerdir. Polimerizasyonu başlatmak için 460-480nm dalga boyunda mavi ışık kullanılmaktadır (29, 41). Işık kaynağı olarak; diyot, plazma ark, argon lazer, kuartz-tungsten halojen ve LED kullanılmaktadır (42, 43). Tek tüp içerisinde olması ve polimerizasyonun başlatılması hekimin kontrolünde olduğundan, yeterli çalışma süresi tanımakta ve işlemin daha kısa sürede tamamlanmasını sağlamaktadır. Bununla birlikte, kompoz rezinin tabakalama tekniğiyle küçük parçacıklar halinde yerleştirilmesi polimerizasyon büzülmesini azaltmaktadır (44).

Kimyasal sertleşen kompozitlere oranla daha yüksek polimerizasyon sergilediğinden, daha iyi renk stabilitesine, daha geniş renk skalasına ve daha üstün fiziksel, mekanik ve estetik özelliklere sahiptir. Bununla birlikte, polimerizasyon

büzülmesinin ışık kaynağına doğru olması, kompozit rezin ile diş arasında mikroboşluklara veya kopmalara neden olabilmektedir. Polimerizasyon büzülmesinin minimum düzeye indirilmesi için kompozit rezinin tabakalama tekniğiyle yerleştirilmesi, kavite kenarlarının bizotajlanması ve asitle pürüzlendirme yapılması tavsiye edilmektedir (44).

c. Hem kimyasal yolla hem de ışıkla polimerize olan kompozit rezinler: Derin kavitelerde ve ışıkla polimerizasyonun tek başına yetersiz kaldığı durumlarda, ilave polimerizasyon sağlamak amacıyla geliştirilmiş kompozit rezinlerdir. İki pat şeklinde olup, patların karıştırılmasıyla polimerizasyon başlamakta ve ışığın etkisiyle birlikte polimerizasyon hızlanmaktadır. Işığın yetişmediği yerlerde, polimerizasyon yaklaşık 8-24 saat kadar devam etmektedir (45).

2.1.4.3. Viskozitelerine Göre Sınıflama

a. Akışkan (Flowable) Kompozit Resinler

1990'lı yıllardan itibaren kullanılmaya başlanan akışkan kompozitler, inorganik partikül çapının büyütülmesi ve doldurucu oranının azaltılmasıyla oluşturulmuş hibrit kompozit rezinlerdir (46). Organik içeriğinin artmasıyla birlikte viskozitesi de artan akışkan kompozitler; kole çürüklerinde, küçük mine kırıklarında, pit ve fissürlerde fissür sealant olarak, ulaşılması zor alanlarda ve Class II restorasyonlarda gingival ve proksimal duvarların oluşturulması amacıyla kullanılmaktadır (47). Bu avantajlarına rağmen, Class IV kavitelerde kullanılması önerilmemektedir. Akışkanlığının kontrol edilmesinin zor olması ve basınca karşı düşük direnç göstermesi gibi dezavantajları mevcuttur. Diş dokusuna yakın termal genleşme katsayısına ve elastisite modülüne sahip olan bu kompozitler, mikrofil ve hibrit kompozitlerle karşılaştırıldığında daha az aşınma direnci ve daha yüksek genleşme katsayısı sergilemektedir (36).

b. Kondanse Olabilen (Packable) Kompozit Resinler

Posterior dişlerde amalgam restorasyonlara alternatif olarak (Class I ve II tip kavitelerde) kullanılan, yüksek viskoziteli kondanse edilebilen kompozit rezinlerdir. Hibrit kompozitlerden daha fazla inorganik partikül içeriğine, daha yüksek viskoziteye

ve daha iyi fiziksel özelliklere sahiptirler. Geleneksel kompozitlerden daha iyi partikül dağılımına sahiptirler. Mekanik ve fiziksel özellikler değerlendirildiğinde doğal diş yapısına benzerdirler (48).

Bu tür kompozit rezinlerin; Class II restorasyonlarda interproksimal temasın daha kolay oluşturulabilmesi, restorasyonların tek bir kütle halinde sertleştirilebilmesi, basınç uygulanarak kaviteye daha kolay yerleştirilebilmesi ve derin polimerizasyon yapılabilmesi gibi avantajları söz konusudur. Dezavantajları ise; partikül boyutlarının büyük olması nedeniyle parlatmanın çok iyi olmaması ve kondansasyonun iyi yapılmaması nedeniyle restorasyon içerisinde hava kabarcıklarının kalabilmesidir (49).

2.1.4. Kompozit Rezinlerde Güncel Gelişmeler

2.1.4.1. Self-Adeziv (Kendi bağlanabilen) Kompozit Rezinler

Bu tür kompozit rezinlerde, bond kalınlığı nedeniyle oluşan adeziv tabaka kalınlığını azaltmak ve asit kullanımını azaltarak mine hasarının en aza düşürülmesi amaçlanmıştır. Böylece, mikrosızıntı ortadan kaldırılmaya çalışılmıştır (50). Son yıllarda diş dokularına self-adeziv ve özel bir monomer olarak gliserol fosfat dimetakrilat (GPDM) içeren Vertise Flow (Kerr) piyasaya sürülmüştür. Self-Adeziv kompozitler işlem sırasında geleneksel kompozitler gibi karmaşık hazırlık aşaması gerektirmez. Mine dokusuna bağlanabilme özellikleri zayıf olduğundan, mine defektlerinde adeziv sistemlerle birlikte kullanılmaları önerilmektedir. Ortodontik braket yapıştırılmasında ve minimal restoratif işlemlerde de kullanılmaktadırlar (51)

2.1.4.2. Ormoserler (Organik Modifiye Seramikler)

Ormoserler, geleneksel kompozit rezinlere ilave olarak silanlanmış inorganik doldurucular ve çeşitli yapıdaki ko-polimerler içermektedir (52). Ormoserlerin içeriğindeki organik polimerler; yapısal direnç, optik davranışlar ve çapraz bağ yeteneğinden sorumluyken inorganik yapı termal genleşme ve kimyasal kararlılıktan sorumludur (53). 1-1.5µm arasında değişen dolgu partikül boyutuna sahip ormoserlerde; monomerlerin büyüklüğü polimerizasyon büzülmesinin ve mikrosızıntının azaltılmasını sağlayarak aşınma direncinin yükselmesine neden olmaktadır. Biyouyumluluk ve antikaryojenik özellikleri daha iyi olan ormoserlerin kesme bağlanma kuvveti Bis-GMA

matriksi içeren geleneksel kompozitlerle eşittir. Sızdırmazlık ve polimerizasyon büzülmesi değerleri (%1.97), kondanse edilebilir kompozitlerin değerine benzerdir (54, 55).

Restorasyonun parlatılabilirliğini ve yüzey sertliğini artıran nanopartikül içeriği nedeniyle, cilalama sonrası pürüzlülük değerleri nanofill kompozitlerle benzerlik göstermektedir. Bu kompozitlerin bir diğer avantajı da, ısısal genleşme katsayısı gibi özelliklerin doğal diş dokularına benzer olmasıdır. Ormoser bazlı kompozitlerin en önemli dezavantajı, Bis-GMA miktarı yüksek olması nedeniyle toksik özellik gösterebilmesidir. Klinik uygulama basamakları direkt kompozit rezin restorasyonlara benzerdir (56).

2.1.4.3. Antibakteriyel Kompozit Rezinler

Kompozit rezinlere, özellikle marjinal sınırlarda ve proksimal yüzeylerde yeterli parlatma ve cila işlemi uygulanamamaktadır. Bu nedenle plak birikimi sonucunda sekonder çürük oluşması, en büyük başarısızlık sebebi olarak gösterilmektedir. Kompozit rezinlere antibakteriyel ajanların ilave edilmesiyle sekonder çürüklerin önlenmesi hedeflenmiştir. Bu amaçla kompozit rezinlere flor, kalsiyum ve hidroksil iyonu salabilen kimyasallar ilave edilmiştir. Bununla beraber, restoratif materyallerden salınarak antibakteriyel etki gösteren klorheksidin ve rezin matriks içerisinde sabit kalarak antibakteriyel etki gösteren 12- methacryloyloxydodecyl-pyridinium bromide (MDPB) monomeri de ilave edilmiştir (57, 58).

2.1.4.4. Siloran Esaslı Kompozit Rezinler

Siloksan ve oksiran yapılarının kimyasal reaksiyona girmesiyle meydana gelen, katyonik halka açıklığı oluşturarak polimerize olan kompozitlerdir (59). Bu reaksiyonda oksiran yapısının işlevi polimerizasyon büzülmesini azaltmak, siloksanın işlevi ise hidrofobik bir yapı oluşturmaktır. Bu kompozit rezinlerin en önemli avantajları; mutajenik olmaması, düşük polimerizasyon büzülmesi göstermesi, renklenmenin daha az olması, yüksek dayanıklılığa ve sıvılara karşı yüksek dirence sahip olmasıdır (60, 61). Yapılan çalışmalarda siloran bazlı kompozitlerin büzülme oranının çok düşük olduğu, bu

nedenle restorasyon-diş sınırında mikrosızıntının daha az gerçekleştiği bildirilmiştir. Renk seçeneğinin yetersizliği, posterior bölgede kullanımını sınırlamaktadır (62, 63).

2.1.4.5. Fiberle Güçlendirilmiş Kompozit Rezinler

Kompozit rezinlerin mekanik özelliklerini artırmak amacıyla yapılarına; karbon fiber, aramid fiber, poliester fiber, cam fiber ve polietilen fiber gibi lifli yapılar ilave edilmiştir. Fiber lifleri polimer yapıdaki matriks içerisinde veya rezin içerisinde gömülü halde bulunmaktadır (64). Daha çok kanal tedavisi görmüş veya fazla madde kaybı sergileyen dişlerde dayanıklılığı arttırmak üzere ve splint uygulamalarında kullanılmaktadır (65). Günümüzde geniş kullanım alanı bulmaya başlayan fiberler, materyal içerisinde dizilimlerine lif uzunluğuna veya hacimsel oranına göre kompozit restorasyona dayanıklılık sağlamaktadır. Matriks yapısı gelen kuvvetleri bu liflere iletmek ve fiberleri sararak nem etkisinden korumakla yükümlüdür. Fiber içerikli kompozit rezinler, geleneksel kompozit restorasyonlara oranla daha yüksek kırılma dayanımı göstermektedir (66, 67).

Fiberle güçlendirilmiş kompozitlerde, mekanik kuvvetler karşısında daha az çatlak oluşmakta ve oluşan çatlakların lifler sayesinde ilerlemesi engellenmektedir. Geleneksel kompozit rezinlere kıyasla daha az polimerizasyon büzülmesi göstererek mikrosızıntıyı azalttıkları tespit edilmiştir. Fiberlerin nemden etkilenmesi ve bu tür kompozit rezinlerde yeterli parlatmanın yapılamaması üzerlerinin geleneksel kompozit rezinle kapatılmasını gerektirmektedir (68).

2.1.4.6. Bulk Fill Kompozitler

Kompozit rezin restorasyonların uygulanması, teknik hassasiyet gerektirmektedir. Öncelikle iyi bir izolasyon, mine ve dentinin asitlenmesi, maksimum 2mm'lik tabakalar halinde kompozitlerin uygulanması dikkat edilmesi gereken başlıca adımlardır. Özellikle derin kavitelerde 2mm'lik tabakalar halinde uygulanması, teknik hassasiyetin yanı sıra zaman kaybına da neden olmaktadır (69). Tabakalama tekniğinde temel mantık, ışığın kompozit tabakasının her yerine ulaşabilmesi ve polimerizasyon büzülmesini minimuma indirilmesidir. Bu sorunların üstesinden gelebilmek için, 4-5mm'lik tabakalar halinde uygulanabilen ve buna rağmen polimerizasyon büzülmesi istenilen seviyede olan bulk-

fill kompozit rezinler geliştirilmiştir (70). Son dönemlerde farklı viskozitelere sahip bulk-fill kompozitler piyasaya sürülmüştür. Genel olarak düşük viskoziteye sahip kompozit rezinlerde, inorganik dolgu içeriği daha azdır. Bu ürünlerin tamamında materyalin saydamlığının geliştirilmesi, polimerizasyon derinliğinin arttırılması, daha güçlü başlatıcı sistemler kullanılıp polimerizasyon derinliğinin arttırılması amaçlanmıştır (70).

2.2. CAM İYONOMER SİMANLAR

Cam iyonomer simanlar; dental dokulara kimyasal adezyon kabiliyetleri, diş renginde olmaları, florür salma ve reşarj özelliklerinden dolayı restoratif diş hekimliğinde önemli yer tutmaktadır. Yaygın bir kullanım alanına sahip cam iyonomer simanlar; daimi restorasyon, kaide materyali ve simantasyon gibi birçok alanda kullanılabilir. Cam iyonomer simanların avantaj ve dezavantajları Tablo 5'te sunulmuştur (71).

Tablo 5. Cam iyonomer simanların avantaj ve dezavantajları

CİS'lerin Avantajları	CİS'lerin Dezavantajları
Biyouyumluluk	Neme karşı hassasiyet
Flor salınımı yapması	Kısa çalışma zamanı ve uzun sertleşme süresi
Flor rezervuarı olması	Düşük kırılma direnci
Diş sert dokularına benzer termal genleşme katsayısı	Sertleşme reaksiyonunun erken safhasında dehidrasyona uğrayabilmeleri
Diş sert dokularıyla kimyasal bağlantı	Zayıf aşınma direnci

Cam iyonomer simanları içeriklerine göre beş sınıfta incelemek mümkündür (72).

- I. Geleneksel cam iyonomer simanlar,
- II. Resin modifiye cam iyonomer simanlar (RMCIS),
- III. Poliasitle modifiye kompozit rezinler (kompomerler)
- IV. Yüksek viskoziteli cam iyonomer simanlar,
- V. Giomerler ve
- VI. Nano-iyonomerler.

2.2.1. Geleneksel Cam İyonomer Simanlar

Toz-likit halinde bulunan, yapılarında kalsiyum, stronsiyum, alümina-silikat cam, polimerik asitler ve flor bulunduran simanlardır. Çeşitli alanlarda kullanılan bu simanların herbirinde, farklı yapıda inorganik partiküller ve çeşitli bileşenler bulunmaktadır. Bunlar arasında en önemli bileşenler; silikon, alüminyum ve kalsiyumdur (73).

Geleneksel cam iyonomer simanlar farklı yapıdaki poliasitler içermektedir. Toz ve likitin karışması, asit içeriğinin cam partiküllerle etkileşime girmesi, oluşan matriks yapının şelasyon reaksiyonu ve yapının sertleşmesi şeklinde dört farklı aşamada reaksiyon gerçekleşmektedir (74). Reaksiyon, ilk olarak cam partiküllerin asit çözeltisi içerisinde dağılmasıyla başlamaktadır. Asitlerin cam partiküllerle reaksiyona girmesiyle birlikte, salınan metal iyonları sıvı faza doğru hareketi başlatmaktadır. Katyonlar sonraki süreçte tuz köprüleri oluşturup, yüzeyde silika açısından zengin bir silika hidrojel tabakasının oluşmasını sağlamaktadır (75).

Geleneksel cam iyonomer simanlar; yüksek oranda flor salabilme ve florürü tekrar depolayabilme, diş dokularına kimyasal bağlanabilme özelliklerine sahiptir. Antikaryojenik özeliği nedeniyle, yüksek risk gurubundaki bireylerde sıkça tercih edilen bir materyaldir. Birçok avantajı olmasına rağmen, bağlantı kuvvetinin yetersiz olması ve mekanik kuvvetlere karşı aşınma direncinin düşük olması daimi restorasyon olarak kullanımını kısıtlamıştır (76).

Black I ve II kavitelere uygulanan farklı cam iyonomer simanların karşılaştırıldığı bir çalışmada, arayüz kavileri için daimi restorasyon olarak yeterli olmadığı bildirilmiştir (77). Farklı yapıdaki restoratif materyallerin kullanım ömrünü karşılaştıran bir araştırmada ise, cam iyonomer siman tipleri önemli ölçüde daha düşük sonuçlar sergilemiştir (78). Gümüş iyonlarının ilavesiyle üretilen cam iyonomer simanlarda, posterior bölgede uygulanan daimi restorasyonda beklenen düzeyde sonuçlar elde edilememiştir (79).

2.2.2. Rezinle Modifiye Cam İyonomer Simanlar

Geleneksel cam iyonomer simanların nem duyarlılığı ve yetersiz fiziksel özellikler barındırması gibi problemlerin üstesinden gelmek amacıyla üretilmiş olan RMCİS, %80 cam iyonomer siman ve %20 rezin içerikli materyallerden meydana gelmektedir (2). Toz kısmı, floro-alümina silikat cam tozlarından oluşur; sıvı kısım HEMA, çeşitli asitler ve %8 sudan oluşmaktadır (80). RMCİS, diş dokularına adezyon özellikleri, manipülasyon kolaylığı ve estetik özellikleri bakımından daha üstün özelliklere sahiptir. Uzun donma süresi ve artan yüzey sertliği gibi avantajları vardır. RMCİS’lerde; geleneksel cam iyonomer simanın flor salabilme ve depolayabilme, biyouyumluluk, diş dokularına yakın termal genleşme katsayısı, dişe hem mekanik hem de kimyasal bağlanabilme gibi özelliklerinin korunması amaçlanmıştır (81).

Hem asit-baz reaksiyonu ile hem de yapılarına ilave edilen monomerler sayesinde ışıkla polimerizasyon sağlanabilmektedir. Diş dokularına kimyasal ve mekanik adezyonla bağlanabilmektedir. Az oranda monomer içermesine rağmen, polimerizasyon sonrasında artık monomer kalabilmekte ve bu monomerler pulpa biyolojisini olumsuz etkileyebilmektedir. HEMA monomeri içermesi, biyouyumluluğunun daha düşük seviyede olmasına neden olmaktadır (82).

RMCİS ve geleneksel cam iyonomer simanların karşılaştırıldığı 3 yıllık bir çalışmanın sonucunda; RMCİS materyalinin %94 oranında başarı gösterdiği, geleneksel cam iyonomer simanın ise beş kat daha düşük oranda başarı sergilediği belirtilmiştir (82). Chinelatti ve arkadaşlarının yaptıkları çalışmada, bir yılın sonunda restorasyonların %60’nın anatomik formlarının korunabildiğini gösterilmiştir. Endodontik komplikasyonlar, restorasyonlarda düşme ve kırılmalar restorasyonların başarısızlık nedeni olarak gösterilmiştir (83).

2.2.3. Poliasitle Modifiye Kompozit Rezinler (Kompomerler)

Kompomerler, yapılarında dimetakrilat monomeri ve iyon salan cam benzeri dolgu maddeleriyle birlikte polimerizasyon başlatıcı, stabilizasyon sağlayıcı maddeler ve renk pigmentleri bulundurmaktadır. Yaklaşık %20-30 cam iyonomer siman ve %70-80

kompozit rezin içeriğine sahip olan kompomerlerin flor içerdikleri, ancak florür emisyonlarının çok düşük olduğu bildirilmiştir (2).

Kompomerler daha çok süt dişlerinde önerilmekle beraber, daimi dişlerde Class III ve V restorasyonlarda, küçük mine kırıklarında ve geçici restorasyon olarak da kullanılabilir. Uygulama kolaylığı sayesinde çocuk süt dişlerinde oldukça popüler olan kompomerler, renk uyumu ve fiziksel özellikleriyle kompozit rezinlere benzerlik gösterirler (3).

Restorasyon kenarlarında oluşan renklemeler ve abrazyonlar dışında kompozit restorasyonlara benzer sonuçlar gösteren kompomerler, kısa vadede başarılı olsalar da uzun vadede başarısız sonuçlar göstermektedir. Pascon ve arkadaşları, kompomer ve kompozit rezinlerin karşılaştırıldığı iki yıllık bir çalışmada, kompomerlerin Class I ve II kavitele restorasyonlarında daha başarılı olduğunu bildirmiştir (84). Türkün ve Çelik tarafından yapılan iki yıllık başka bir çalışmada, kompomer ile yapılan servikal restorasyonların %96 oranında daha başarılı olduğu ve kompozit restorasyonlara göre daha iyi renk uyumu gösterdikleri bildirmiştir (85).

2.2.4. Yüksek Viskoziteli Cam İyonomer Simanlar

Oklüzal kuvvetler karşısında aşınma direnci düşük olan geleneksel cam iyonomer simanların toz/likit oranının artırılmasıyla, mekanik özellikleri geliştirilmeye çalışılmıştır. Oklüzal ve servikal kavitelede cam iyonomer simanların kullanım endikasyonlarının artırılması amaçlanmıştır (74). Yüksek viskoziteli cam iyonomer simanların kuvvetler karşısında aşınmaya daha dirençli oldukları, eğilme, basma dirençlerinin daha yüksek olduğu ve çözünürlüklerinin daha düşük olduğu bildirilmiştir (86).

Simanların toz likit oranları, parçacıkların boyutu, şekli ve dağılımı, karıştırma tekniği mekanik özelliklerini etkilemektedir (87). Elle karıştırmanın ve toz/sıvı oranlarını belirlemenin zorluğu nedeniyle, amalgamatör cihazında karıştırmayı sağlamak için kapsül formu piyasaya sürülmüştür. Kolay kullanılabilirliği, toz-sıvı oranlarının standart ve yüksek seviyede olması, karışımın homojen şekilde olması kapsül formunun

bilinen avantajlarıdır. Black I, II ve V kavitelerde kullanılmakla beraber, daimi dişlerde geçici restorasyonlarda ve kor yapımında, ayrıca süt dentisyonda da yaygın şekilde kullanılmaktadır (74).

2.2.5. Giomerler

Giomerler, aktif dolgu partikülleri içeren cam iyonomerler ile kompozit rezinlerin kombinasyonundan oluşan hibrit restoratif materyallerdir. Giomerlerin yapısında, cam iyonomer üretimini sağlamak için daha önceki bir reaksiyondan oluşmuş cam iyonomer partikülleri bulunmaktadır (74). Giomerler; iyi estetik özelliklerinin yanı sıra, dirençli olmaları, kolay cilalanabilmeleri, florür salabilmeleri ve depolayabilmeleri gibi avantajlara sahiptir (24).

Bağlanma dayanımı açısından değerlendirildiğinde, cam iyonomerlerden üstündürler. Bununla birlikte, nem varlığında yapışma direncinin olumsuz etkilendiği bildirilmiştir (88). Class II, III, IV ve V kaviteler, süt ve daimi diş restorasyonları, kök yüzeyi çürükleri ve servikal lezyonların restorasyonunda kullanılabilir. Diş yüzeyine, kompozit rezinler gibi bir adeziv sistem aracılığıyla tutunurlar. Asit uygulama ve yıkama aşamaları gerektirmediği için, zamandan tasarruf sağlamaktadır. Uygulamasının basitliği çocuk hastalarda güvenle kullanılmasını sağlamıştır (24).

2.2.6. Nano-iyonomerler

Polimerik dental materyallere nano-partiküllerin eklenmesinin mekanik özellikleri iyileştirebileceğinin bildirilmesiyle birlikte, geleneksel cam iyonomer simanlara nano partiküller ilave edilmeye başlanmıştır (89). Nano-partiküllerin cam iyonomerlerin cam tozuna dahil edilmesi, daha homojen partikül dağılımı sağlayarak daha yüksek mekanik değerlerin elde edilmesini kolaylaştırmıştır. Nano-iyonomerlerin yapısıyla diğer cam iyonomer simanlar arasındaki en önemli farklardan biri, partiküllerin dolgu içeriğinin ağırlıkça %69'unu oluşturmasıdır. Nano-iyonomerlerde mekanik ve fiziksel özellikler artarken polimerizasyon büzülmesi azalmaktadır (90).

2.3. GIDALARI TAKLİT EDEN SOLÜSYONLAR

Ağız içi ortamdaki tükürük, gıda bileşenleri, içecekler ve bu materyaller arasındaki etkileşimler restorasyonların yüzey yapısının bozulmasına ve yaşlanmasına neden olmaktadır. Tüketilen gıdalar veya likitler ağız ortamında; kompozit rezinlerin renklenmesine, yüzey özelliklerinde değişime neden olmakta ve diş-restorasyon bağlantısına zarar vermektedir (91). Amerikan Gıda ve İlaç Dairesi (FDA) tarafından, oral ortamda gıdaları taklit eden bazı likitlerin varlığından söz edilmiş ve bu solüsyonların genellikle etanol, heptan, sitrik asit ve distile su olduğu ifade edilmiştir (92).

Ethanol; C_2H_6O şeklinde kimyasal formülü ve 46.07 molekül ağırlığıyla bilinmektedir. Buharlaşıbilen, renksiz, higroskopik, berrak görünüşlü ve alevle kolay bir şekilde tutuşabilen sıvı bir maddedir. Su ile homojen bir şekilde karıştırılabilmektedir. Başta şeker ve nişasta gibi karbonhidratların fermentasyonu ile elde edilmekte, ayrıca sülfite, asetilen ve alkollü içkilerden de üretilmektedir (6).

Heptan; C_7H_{16} şeklinde molekül formülüne ve 100,2 molekül ağırlığına sahiptir. Ağız ortamında bitkisel yağları, yağlı etleri ve hayvansal tereyağını taklit eden Heptan, hidrokarbon olup petrol ürünlerinden elde edilmektedir. Suda çözünmediği halde eter, alkol ve kloroform gibi kimyasallarda çözünen, ayrıca oda sıcaklığında kolaylıkla buharlaşabilen ve alevle tutuşabilen bir bileşiktir (7, 8).

Sitrik asit ise; granüler, renksiz kristaller ve beyaz renkli fiziksel özelliklere sahip, molekül formülü $C_6H_8O_7$, molekül ağırlığı 210.1 olan ve limon tuzu olarak da bilinen bir bileşiktir. Kloroform, eter ve alkol gibi bileşiklerde çözünebilen, turuncgillerde yüksek miktarda bulunabilen ve şeker pekmezi gibi endüstriyel ürünlerden üretilen organik bir asittir. Ekşi tada sahip olduğu için reçel, şekerleme ve meşrubatlarda, antioksidan olduğu için de peynir yapımında ve ayrıca farmakolojik amaçla da kullanılmaktadır (6).

Wu ve arkadaşları (91) kompozit rezinlerin doldurucu matrislerinin organik asitlere ve çeşitli gıda/sıvı bileşenlere maruz kalmasının bağlarda zayıflamaya ve parçalanmaya sebep olduğunu bildirmiştir. Ağız boşluğundaki kimyasal ortamın

kullanılan kompozit materyallerin in-vivo bozunması üzerinde önemli derecede etkili olduğu tespit edilmiştir. Kompozit rezinlerin oral sıvılarda bekletildiğinde rezin-dolgu arayüzünde kopmaların olduğu belirtilmiştir (93). Eweis ve ark yaptıkları bir çalışmada, gıda taklidi likitlerin kompozitlerin eğilme kuvveti ve modülü üzerindeki etkisinin hem solüsyona hem de ortama bağlı olduğunu vurgulamıştır. Bununla birlikte, diş tedavisinde kullanılacak restoratif materyalin belirlenmesinde, beslenme alışkanlıklarının sorgulanması gerektiğini ifade etmiştir (94).

Söderholm ve arkadaşları, oral kavite içerisindeki likitlerin kompozit rezin restorasyonların inorganik-organik doldurucular arasındaki bağları zamanla zayıflattığını ve böylece materyalin fizyolojik atrizyon veya çiğneme kuvvetlerine karşı aşınma direncinin azalmasına neden olduğunu bildirmiştir. Yaptıkları benzer bir çalışmada, gıda taklidi likitlerin restoratif materyallerin klinik performansını zamanla kötü yönde etkilediğini açıklamıştır (95, 96).

2.4. KOMPOZİT REZİNLERİN ÖZELLİKLERİ VE TEST YÖNTEMLERİ

2.4.1. Su Emilimi ve Suda Çözünürlük Özellikleri

Adeziv diş hekimliğindeki gelişmeler, diş hekimlerinin klinik kullanım için doğru materyali seçme kriterlerini önemli ölçüde belirlemiştir. Hastanın estetik beklentilerini fazlasıyla karşılayan kompozit rezinler; çürük dişlerin restorasyonunun yanı sıra, diş aşınmaları, kron kırıklarının ve konjenital defektlerin tedavisinde sıklıkla kullanılmaktadır (4). Bununla birlikte polimerizasyon büzülmesi, su absorpsiyonu ve aşınma, yüzey pürüzlülüğü, mikrosızıntı, kırılgenlik, renklenme ve düşük gerilme dayanımı gibi klinik başarıyı olumsuz etkileyebilecek dezavantajlara sahiptir (97, 98).

Restorasyonların su absorpsiyonu ve çözünürlüğü son derece önemli bir faktördür. Çeşitli çalışmalara göre, restoratif materyallerin su absorpsiyonu, kimyasal yapılarını bozmakta ve bu durum materyallerin yüzey düzgünlüğünün bozulmasıyla karşımıza çıkmaktadır. Kompozit restorasyonların su absorpsiyonu ve buna bağlı suda çözünürlüğü; biyolojik yapılarında değişikliğe, estetik kayıplara, marjinal ve yüzey özelliklerinin bozulmasına neden olmaktadır (99, 100).

Kompozit rezinlerde ağız içersisinde su absorpsiyonuna bağlı hidroskopik genleşme meydana geldiği ve buna bağlı olarak aproksimal çürüklerin oluştuğu bildirilmiştir. Gingival bölgedeki restorasyonların devamlı olarak dişeti cebindeki sıvı ile temas halinde olmaları sonucunda, kompozit rezin restorasyonların ara yüz konturlarında zaman içerisinde kırıklar ve renklenmeler göze çarpmaktadır (101, 102).

Kompozit rezinlerin yapısında bulunan doldurucu partiküllerin cinsi ve hacmi, su absorpsiyonu ve çözünürlük üzerinde etkili olmaktadır (95, 103). Resin materyalin içeriğindeki inorganik miktarı arttıkça, su emme ve çözünürlük azalmaktadır. İnorganik doldurucu içeriğinin resin yapısı üzerindeki etkisinin araştırıldığı bir çalışmada, doldurucu yüzdesi yüksek olan kompozit rezinlerin su absorpsiyon değerlerinin, doldurucu içeriği düşük olan rezinlere kıyasla önemli ölçüde düşük olduğu bilgisini kaydedilmiştir (104).

2.4.2. Yüzey Pürüzlülüğü

Kompozit resin restorasyonların uzun vadeli başarısı ve estetiği, marjinal lekelenme ve renk bozulmasını önleyen uygun cilalama teknikleriyle artırılabilir (105, 106). Uygun bir cilalama yöntemi sayesinde, uzun vadeli yüzey kalitesi ve parlaklığı sağlanabilmektedir. Kompozit resinlerin yüzey kalitesi; doldurucu partikül boyutu, miktarı ve yapısının yanı sıra, doldurucu tipi, partiküllerin şekli ve benzeri faktörlerden etkilenmektedir. Restoratif materyallerin partikül boyutunun küçültülmesiyle birlikte, daha pürüzsüz yüzeyler elde edildiği bildirilmiştir (107).

Mikro doldurucu kompozit resinlerin, küçük partikülleri ve yüksek resin içeriği nedeniyle en yüksek parlaklık ve yüzey kalitesine sahip oldukları bilinmektedir. Bununla birlikte, mikro doldurucu kompozit resinler, nanohibrit ve nano doldurucu kompozit resinler gibi evrensel kompozit resinlerden daha düşük mekanik özelliklere sahiptir. Yüzey pürüzlülüğü, çürük riskini ve plak birikimi yoluyla dişeti enflamasyonunu artırmaktadır. Yüzeyin pürüzsüz olması, restorasyonlarda renk değişikliğinin önlenmesi için önemli bir faktördür. Bakteri yapışmasının önlenildiği yüzey pürüzlülük eşik değerinin 200nm olduğu belirlenmiştir (108).

2.4.2.1. Yüzey Pürüzlülüğü Ölçüm Yöntemleri

Günümüzde, kompozit rezinlerin yüzey pürüzlülüğünün ölçülmesinde ;tarayıcı elektron mikroskobu (SEM), Profilometre ve Atomik Kuvvet Mikroskobu (AFM) gibi cihazlardan yararlanılmaktadır (109).

a. Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM)

SEM'in çalışma prensibi, yüksek hızlı elektronların örnek üzerinde hareket ettirilmesiyle oluşan görüntünün kaydedilmesi esasına dayanmaktadır (110). Bu yöntem; bilgisayarların sisteme entegre edilebilmesi, odak derinliğinin çok iyi ayarlanabilmesi, görüntü ve analizin birleştirilebilmesi gibi kullanım kolaylığı sağlayan özellikleri nedeniyle araştırmalarda sıklıkla kullanılmaktadır (111, 112). Bununla birlikte yöntemin; elektronların yüzeyden hareket etmesi için yüzeyin çok ince tabaka halinde iletken materyallerle kaplanması, görüntünün üç boyutlu incelenememesi, tarama hızının yavaş olması ve yüzey topoğrafyasının çıkarılamaması gibi bazı sınırlılıkları mevcuttur (109).

b. Profilometre

Optik ve mekanik olmak üzere iki farklı çeşidi bulunan her iki tipte de nicel ölçümlere imkan sağlayan cihazlardır. Mekanik profilometrelerde; elmas tarayıcı uç kullanılarak yüzey taranmakta ve test örneğinin yüzey pürüzlülüğü görüntüsü elde edilebilmektedir. Tarayıcı ucun devamlı olarak X eksenini boyunca hareketi sonucunda görüntü kaydedilmekte ve Ra, Rz, Rpm gibi parametreler kullanılarak yüzey değerlendirilmesi yapılabilmektedir. Ra; ortalama pürüzlülük değerini bulmak, Rz; tarama sırasında arka arkaya en yüksek beş sivri noktanın ortalamasını tespit etmek, Rpm ise; ardı ardına en derin beş noktayı belirlemek amacıyla kullanılmaktadır. Araştırmalarda en çok kullanılan değer, bütün yüzeyin ortalama pürüzlülük değerinin ortalamasını belirleyen Ra değeridir. Mekanik profilometrede, test örneğinin yüzeyinde herhangi bir değişiklik yapılmadığından, birden fazla tarama yapılabilmesi mümkündür (112).

Optik profilometreler ise; optik ışınla, temassız ve üç boyutlu tarama yapabilen cihazlardır. Örnek materyalin taranacak yüzeyinde belirlenen referans aralığında, 100µm alanda nanometre boyutunda ölçümler yapılabilmektedir (107).

c. Atomik Kuvvet Mikroskobu (AFM)

AFM son dönemlerde sık kullanılmaya başlanan bir cihazdır. Çalışma prensibi, cihazın çok ince olan sivri ucunun örnek üzerinde kaydırılarak yüzeyin üç boyutlu topografyasının çıkarılması esasına dayanmaktadır. Tarama ucu yüzeyi tararken, aynı zamanda uç ile yüzey arasındaki etkileşim kaydedilmektedir. Üç boyutlu tarama yapılabilmesi, örneklerin herhangi bir materyalle kaplanma ihtiyacının olmaması gibi avantajları mevcuttur. Bunun yanında, undercut alanlarının tespit edilememesi ve tarama hızının yavaş olması gibi dezavantajları olduğundan çok sayıda örnek üzerinde çalışma yapılması güç olmaktadır (113).

d. Mikrofotoğraf yöntemi

Bu teknikte; örneklerden alınan fotoğrafların farklı oranlarda büyütme kullanılarak incelemesi yapılmaktadır. Örnek yüzeyleri minör pürüzlü yüzey, pürüzsüz yüzey ve çeşitli pürüzlü alanlara sahip yüzeyler olarak adlandırılmaktadır. Bu yöntemde, belirlenen yüzeyden fotoğraf çekimi sonrası istenilen büyütme oranıyla inceleme yapmak mümkündür. Tamamen görsel olan bu teknikte; yüzey pürüzlülüğü sayısal ifadelerle belirtilmeyip az pürüzlü, pürüzlü veya kısmen pürüzlü yüzey şeklinde ifade edilmektedir (113).

3. MATERİYAL METOD

3.1. Kullanılan Materyal ve Cihazlar

Çalışmamızda; bir adet universal kompomer rezin Dyract XP (Dentsply), bir adet geleneksel mikrohibrit esaslı Filtek™ Z250 kompozit rezin (3M ESPE), bir adet nanohibrit kompozit rezin G-Aenial Anterior (GC) ve bir adet self-adeziv yüksek viskoziteli cam iyonomer siman ChemFill Rock (Dentsply) olmak üzere diş hekimliği kliniklerinde sıklıkla kullanılan 4 farklı estetik materyal kullanıldı (Tablo 6 ve Resim 1).

Tablo 6. Çalışmada kullanılan estetik materyaller

MATERİYALLER	TÜR	LOT NO	İÇERİK
Dyract XP (Dentsply, Konstanz, Almanya)	Geleneksel kompomer	2103000371	UDMA, TCB, TEGDMA, TMPTMA, Kamforokinon, Etil- 4 (dimetilamino) benzoate, Butile hidroksitoluen (BHT), Stronsiyum-alumino- sodyumfluoro-fosfor silikat cam, Stronsiyum florid, Cam parçacıkları (0.8µm), Demir oksit ve Titanyum oksit pigmentleri
Filtek™ Z250 (3M ESPE, St. Pau, MN, ABD)	Kompozit (Mikrohibrit)	NC45379	Bis-GMA, UDMA, Bis-EMA, Zirkonya ve silika içerir. Ağırlıkça doldurucu oranı %82, hacimce doldurucu oranı %60'dır.
G-aenial Anterior (GC Corporation Tokyo, Japan)	Kompozit (Nanohibrit)	2012252	16-17 µm boyutta geliştirilmiş iki tip prepolimerize doldurucunun kombinasyonu. Ağırlıkça doldurucu oranı %76, hacimce doldurucu oranı %62'dir. UDMA Dimetakrilat komonomerleri, strontium, Silika, BisGMA içermemektedir.
ChemFil Rock Dentsplay Sirona, Kontstantz, Germany®	yüksek viskoziteli cam iyonomer siman	2009000134	Kalsiyum-alüminyumçinko- fluoro-fosfor silikat cam, polikarboksilik asit, demir oksit pigmentleri, titanyum oksit pigmentleri, tartarik asit, su

Materyallerin içerisinde bir hafta süreyle bekletileceği solüsyonların ise; gıdaları taklit eden Etanol (Teksoll %96etil alkol+2-propanol, Tekkim Kimya Sanayi Tic.Ltd. Sti.), Heptan (Tekkim Kimya Sanayi Tic.Ltd.Sti.) ve %10'luk Sitrik Asit (Norateks)

solüsyonlarının yanı sıra kontrol grubu olarak distile su (de-iyonize su) olması kararlaştırıldı (Tablo 7 ve Resim 2).

Tablo 7. Çalışmada kullanılan solüsyonlar

Solüsyon	Simülasyon	Üretici Firma
Etanol	Alkollü içecekler, ağız gargaraları	Teksoll %96etil alkol+2-propanol, Tekkim Kimya Sanayi Tic.Ltd. Sti.
Heptan	Tereyağı, bitkisel ve hayvansal yağlar	n-Heptan, Tekkim Kimya Sanayi Tic.Ltd. Sti.
Sitrik asit	İçecekler, sebzeler, meyveler, şeker, şurup	Sitrik asit %10, Norateks
Distile su		Deiyonize Su, Brtr Kimya



Resim 1. Estetik materyaller



Resim 2. Gıdaları taklit eden solüsyonlar

Yedi günlük sürenin sonunda, materyallerin yüzey pürüzlülüğü ve suda çözünürlük seviyelerindeki değişimler incelendi. Deneyler, Dicle Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Uygulama Araştırma Laboratuvarında gerçekleştirildi.

Kullanılan diğer malzeme ve cihazlar;

- Sof-Lex (3M ESPE, St. Pau / ABD)
- LED ışık cihazı (Woodpecker Led-G / Çin),
- Etüv cihazı (Mikrotest mst 55 etüv cihazı / Türkiye)
- Kumpas (Jensen JP-1 jku 010 / Almanya) (Resim 3),
- AFM cihazı (XE-100E, Park Systems / Güney Kore),
- Hassas terazi (Precisa XB 220A, Zurich / Switzerland) (Resim 4),
- Şeffaf bant (Hawe Stopstrip, Kerr / Switzerland),
- Desikatör (EN025, Nüve / Türkiye).



Sof-Lex diskler

LED cihazı

Etüv cihazı

Kumpas

Resim 3. Kullanılan diğer malzeme ve cihazlar



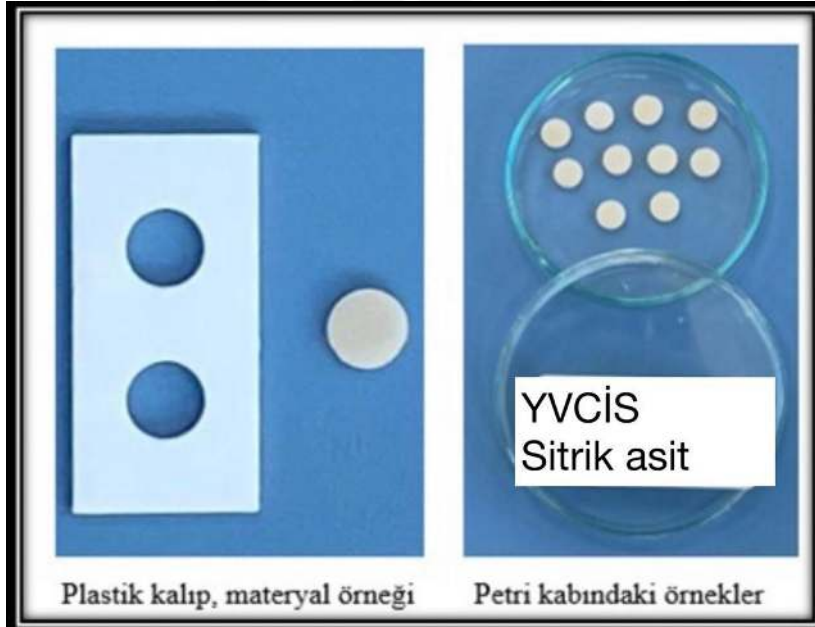
AFM cihazı

Hassas terazi

Resim 4. Kullanılan diğer malzeme ve cihazlar

3.2. Örneklerin Hazırlanması

Çalışmamızda; tüm örnekler 2mm derinliğinde ve 8mm çapındaki plastik kalıplara, standardizasyonu sağlamak amacıyla aynı kişi tarafından, bir ağız spatülü yardımıyla kondanse edilerek yerleştirildi. 24°C oda sıcaklığında şeffaf bant ve iki cam plaka arasında sıkıştırılan materyaller, cam plakaların uzaklaştırılmasının ardından LED ışık cihazı (Woodpecker Led-G, Çin) yardımıyla, üretici firmaların önerileri doğrultusunda polimerize edildi. Bu sayede, her bir materyalin 40'ar adet disk örneği hazırlandı. Sonuç olarak; dört farklı estetik materyali dört farklı solüsyonda bekletmek üzere, her biri 10 adet disk içeren 4 alt grup oluşturuldu. Böylece toplamda 160 adet örnek hazırlanmış oldu (Resim 5).



Resim 5. Örnek hazırlamada kullanılan plastik kalıp ve hazırlanan örnekler

Daha sonra, örneklerin ışık uygulanmış yüzeylerine alüminyum oksit emdirilmiş Sof-lex diskler vasıtasıyla (3M ESPE, St. Pau / ABD) polisaj ve bitirme işlemleri uygulandı. Polisaj işlemi sürecinde, her bir örnek için yeni bir disk kullanıldı. Tüm örnekler musluk suyu altında 20 saniye süreyle yıkandı.

3.3. Suda Çözünürlüğün Hesaplanması ve Yüzey Pürüzlülüğünün Tespiti

Örneklerin suda çözünürlük seviyesini belirlemek üzere, ISO 4049:2009a spesifikasyonunda bildirilen standart formül temel alındı. Test örneklerinin karışmasını önlemek amacıyla önceden numaralandırılan deney örnekleri, silika jel ihtiva eden desikatöre (EN025, Nüve, Türkiye) yerleştirildi. Desikatör içinde 22 saat süreyle 37°C’de etüvde (Mikrotest mst 55 etüv cihazı / Türkiye) bekletilen tüm örnekler, daha sonra 2 saat süreyle 24°C’de tutuldu. Örneklerin kuru ağırlıkları 0,0001g hassasiyetindeki terazi sayesinde (Precisa XB 220A, Zurich / Switzerland) ölçüldükten sonra, örnek ağırlıklarının 0,1mg’dan fazla değişip değişmediğini belirlemek üzere (nihai ağırlığın tespit edilmesi amacıyla) aynı işlem 24 saat sonra tekrarlandı. 24 saat sonunda ağırlık kaybının 0,1mg’dan az olduğu tespit edilen (ağırlığı sabitlenen) tüm örneklerin başlangıç ağırlıkları mikrogram (μg) cinsinden M_1 olarak kaydedildi. Ağırlığı sabitlenen her bir örneğin çapı ve kalınlığı kumpasla (Jensen JP-1 jku 010, Almanya) ölçülerek ortalamaları hesaplandı. Böylece, her bir örneğin mm^2 cinsinden çapı ve mm^3 cinsinden ortalama kalınlığı belirlenmiş oldu ($V=\pi r^2 h$).

Hazırlanan örneklerin yüzey pürüzlülük ölçümleri; Dicle Üniversitesi Bilimsel Araştırma ve Teknoloji merkezinde (DÜBTAM), AFM (XE-100E atomik kuvvet mikroskopisi, Park Systems / Güney Kore) cihazı kullanılarak yapıldı.

Genellikle yüzeylerin pürüzlülük ve topografik görüntüsünün analizinde kullanılan AFM cihazı sayesinde, atomik boyutlara kadar sivriltilmiş bir iğne ucu yardımıyla, yüzeyin yüksek çözünürlükte üç boyutlu görüntüsü elde edilebilmektedir. Değişik amaçlar için farklı iğne uçlarının kullanıldığı bu cihazlar, iğne ucu yüzeye temas ettirilerek, yüzeye vurularak veya yüzeye temas ettirilmeden de kullanılabilmektedir.

Bizim çalışmamızda ise, iğne ucu yüzeye temas ettirilerek yüzey pürüzlülüğü tespit edilmeye çalışılmış ve bu sayede üç boyutlu yüzey görüntüsü elde edilmesi amaçlanmıştır. Her bir örneğin yüzey pürüzlülüğü ölçümlerinin gerçekleştirilmesi öncesinde, AFM cihazının kalibrasyonu gerçekleştirildi. Her bir örnek için $20 \times 20 \mu\text{m}$ ’lik üç farklı noktadan 0.2Hz hız ile ölçüm yapıldı. Yüzey resimleri, 256×256 piksel

Örnekler, içlerinde farklı saklama solüsyonlarının bulunduğu tüplere konularak 7 gün süreyle 37°C’de etüvde bekletildi. Kullanılan solüsyonun hacmi, her bir örnek için 5ml olacak şekilde ayarlandı. Yedinci günün sonunda solüsyonlardan çıkarılan örnekler, sabit kütle ağırlıklarını tekrar kazanmaları için testin başındaki gibi 24 saat süreyle desikatörde bekletildi. Örneğin ağırlığı sabitlendiğinde, elde edilen yeni değerler M_3 olarak kaydedildi. Estetik restoratif materyal örneklerinin 7 gün sonundaki suda çözünürlük düzeyleri milimetreküp’e mikrogram cinsinden şu şekilde hesaplandı;

$$W_{SL} (\mu g/mm^3) = M_1 (\mu g) - M_3 (\mu g) / V (mm^3)$$

W_{SL}: Suda çözünürlük

V: Örnek hacmi

Sudaki çözünürlük düzeyleri tespit edilen örneklerin son yüzey pürüzlülük değerleri, daha önce de bahsedildiği şekilde AFM cihazı kullanılarak ölçüldü ve μm cinsinden kaydedildi.

3.4. İstatistiksel Değerlendirme

Çalışmamızda elde edilen veriler, Lisanslı IBM SPSS 21 paket programı ile analiz edilmiştir (Lisans numarası: 5f551afac84a24ad7a95). Değişkenlerin normal dağılımdan gelme durumları araştırılırken birim sayıları nedeniyle, Shapiro Wilk’s’ testinden yararlanılmıştır. Sonuçlar yorumlanırken anlamlılık düzeyi olarak 0,05 kullanılmış olup; $p < 0,05$ olması durumunda değişkenlerin normal dağılımdan gelmediği, $p > 0,05$ olması durumunda ise değişkenlerin normal dağılımdan geldikleri belirlenmiştir.

Gruplar arasındaki farklılıklar incelenirken değişkenlerin normal dağılımdan gelmemesi durumunda, Kruskal Wallis H testinden yararlanılmıştır. İki'den fazla gruplu karşılaştırmalarda, Bonferroni düzeltmeli Mann Whitney U testi yardımıyla, aralarında anlamlı farklılık bulunan gruplar belirlenmiştir. Grup içi farklılıklar incelenirken değişkenlerin normal dağılımdan gelmemesi durumunda, Wilcoxon testi kullanılmıştır.

Sonuçlar yorumlanırken anlamlılık düzeyi olarak 0,05 kullanılmış olup; $p < 0,05$ olması durumunda anlamlı bir farklılığın olduğu, $p > 0,05$ olması durumunda ise anlamlı bir farklılığın olmadığı belirtilmiştir.

4. BULGULAR

4.1. YÜZEY PÜRÜZLÜĞÜ

Kullanılan materyallere göre gruplandırma yapıldığında; başlangıç yüzey pürüzlülük değerleri (T0) arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık mevcuttur ($p<0,05$). Dyract XP kompomer materyalinin (Grup D) yüzey pürüzlülük değeri diğer gruplara göre anlamlı derecede düşük bulunmuştur ($p<0,05$). ChemFill Rock yüksek viskoziteli cam iyonomer siman materyalinin (Grup C) yüzey pürüzlülük değeri diğer gruplara kıyasla daha yüksek olmakla birlikte, Dyract XP haricindeki materyaller arasındaki farklılığın anlamlı olmadığı belirlenmiştir (Tablo 8).

Gıdaları taklit eden solüsyonlarda bekletme sonrası ikinci yüzey pürüzlülük değerleri (T1) bakımından materyaller arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmiştir ($p<0,05$). Dyract XP kompomer materyalinin (Grup D) yüzey pürüzlülük değerinin diğer materyallere göre anlamlı derecede düşük olduğu tespit edilmekle birlikte, ChemFill Rock yüksek viskoziteli cam iyonomer siman materyalinin (Grup C) yüzey pürüzlülük değerinin diğer materyallere kıyasla anlamlı derecede yüksek olduğu görülmüştür ($p<0,05$). Diğer materyaller arasındaki farklılığın anlamlı olmadığı belirlenmiştir (Tablo 8).

Tablo 8. Gruplara göre materyallerin başlangıç ve bitim pürüzlülük düzeyleri

		Kullanılan Materyallere Göre Pürüzlülük					Kruskal Wallis H Testi		
		n	Mean	Min	Max	Sd	Mean Rank	H	p
Başlangıç pürüzlülük değerleri (T0)	Grup D	40	0,024	0,011	0,046	0,013	31,1	65,823	0,001
	Grup Z	40	0,057	0,026	0,091	0,022	97,71		
	Grup G	40	0,050	0,019	0,079	0,02	84,84		
	Grup C	40	0,064	0,031	0,103	0,021	108,35		
İkinci pürüzlülük değerleri (T1)	Grup D	40	0,033	0,012	0,06	0,016	32,48	93,134	0,001
	Grup Z	40	0,065	0,035	0,091	0,019	89,39		
	Grup G	40	0,055	0,027	0,084	0,02	69,73		
	Grup C	40	2,063	0,064	8	3,471	130,41		

Kullanılan solüsyonlara göre gruplandırma yapıldığında ise; başlangıç pürüzlülük değerleri (T0) ve gıdaları taklit eden solüsyonlarda bekletme sonrası ikinci pürüzlülük değerleri (T1) bakımından gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmadığı anlaşılmıştır ($p>0,05$). (Tablo 9).

Tablo 9. Gruplara göre kullanılan solüsyon çeşidine göre başlangıç ve bitim pürüzlülük düzeyleri

		Kullanılan Solüsyonlara Göre Pürüzlülük					Kruskal Wallis H Testi		
		n	Mean	Min	Max	Sd	Mean Rank	H	p
Başlangıç pürüzlülük değerleri (T0)	Etanol	40	0,04	0,025	0,056	0,011	65,99	6,573	0,087
	Heptan	40	0,054	0,026	0,079	0,019	90,69		
	Sitrik asit	40	0,049	0,012	0,103	0,034	78,86		
	Distile su	40	0,052	0,011	0,091	0,027	86,46		
İkinci pürüzlülük değerleri (T1)	Etanol	40	0,059	0,03	0,091	0,019	78,26	5,315	0,150
	Heptan	40	0,068	0,035	0,104	0,023	94,69		
	Sitrik asit	40	2,034	0,026	8	3,488	76,43		
	Distile su	40	0,055	0,012	0,091	0,028	72,63		

Gıdaları taklit eden solüsyonlarda bekletildikten sonra test edilen estetik materyallerde ikinci yüzey pürüzlülük değerleri arasındaki farklılık Dyract XP kompomer materyali ($0,033\pm0,016$), Filtek™ Z250 mikrohibrit kompozit rezin materyali ($0,065\pm0,019$), G-aenial Anterior nanohibrit kompozit rezin materyali ($0,055\pm0,02$) ve ChemFill Rock yüksek viskoziteli cam iyonomer siman materyali ($2,063\pm3,471$) için istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0,05$).

En yüksek yüzey pürüzlülük değeri sitrik asitte bekletilen ChemFill Rock yüksek viskoziteli cam iyonomer siman materyalinde elde edilmiş olup, bu değerin istatistiksel olarak anlamlı olduğu tespit edilmiştir ($p<0,05$). Tüm materyallerin başlangıç ve ikinci yüzey pürüzlülük değerleri arasındaki farklılığın distile su hariç tüm solüsyonlarda istatistiksel olarak anlamlı bir fark oluşturduğu gözlenmiştir ($p<0,05$). Sadece Filtek™ Z250 mikrohibrit kompozit rezin materyali ile G-aenial Anterior nanohibrit kompozit rezin materyalinin başlangıç ve distile su içerisinde bekletildikten sonraki ikinci yüzey pürüzlülük değerleri arasındaki farklılığın anlamlı olmadığı belirlenmiştir ($p>0,05$), (Tablo 10 ve Grafik 1).

Farklı solüsyonlarda bekletilen Dyract XP kompomer materyalinin ikinci yüzey pürüzlülük değerleri (T1) arasındaki farklılık, istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0,05$). En yüksek değere heptan solüsyonunda ulaşılmasına rağmen, en büyük pürüzlülük artışının sitrik asit solüsyonuyla gerçekleştiği göze çarpmıştır. Distile suda bekletilen kompomer örneklerinin yüzey pürüzlülük değeri, etanol ve heptan solüsyonlarındaki örneklerle kıyasla, sitrik asitte bekletilen kompomer örneklerinin yüzey pürüzlülük değeri ise sadece heptan solüsyonundaki örneklerle kıyasla anlamlı derecede düşük çıkmıştır ($p<0,05$). Diğer tüm ölçümler arasındaki farklılık, istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p>0,05$), (Resim 6-9).

Farklı solüsyonlarda bekletilen Z250 mikrohibrit kompozit materyalinin ikinci yüzey pürüzlülük değerleri (T1) arasındaki farklılık istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0,05$). Heptan solüsyonunda bekletilen Z250 mikrohibrit kompozit örneklerinin yüzey pürüzlülük değeri en düşük olmakla birlikte, sitrik asit ve distile su solüsyonlarındaki örneklerle kıyasla, etanol içerisinde bekletilen Z250 mikrohibrit kompozit örneklerinin yüzey pürüzlülük değeri ise, sadece distile su içerisindeki örneklerle kıyasla anlamlı derecede düşük çıkmıştır ($p<0,05$). En büyük pürüzlülük artışının etanol solüsyonuyla gerçekleştiği göze çarpmıştır. Diğer tüm ölçümler arasındaki farklılık, istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p>0,05$), (Resim 10-13).

Farklı solüsyonlarda bekletilen G-aenial Anterior nanohibrit kompozit rezin materyalinin ikinci yüzey pürüzlülük değerleri (T1) arasındaki farklılık, istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0,05$). Sitrik asit solüsyonunda bekletilen G-aenial Anterior nanohibrit kompozit rezin örneklerinin yüzey pürüzlülük değeri, etanol ve heptan solüsyonlarındaki örneklerle kıyasla, distile suda bekletilen G-aenial Anterior nanohibrit kompozit rezin örneklerinin yüzey pürüzlülük değeri ise, sadece heptan solüsyonundaki örneklerle kıyasla anlamlı derecede düşük çıkmıştır ($p<0,05$). Materyallerin pürüzlülük değeri artışının distile su haricindeki solüsyonlarda, benzer oranda gerçekleştiği göze çarpmıştır. Diğer tüm ölçümler arasındaki farklılık, istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p>0,05$), (Resim 14-17).

Farklı solüsyonlarda bekletilen ChemFill Rock yüksek viskoziteli cam iyonomer siman materyalinin ikinci yüzey pürüzlülük değerleri (T1) arasındaki farklılık, istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0,05$). En büyük pürüzlülük artışının sitrik asit solüsyonunda gerçekleştiği göze çarpmıştır. Distile su solüsyonunda bekletilen ChemFill Rock yüksek viskoziteli cam iyonomer siman örneklerinin yüzey pürüzlülük değeri, sitrik asit ve heptan solüsyonlarındaki örneklerle kıyasla, etanolde bekletilen örneklerinin yüzey pürüzlülük değeri ise, sadece sitrik asit solüsyonundaki örneklerle kıyasla anlamlı derecede düşük çıkmıştır ($p<0,05$). Diğer tüm ölçümler arasındaki farklılık, istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p>0,05$), (Resim 18-21).

Etanol içerisinde bekletilen dört farklı estetik restoratif materyalin ikinci yüzey pürüzlülük değerleri (T1) arasındaki farklılık, istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0,05$). Dyract XP kompomer materyalinin yüzey pürüzlülük değeri en düşük olmakla birlikte, G-aenial Anterior nanohibrit kompozit rezin materyali ve ChemFill Rock yüksek viskoziteli cam iyonomer siman materyaliyle arasındaki farklılık istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0,05$).

Etanol içerisinde en yüksek pürüzlülük değeri artışından etkilenen materyal ChemFill Rock yüksek viskoziteli cam iyonomer siman olmuştur. Filtek™ Z250 mikrohibrit kompozit rezin materyalinin yüzey pürüzlülük değeri ise, sadece ChemFill Rock yüksek viskoziteli cam iyonomer siman materyaline kıyasla anlamlı derecede düşük bulunurken ($p<0,05$), diğer tüm ölçümler arasındaki farklılığın istatistiksel olarak anlamlı olmadığı tespit edilmiştir ($p>0,05$), (Tablo 10 ve Grafik 1).

Heptan içerisinde bekletilen dört farklı estetik restoratif materyalin ikinci yüzey pürüzlülük değerleri (T1) arasındaki farklılık istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0,05$). Filtek™ Z250 mikrohibrit kompozit rezin materyalinin yüzey pürüzlülük değeri en düşük değer olmakla birlikte, G-aenial Anterior nanohibrit kompozit rezin materyali ve ChemFill Rock yüksek viskoziteli cam iyonomer siman materyaliyle arasındaki farklılık istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0,05$). Dyract XP kompomer materyalinin yüzey pürüzlülük değeri ise, sadece ChemFill Rock yüksek

viskoziteli cam iyonomer siman materyaline göre anlamlı derecede düşük çıkmıştır ($p<0,05$).

Heptan içerisinde en yüksek pürüzlülük değeri artışından etkilenen materyal ChemFill Rock yüksek viskoziteli cam iyonomer siman olmuştur. Diğer tüm ölçümler arasındaki farklılığın, istatistiksel olarak anlamlı olmadığı belirlenmiştir ($p>0,05$), (Tablo 10 ve Grafik 1).

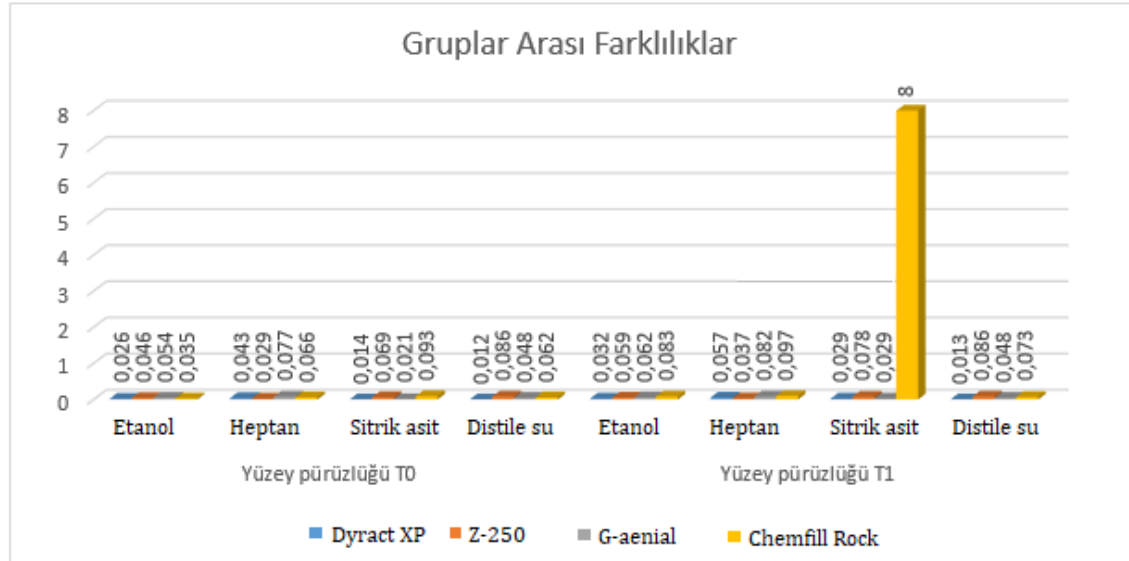
Sitrik asit içerisinde bekletilen dört farklı estetik restoratif materyalin ikinci yüzey pürüzlülük değerleri (T1) arasındaki farklılık istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0,05$). ChemFill Rock yüksek viskoziteli cam iyonomer siman materyalinin yüzey pürüzlülük değerinin, Filtek™ Z250 mikrohibrit kompozit rezin materyali hariç diğer tüm materyallere kıyasla istatistiksel olarak anlamlı derecede en yüksek olduğu tespit edilmiştir ($p<0,05$). Filtek™ Z250 mikrohibrit kompozit rezin materyalinin yüzey pürüzlülük değerinin, Dyract XP kompomer materyali ve G-aenial Anterior nanohibrit kompozit rezin materyaline kıyasla istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek olduğu belirlenmiştir ($p<0,05$). Diğer tüm ölçümler arasındaki farklılık, anlamlı bulunmamıştır ($p>0,05$), (Tablo 10 ve Grafik 1).

Distile su içerisinde bekletilen dört farklı estetik restoratif materyalin ikinci yüzey pürüzlülük değerleri (T1) arasındaki farklılık, istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0,05$). Dyract XP kompomer materyalinin yüzey pürüzlülük değeri en düşük değer olmakla birlikte, Z250 mikrohibrit kompozit rezin materyali ve ChemFill Rock yüksek viskoziteli cam iyonomer siman materyaliyle aralarındaki farklılık istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0,05$). Z250 mikrohibrit kompozit rezin materyalinin yüzey pürüzlülük değerinin ise, sadece G-aenial Anterior nanohibrit kompozit rezin materyaline kıyasla istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek olduğu belirlenmiştir ($p<0,05$).

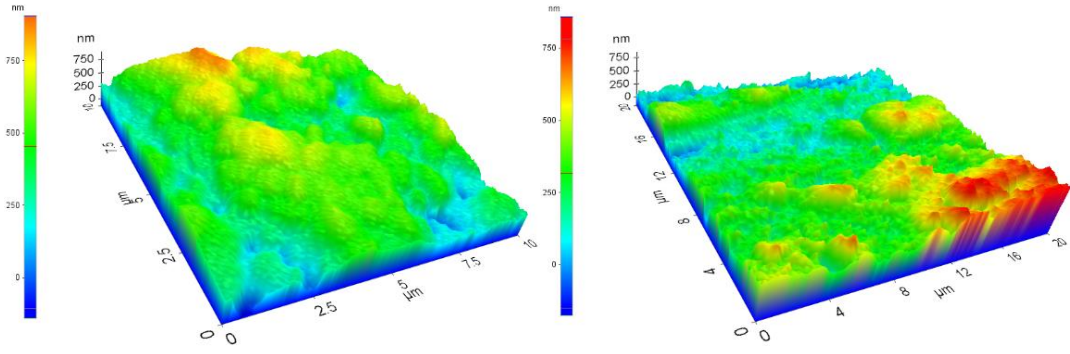
Distile su içerisinde en yüksek pürüzlülük değeri artışından etkilenen materyal, ChemFill Rock yüksek viskoziteli cam iyonomer siman olmuştur. Diğer tüm ölçümler arasındaki farklılık, istatistiksel olarak anlamlı görülmemiştir ($p>0,05$), (Tablo 10 ve Grafik 1).

Tablo 10. Yüzey pürüzlülük değeri ortalamaları±standart sapmaları.

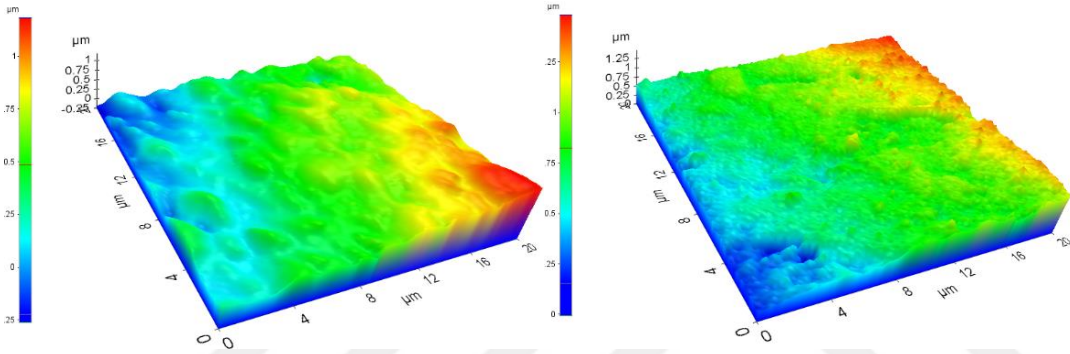
Estetik Materyaller	Gıdaları taklit eden solüsyonlar	n	Yüzey pürüzlülüğü T0	Yüzey pürüzlülüğü T1	Kruskal Wallis H Testi
			Mean±Sd	Mean±Sd	p
Dyract XP	Etanol	10	0,026±0,001	0,032±0,001	0,001
	Heptan	10	0,043±0,002	0,057±0,002	
	Sitrik asit	10	0,014±0,001	0,029±0,002	
	Distile su	10	0,012±0,001	0,013±0,001	
	Toplam	40	0,024±0,013	0,033±0,016	
Z-250	Etanol	10	0,046±0,002	0,059±0,004	0,001
	Heptan	10	0,029±0,002	0,037±0,002	
	Sitrik asit	10	0,069±0,003	0,078±0,003	
	Distile su	10	0,086±0,003	0,086±0,003	
	Toplam	40	0,057±0,022	0,065±0,019	
G-aenial	Etanol	10	0,054±0,001	0,062±0,001	0,001
	Heptan	10	0,077±0,001	0,082±0,001	
	Sitrik asit	10	0,021±0,001	0,029±0,001	
	Distile su	10	0,048±0,002	0,048±0,002	
	Toplam	40	0,05±0,02	0,055±0,02	
ChemFill	Etanol	10	0,035±0,003	0,083±0,008	0,001
	Heptan	10	0,066±0,003	0,097±0,005	
	Sitrik asit	10	0,093±0,006	8±8	
	Distile su	10	0,062±0,005	0,073±0,005	
	Toplam	40	0,064±0,021	2,063±3,471	



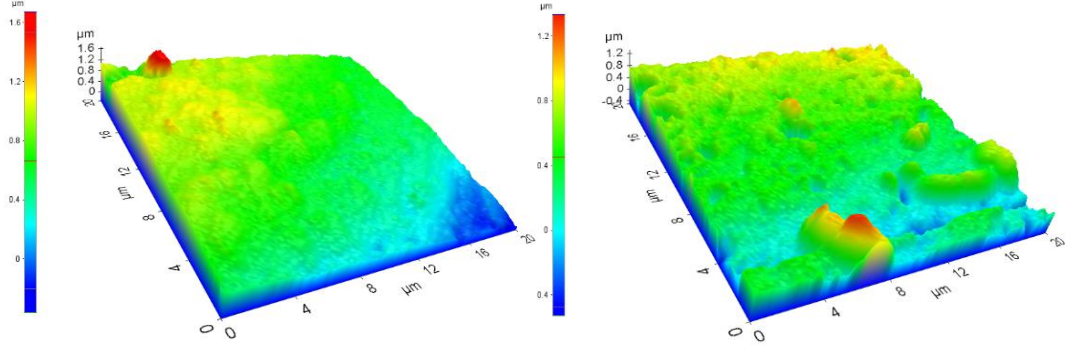
Grafik 1. Farklı solüsyonlarda bekletilen materyallerin ikinci yüzey pürüzlülük değerlerinin (T1) dağılım grafiği.



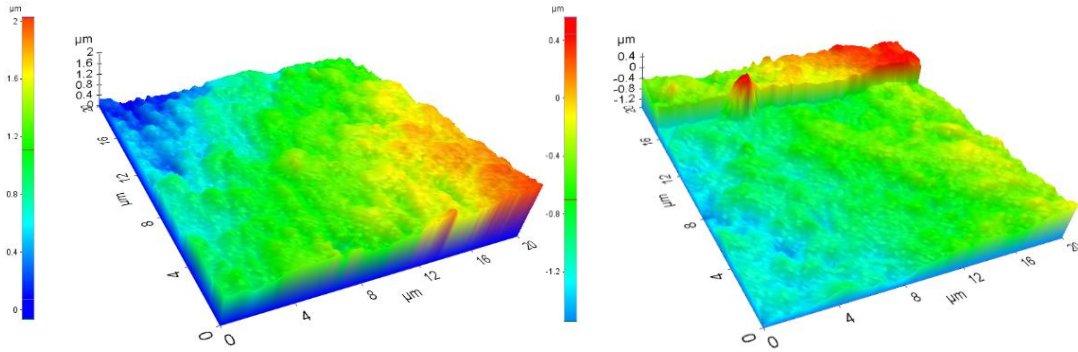
Resim 6. Dyract XP başlangıç ve heptan içerisinde bekletme sonrası AFM görüntüleri



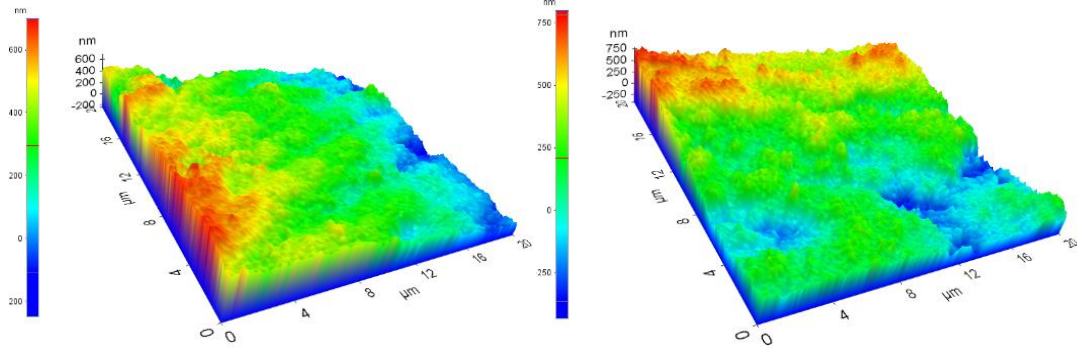
Resim 7. Dyract XP başlangıç ve etanol içerisinde bekletme sonrası AFM görüntüleri



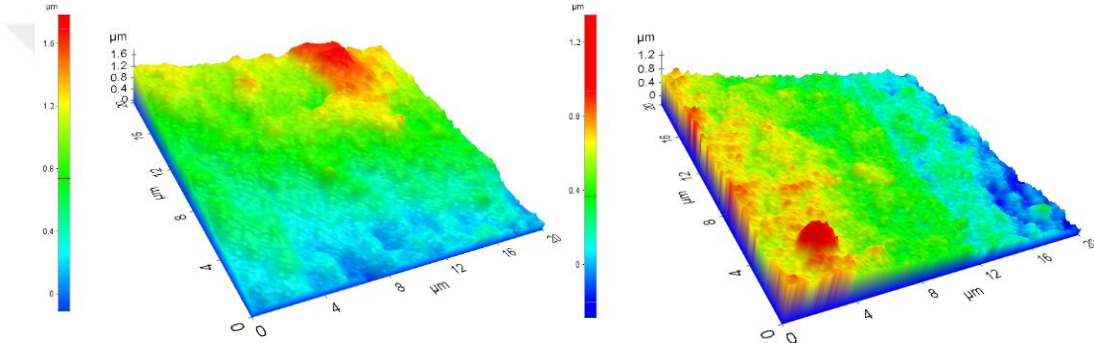
Resim 8. Dyract XP başlangıç ve sitrik asit içerisinde bekletme sonrası AFM görüntüleri



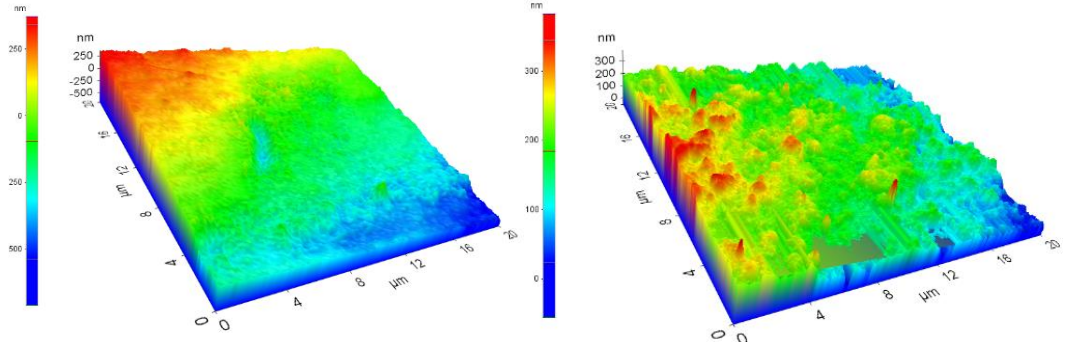
Resim 9. Dyract XP başlangıç ve distile su içerisinde bekletme sonrası AFM görüntüleri



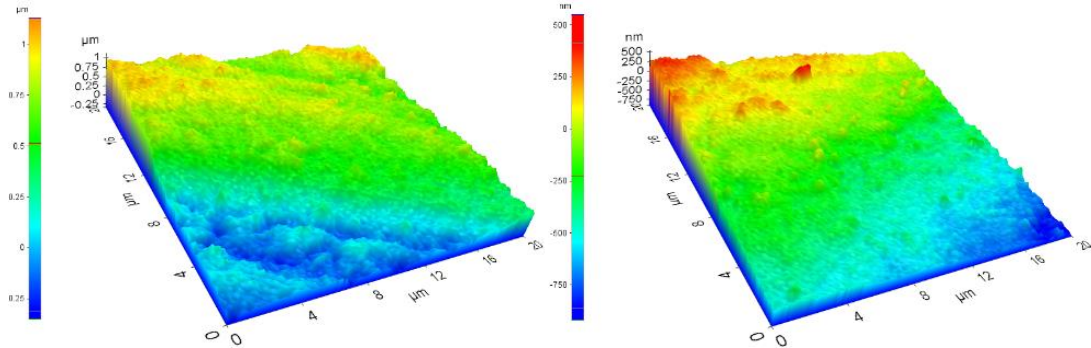
Resim 10. Filtek Z-250'nin başlangıç ve heptan içerisinde bekletme sonrası AFM görüntüleri



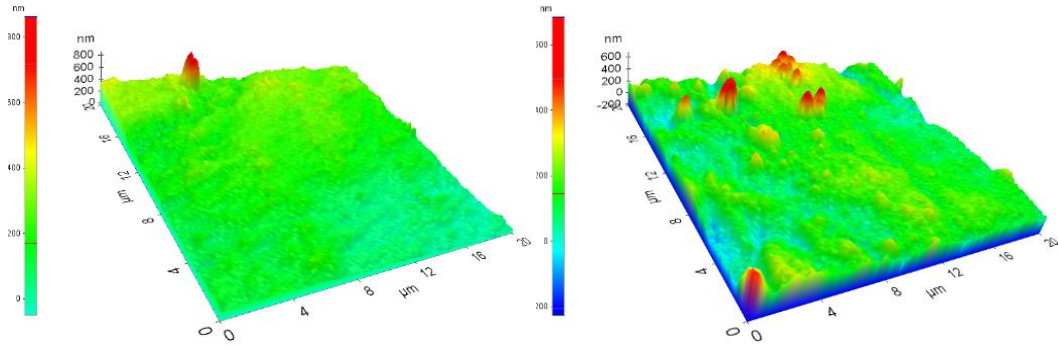
Resim 11. Filtek Z-250'nin başlangıç ve etanol içerisinde bekletme sonrası AFM görüntüleri



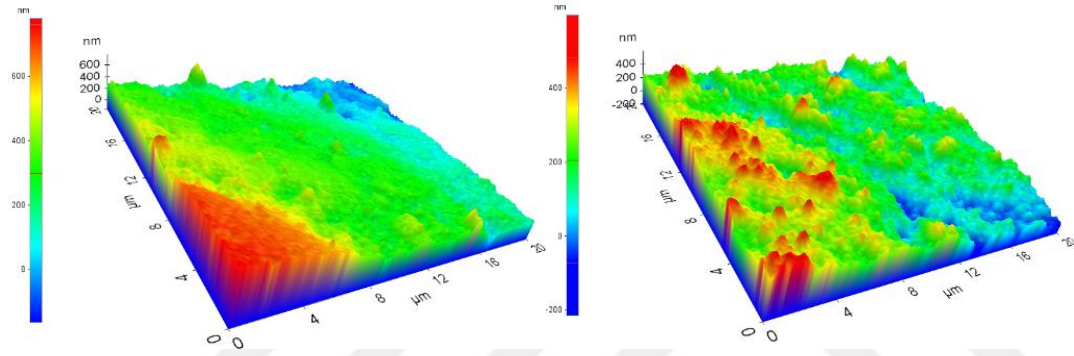
Resim 12. Filtek Z-250'nin başlangıç ve sitrik asit içerisinde bekletme sonrası AFM görüntüleri



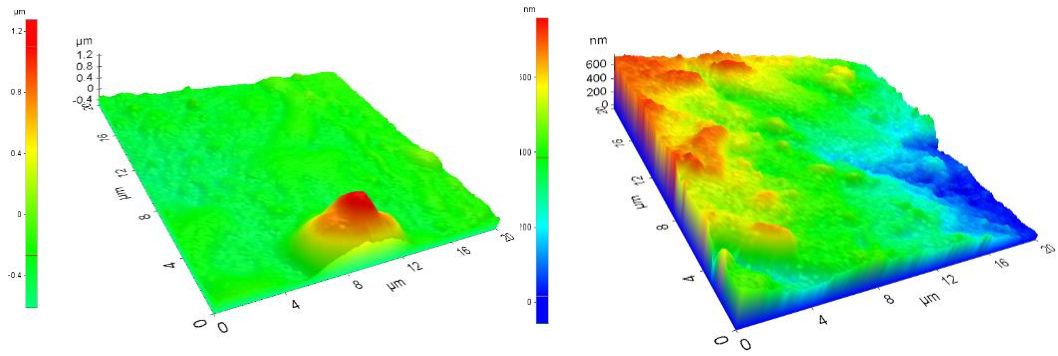
Resim 13. Filtek Z-250'nin başlangıç ve distile su içerisinde bekletme sonrası AFM görüntüleri



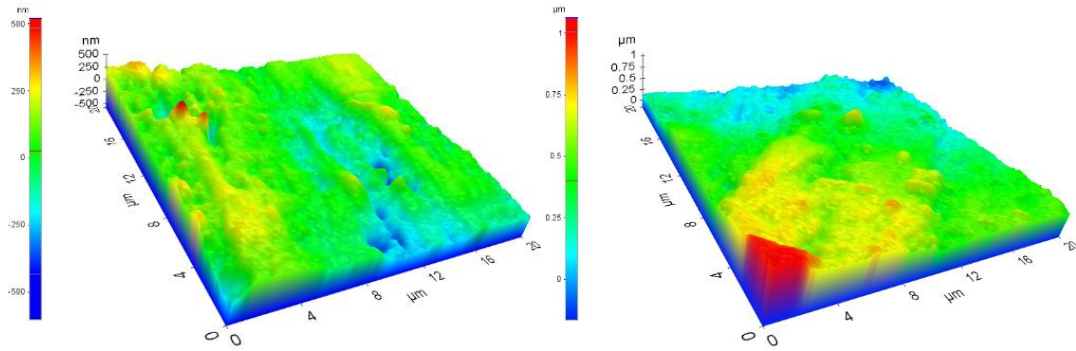
Resim 14. G-aenial anterior başlangıç ve heptan içerisindeki bekletme sonrası AFM görüntüleri



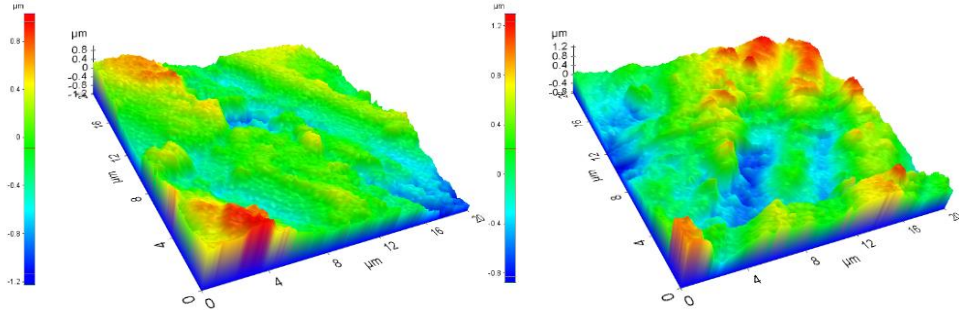
Resim 15. G-aenial anterior başlangıç ve etanol içerisindeki bekletme sonrası AFM görüntüleri



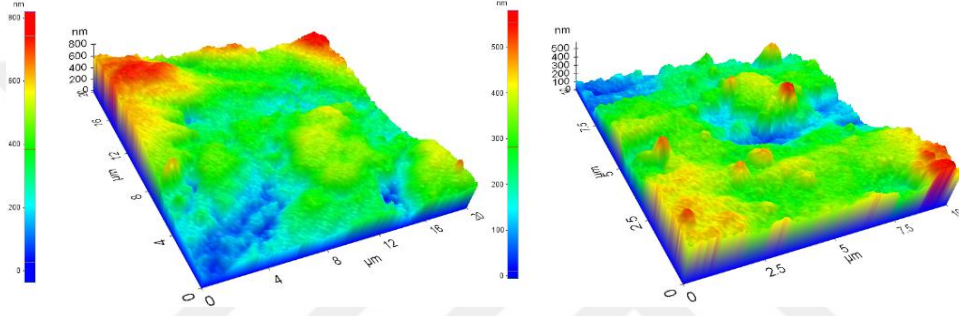
Resim 16. G-aenial anterior başlangıç ve sitrik asit içerisindeki bekletme sonrası AFM görüntüleri



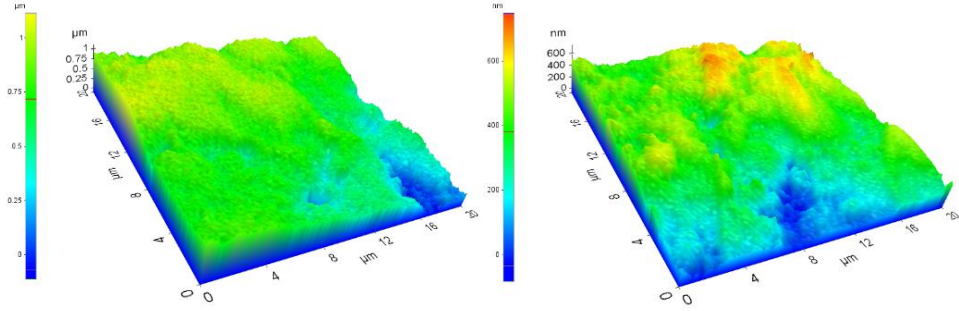
Resim 17. G-aenial anterior başlangıç ve distile su içerisindeki bekletme sonrası bitim AFM görüntüleri



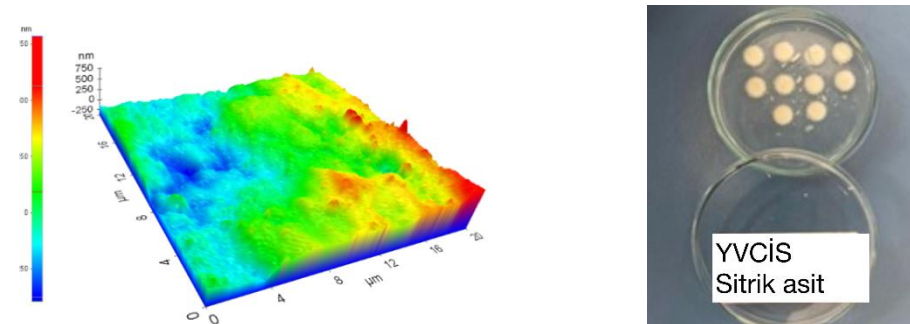
Resim 18. Chemfill Rock başlangıç ve heptan içerisinde bekletme sonrası AFM görüntüleri



Resim 19. Chemfill Rock başlangıç ve etanol içerisinde bekletme sonrası AFM görüntüleri



Resim 20. Chemfill Rock başlangıç ve distile su içerisinde bekletme sonrası AFM görüntüleri



Resim 21. Chemfill Rock başlangıç AFM görüntüsü ve sitrik asit içerisinde bekletme sonrası oluşan ve pürüzlülük değeri ölçülemeyen örnekler

Distile su solüsyonunda bekletilen Z250 mikrohibrit kompozit rezin materyali ile G-aenial Anterior nanohibrit kompozit rezin materyalinin yüzey pürüzlülük değerleri (T1) hariç tutulduğunda, diğer tüm materyallerin ikinci yüzey pürüzlülük değerlerinin başlangıç yüzey pürüzlülük değerlerine (T0) kıyasla, istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek olduğu görülmüştür ($p<0,05$).

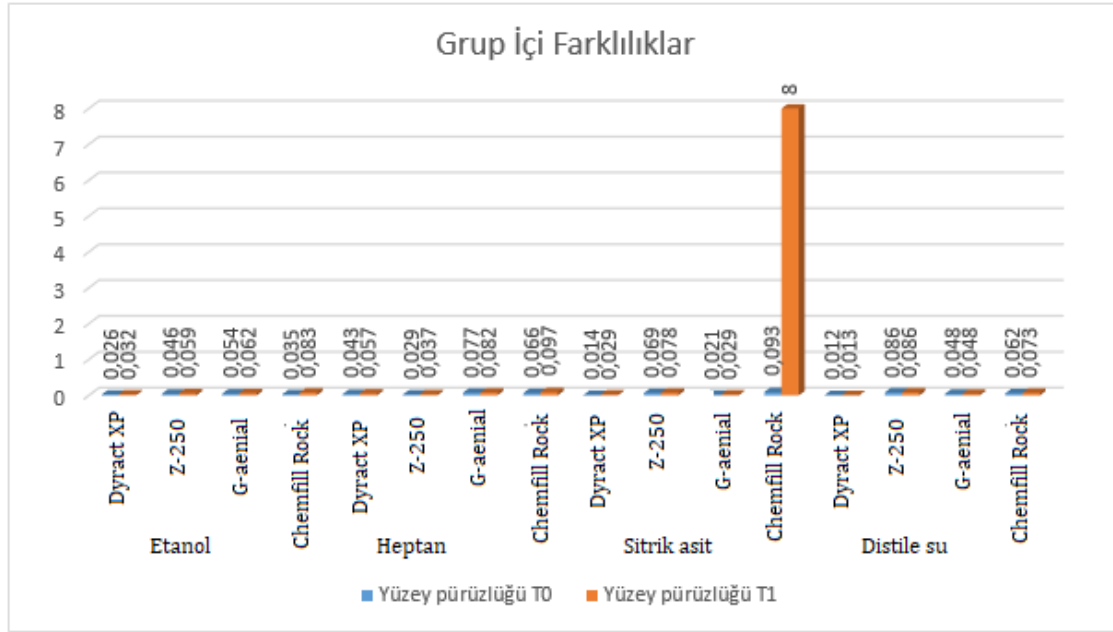
Tüm bekletme solüsyonlarının en fazla pürüzlülük değer artışına neden olduğu örneklerin, ChemFill Rock yüksek viskoziteli cam iyonomer siman materyaline ait olduğu tespit edilmiştir. Dyract XP kompomer materyalinde en fazla yüzey pürüzlülüğü artışına sebep olan solüsyonun sitrik asit olduğu ve bunu sırasıyla heptan, etanol ve distile suyun izlediği görülmüştür.

Z250 mikrohibrit kompozit materyalinde en fazla yüzey pürüzlülüğü artışına sebep olan solüsyonun etanol olduğu ve bunu sırasıyla sitrik asit, heptan ve distile suyun takip ettiği belirlenmiştir. G-aenial Anterior nanohibrit kompozit rezin materyalinde en fazla yüzey pürüzlülüğü artışına sebep olan solüsyonların etanol ve sitrik asit olduğu, bunu heptanın izlediği, distile suda ise değişim gerçekleşmediği tespit edilmiştir.

ChemFill Rock yüksek viskoziteli cam iyonomer siman materyalinde en fazla yüzey pürüzlülüğü artışına sebep olan solüsyonun, sitrik asit olduğu ve bunu sırasıyla etanol, heptan ve distile suyun takip ettiği izlenmiştir. Tüm solüsyonlar arasında en az yüzey pürüzlülüğüne neden olan solüsyonun distile su olduğu anlaşılmıştır (Tablo 11 ve Grafik 2).

Tablo 11. Kullanılan solüsyonlara göre materyallerin yüzey pürüzlüğü değerleri bakımından zamanlar arasındaki farklılığa ilişkin analiz sonuçları

								Wilcoxon Testi
Gıdaları taklit eden solüsyonlar	Estetik Materyaller		n	Mean	Min	Max	Sd	p
Etanol	Dyract XP	Yüzey pürüzlüğü T0	10	0,026	0,025	0,027	0,001	0,004
		Yüzey pürüzlüğü T1	10	0,032	0,03	0,034	0,001	
	Z-250	Yüzey pürüzlüğü T0	10	0,046	0,042	0,049	0,002	0,005
		Yüzey pürüzlüğü T1	10	0,059	0,053	0,064	0,004	
	G-aenial	Yüzey pürüzlüğü T0	10	0,054	0,052	0,056	0,001	0,005
		Yüzey pürüzlüğü T1	10	0,062	0,059	0,064	0,001	
	ChemFill	Yüzey pürüzlüğü T0	10	0,035	0,031	0,039	0,003	0,005
		Yüzey pürüzlüğü T1	10	0,083	0,071	0,091	0,008	
Heptan	Dyract XP	Yüzey pürüzlüğü T0	10	0,043	0,041	0,046	0,002	0,005
		Yüzey pürüzlüğü T1	10	0,057	0,054	0,06	0,002	
	Z-250	Yüzey pürüzlüğü T0	10	0,029	0,026	0,032	0,002	0,004
		Yüzey pürüzlüğü T1	10	0,037	0,035	0,04	0,002	
	G-aenial	Yüzey pürüzlüğü T0	10	0,077	0,075	0,079	0,001	0,005
		Yüzey pürüzlüğü T1	10	0,082	0,081	0,084	0,001	
	ChemFill	Yüzey pürüzlüğü T0	10	0,066	0,062	0,071	0,003	0,005
		Yüzey pürüzlüğü T1	10	0,097	0,089	0,104	0,005	
Sitrik asit	Dyract XP	Yüzey pürüzlüğü T0	10	0,014	0,012	0,016	0,001	0,005
		Yüzey pürüzlüğü T1	10	0,029	0,026	0,031	0,002	
	Z-250	Yüzey pürüzlüğü T0	10	0,069	0,063	0,073	0,003	0,005
		Yüzey pürüzlüğü T1	10	0,078	0,073	0,081	0,003	
	G-aenial	Yüzey pürüzlüğü T0	10	0,021	0,019	0,023	0,001	0,005
		Yüzey pürüzlüğü T1	10	0,029	0,027	0,031	0,001	
	ChemFill	Yüzey pürüzlüğü T0	10	0,093	0,086	0,103	0,006	0,005
		Yüzey pürüzlüğü T1	10	8	8	8	8	
Distile su	Dyract XP	Yüzey pürüzlüğü T0	10	0,012	0,011	0,013	0,001	0,004
		Yüzey pürüzlüğü T1	10	0,013	0,012	0,014	0,001	
	Z-250	Yüzey pürüzlüğü T0	10	0,086	0,081	0,091	0,003	1
		Yüzey pürüzlüğü T1	10	0,086	0,081	0,091	0,003	
	G-aenial	Yüzey pürüzlüğü T0	10	0,048	0,045	0,051	0,002	1
		Yüzey pürüzlüğü T1	10	0,048	0,045	0,051	0,002	
	ChemFill	Yüzey pürüzlüğü T0	10	0,062	0,055	0,069	0,005	0,005
		Yüzey pürüzlüğü T1	10	0,073	0,064	0,081	0,005	



Grafik 2. Kullanılan solüsyonlara göre materyallerin yüzey pürüzlüğü değerleri bakımından zamanlar arasındaki farklılık

4.2. ÇÖZÜNÜRLÜK

Çözünürlük değerleri bakımından gıda taklidi solüsyonlar arasındaki farklılığın istatistiksel olarak anlamlı olduğu tespit edilmiştir ($p < 0,05$). Sadece distile su solüsyonunun çözünürlük değerinin diğer tüm solüsyonlara kıyasla istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük olduğu belirlenmiştir ($p < 0,05$).

Çözünürlük değerleri bakımından estetik restoratif materyaller arasındaki farklılığın istatistiksel olarak anlamlı olduğu tespit edilmiştir ($p < 0,05$). Sadece ChemFill Rock yüksek viskoziteli cam iyonmer siman materyalinin çözünürlük değerinin diğer tüm materyallere kıyasla istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek olduğu belirlenmiştir ($p < 0,05$), (Tablo 12).

Tablo 12. Çözünürlük Değerleri Bakımından Grup 1 ve Grup 2’ler Arasındaki Farklılığa İlişkin Analiz Sonuçları

		Çözünürlük değeri					Kruskal Wallis H Testi
		n	Mean	Min	Max	Sd	p
Gıdaları taklit eden solüsyonlar	Etanol	40	13,573	2,98	50,73	12,759	0,001
	Heptan	40	8,126	0,99	27,85	6,888	
	Sitrik asit	40	156,639	0	642,59	260,112	
	Distile su	40	3,926	0	19,89	6,131	
	Toplam	160	45,566	0	642,59	144,244	
Estetik Materyaller	Dyract XP	40	7,182	0	22,87	6,849	0,001
	Z-250	40	5,367	0	16,91	3,874	
	G-aenial	40	3,303	0	7,95	2,99	
	Chemfill	40	166,413	7,95	642,59	254,51	
	Toplam	160	45,566	0	642,59	144,244	

Gıdaları taklit eden tüm solüsyonlarda bekletilen bütün estetik materyallerin çözünürlük değerleri arasındaki farklılık istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0,05$). ChemFill Rock yüksek viskoziteli cam iyonomer siman materyalinin çözünürlük değerinin, sitrik asit içerisindeki Dyract XP kompomer materyali hariç diğer tüm solüsyonlardaki bütün estetik materyallerin çözünürlük değerlerine kıyasla anlamlı derecede yüksek olduğu görülmüştür ($p<0,05$). Diğer tüm ölçümler arasındaki farklılık, istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p>0,05$).

Etanol solüsyonu içerisinde bekletilen estetik materyaller arasında çözünürlük derecesi en düşük olan materyalin Dyract XP kompomer materyali olduğu ve bunu sırasıyla G-aenial Anterior nanohibrit kompozit rezin ve Z250 mikrohibrit kompozit rezin materyalinin izlediği görülmüştür. Bu gruplar arasındaki farklılık istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p>0,05$).

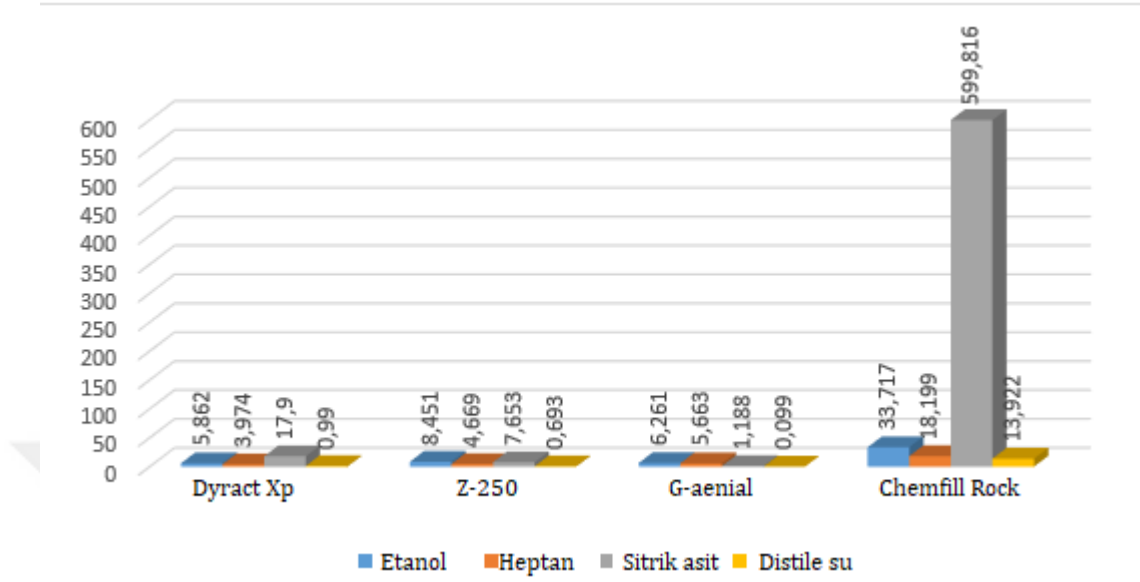
Heptan solüsyonu içerisinde bekletilen estetik materyaller arasında çözünürlük derecesi en düşük olan materyalin Dyract XP kompomer materyali olduğu ve bunu sırasıyla Z250 mikrohibrit kompozit rezin ve G-aenial Anterior nanohibrit kompozit rezin materyalinin izlediği görülmüştür. Bu gruplar arasındaki farklılık istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p>0,05$), (Tablo 13 ve Grafik 3).

Sitrik asit içerisinde bekletilen materyaller arasında çözünürlük derecesi en düşük olan materyalin G-aenial Anterior nanohibrit kompozit rezin materyali olduğu ve bunu sırasıyla Z250 mikrohibrit kompozit rezin ve Dyract XP kompomer materyalinin izlediği görülmüştür. G-aenial Anterior nanohibrit kompozit rezin materyalinin çözünürlük değerinin, Dyract XP kompomer materyaline kıyasla anlamlı derecede düşük olduğu belirlenmiştir ($p<0,05$).

Distile su solüsyonu içerisinde bekletilen estetik materyaller arasında çözünürlük derecesi en düşük olan materyalin G-aenial Anterior nanohibrit kompozit rezin materyali olduğu ve bunu sırasıyla Z250 mikrohibrit kompozit rezin ve ve Dyract XP kompomer materyalinin takip ettiği izlenmiştir. Bu gruplar arasındaki farklılık istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p>0,05$), (Tablo 13 ve Grafik 3).

Tablo 13. Farklı solüsyonlarda bekletilen materyallerin çözünürlük değerlerinin gruplara göre dağılımının analizi.

Çözünürlük değeri							Kruskal Wallis H Testi
Gıdaları taklit eden solüsyonlar	Estetik Materyaller	n	Mean	Min	Max	Sd	p
Etanol	Dyract XP	10	5,862	2,98	7,95	1,958	0,001
	Z-250	10	8,451	3,97	16,91	3,581	
	G-aenial	10	6,261	3,97	7,95	1,331	
	Chemfill	10	33,717	19,89	50,73	9,026	
	Toplam	40	13,573	2,98	50,73	12,759	
Heptan	Dyract XP	10	3,974	0,99	5,96	1,754	0,001
	Z-250	10	4,669	1,98	8,95	1,993	
	G-aenial	10	5,663	0,99	7,95	2,046	
	Chemfill	10	18,199	9,94	27,85	6,516	
	Toplam	40	8,126	0,99	27,85	6,888	
Sitrik asit	Dyract XP	10	17,9	12,93	22,87	3,443	0,001
	Z-250	10	7,653	3,97	11,93	2,528	
	G-aenial	10	1,188	0	1,98	0,626	
	Chemfill	10	599,816	509,3	642,59	45,14	
	Toplam	40	156,639	0	642,59	260,112	
Distile su	Dyract XP	10	0,99	0	1,98	0,933	0,001
	Z-250	10	0,693	0	1,98	0,815	
	G-aenial	10	0,099	0	0,99	0,313	
	Chemfill	10	13,922	7,95	19,89	3,572	
	Toplam	40	3,926	0	19,89	6,131	



Grafik 3. Farklı solüsyonlarda bekletilen materyallerin çözünürlük değerlerinin gruplara göre dağılımının analizi.

Farklı solüsyonlarda bekletilen Dyract XP kompomer materyalinin çözünürlük değerleri arasındaki farklılık istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p < 0,05$). Distile suda bekletilen Dyract XP kompomer örneklerinin çözünürlük değeri etanol ve sitrik asit solüsyonlarındaki örneklerle göre, heptan içerisinde bekletilen Dyract XP kompomer örneklerinin çözünürlük değeri ise sitrik aside kıyasla anlamlı derecede düşük olarak tespit edilmiştir ($p < 0,05$). Diğer tüm ölçümler arasındaki farklılık, istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p > 0,05$).

Farklı solüsyonlarda bekletilen Z250 mikrohibrit kompozit materyalinin çözünürlük değerleri arasındaki farklılık istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p < 0,05$). Distile suda bekletilen Z250 mikrohibrit kompozit örneklerinin çözünürlük değeri etanol ve sitrik asit solüsyonlarındaki örneklerle göre anlamlı derecede düşük olarak belirlenmiştir ($p < 0,05$). Diğer tüm ölçümler arasındaki farklılık, istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p > 0,05$), (Tablo 14).

Farklı solüsyonlarda bekletilen G-aenial Anterior nanohibrit kompozit rezin materyalinin çözünürlük değerleri arasındaki farklılık istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p < 0,05$). Sitrik asit ve Distile su içerisinde bekletilen G-aenial Anterior

nanohibrit kompozit rezin örneklerinin çözünürlük değeri, etanol ve heptan solüsyonlarındaki örneklerle göre anlamlı derecede düşük bulunmuştur ($p<0,05$). Diğer tüm ölçümler arasındaki farklılığın istatistiksel olarak anlamlı olmadığı belirlenmiştir ($p>0,05$).

Farklı solüsyonlarda bekletilen ChemFill Rock yüksek viskoziteli cam iyonomer siman materyalinin çözünürlük değerleri arasındaki farklılık istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0,05$). Distile su içerisinde bekletilen ChemFill Rock yüksek viskoziteli cam iyonomer siman örneklerinin çözünürlük değerinin etanol ve sitrik asit solüsyonlarındaki örneklerle göre, heptan içerisinde bekletilen örneklerin çözünürlük değerinin ise sitrik asit içerisinde bekletilen örneklerle kıyasla anlamlı derecede düşük olduğu görülmüştür ($p<0,05$). Diğer tüm ölçümler arasındaki farklılık, istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p>0,05$), (Tablo 14).

Tablo 14. Materyallerin farklı solüsyonlarda bekletildikten sonraki çözünürlük değerlerinin analizi

		Çözünürlük değeri				Kruskal Wallis H Testi	
		n	Mean	Min	Max	Sd	p
Dyract XP	Etanol	10	5,862	2,98	7,95	1,958	0,001
	Heptan	10	3,974	0,99	5,96	1,754	
	Sitrik asit	10	17,9	12,93	22,87	3,443	
	Distile su	10	0,99	0	1,98	0,933	
	Toplam	40	7,182	0	22,87	6,849	
Z-250	Etanol	10	8,451	3,97	16,91	3,581	0,001
	Heptan	10	4,669	1,98	8,95	1,993	
	Sitrik asit	10	7,653	3,97	11,93	2,528	
	Distile su	10	0,693	0	1,98	0,815	
	Toplam	40	5,367	0	16,91	3,874	
G-aenial	Etanol	10	6,261	3,97	7,95	1,331	0,001
	Heptan	10	5,663	0,99	7,95	2,046	
	Sitrik asit	10	1,188	0	1,98	0,626	
	Distile su	10	0,099	0	0,99	0,313	
	Toplam	40	3,303	0	7,95	2,99	
ChemFill	Etanol	10	33,717	19,89	50,73	9,026	0,001
	Heptan	10	18,199	9,94	27,85	6,516	
	Sitrik asit	10	599,816	509,3	642,59	45,14	
	Distile su	10	13,922	7,95	19,89	3,572	
	Toplam	40	166,413	7,95	642,59	254,51	

5. TARTIŞMA

Rezin esaslı restoratif materyaller; iyi estetik görünimleri, kullanım kolaylığı ve diş sert dokularına bağlanabilme özellikleri nedeniyle diş hekimliğinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu materyallerin yüzey yapısı ve çeşitli gıdalar karşısındaki çözünürlüğü, estetik restorasyonların klinik başarısını etkileyen önemli faktörler arasındadır. Başarılı bir klinik performans elde etmek için, materyallerin maruz kaldıkları fiziksel ve kimyasal etkiler karşısında da uzun süreli dayanıklılığa sahip olmaları gerekmektedir (114).

İdeal bir restorasyon; plak birikimini azaltmak ve çeşitli likitler karşısında çözünürlüğü önlemek için, mümkün olduğunca pürüzsüz bir yüzeye sahip olmalıdır. Ağız boşluğunun sahip olduğu sıcaklık, nem, termal döngünün yanı sıra oral sıvıların inorganik dolgu partiküllerini, polimer matrisleri, dolgu-matris arayüzlerini zayıflatarak ve hidrolize ederek restoratif rezin materyalleri parçalama yeteneğine sahip oldukları gösterilmiştir (115).

Günlük tüketilen gıdaların diş yüzeyinde pürüzlülüğe ve zamanla aşınmaya neden oldukları ve rezin esaslı restoratif materyalleri olumsuz etkiledikleri bilinmektedir. Kompozit rezinler, kompomerler ve cam iyonomer simanlar başta olmak üzere tüm estetik restoratif materyaller; tükürük, mikrobiyal flora, yiyecek ve içeceklerde bulunan kimyasal maddelerle bunların tüketilmeleri sonucu açığa çıkan pH değişikliklerine ve ısısal değişikliklere maruz kalmaktadır. Bununla birlikte gerek dişler ve gerekse ağız içerisindeki restorasyonlar, kimyasal ajanların diş taşı veya gıda kalıntıları tarafından absorbe edilmesi sonucunda meydana gelen bakteriyel ayrışma etkilerine de maruz kalabilmektedir (115).

Restoratif materyallerde görülen hidrolitik bozunma esas olarak; doldurucu matris arayüzünde su birikimi sonucu inorganik parçacıkların yer değiştirmesi ve mevcut aşındırıcı süreçlerin neden olduğu yüzeysel kusurların zamanla açığa çıkması şeklinde gerçekleşmektedir. Resin yüzeyindeki sabit kimyasallar ve su emilimiyle başlayan korozyon süreci sonucunda; monomerler arasındaki bağlar zayıflamakta, matris yapısı zarar görmekte ve böylece restorasyonlarda yüzey pürüzlülüğü gerçekleşmektedir.

Ayrıca bu etkiler, doldurucu içeriğinin çözünmesi sonucu restorasyonun dış dokusundan ayrılmasına neden olabilmektedir (116).

Ağız ortamındaki mevcut değişkenlerin çokluğu, restoratif materyallerin test edilme sürecini zorlaştırmaktadır (117). Bununla birlikte, hastaların beslenme ve kötü alışkanlıkları, parafonksiyonel diş ilişkileri ve oral mikrobiyal floradaki değişimler, aynı restorasyonun farklı hastalarda değişik performans sergilemesine neden olabilmektedir (118).

Ağız ortamını taklit eden birçok in-vitro araştırma sonucunda; restorasyonların çeşitli gıdalar karşısındaki davranışları hakkında fikir edinmemizi sağlamıştır. Bu çalışmalarda; karmaşık kimyasal yapısı olan ağız içi ortamın farklı rezin bazlı restoratif materyaller üzerindeki etkisini taklit etmek amacıyla, FDA (Amerika Gıda ve İlaç İdaresi) tarafından belirlenen etanol, heptan, sitrik asit ve distile su gibi çeşitli gıda taklidi likitler kullanılmıştır. Restoratif materyaller; alkol ve diğer içecekler, meyveler ve yağlı gıdalar karşısında gösterdikleri fiziksel değişimi in-vitro şartlarda etanol, heptan, sitrik asit ve distile suya maruz kaldıkları takdirde de gösterebilmektedir (119).

Restoratif materyallerin gıda taklidi likitler içerisinde bekletildiğinde, inorganik doldurucuların yüzeyden ayrılıp çözünebileceği ve böylece yüzey özelliklerinin değişebileceği bildirilmiştir (55). Gıda taklidi likitlerin laboratuvar ortamında devamlı bu likitlere maruz kalan restoratif materyallerde, ağız içerisinde beklenen bozulmayı taklit edebildikleri gösterilmiştir (120). Alkollü içeceklerde mevcut bulunan etilen, asetilen ve sülfitten üretilmesi mümkün olan etanol; aynı zamanda nişasta, şeker veya benzeri karbonhidratların fermentasyonu ile elde edilebilmekte ve çeşitli asidik içecekleri taklit etmektedir. Asidik içecekleri taklit eden ve şeker eriyiklerinden üretilmesi mümkün olan sitrik asit; özellikle turuncgillerde ve benzeri meyvelerde, meyve suları ve meşrubatlarda oldukça fazla oranda bulunabilen organik asitlerden birisidir. Heptan; tereyağı, bitkisel ve sıvı yağları, yağlı etleri taklit ederken, distile su tükürük ve suyun oluşturduğu ortamı taklit etmektedir (121).

Tüm bu bilgiler ışığında, dört farklı estetik restoratif materyalin (Dyract XP kompozit materyali, Filtek Z-250 mikrohibrit kompozit rezin, G-aenial anterior

nanohibrit kompozit rezin ve ChemFil Rock yüksek viskoziteli cam iyonomer siman) mekanik etki olmadan sadece değişik gıda taklidi likitler içerisinde bekletilmesi sonucu yüzey pürüzlülükleri ve çözünürlüklerdeki değişimi incelediğimiz çalışmamızda; etanol, heptan, sitrik asit ve distile su solüsyonlarını kullanmayı tercih ettik.

Etanol solüsyonunun kompozit rezinler ve cam iyonomer simanlarda sağladığı çözünürlük etkisinin, en çok %75 veya %50'lik konsantrasyonlarında gerçekleştiği bildirilmiştir. Wu solventi olarak da bilinen etanol çözeltisinin %75'lik konsantrasyonu; rezin esaslı materyallerin polimer yapısının bozulmasına neden olduğu ve yapay aşındırma şartlarında difüzyon düzenlenmesini sağladığı için, birçok araştırmada dental restoratif materyallerin hızlandırılmış yaşlanmasını taklit etmek üzere kullanılmıştır. Bununla birlikte diğer bir kullanım nedeni de, birçok kompozit rezinin içeriğinde yer alan Bis-GMA ve UDMA gibi monomerlere yakın çözünürlük değerine sahip olması ve bu monomerleri ihtiva eden materyallerin çözünürlüğüne sebep olmasıdır. Kompozit rezinlerden ilk çözünen ve çözünmeye en duyarlı komponentin seyreltik monomer TEGDMA olduğu kabul edilmektedir (122). Bununla birlikte, Bis-GMA ve UDMA gibi monomerlerin de suda znebildikleri bildirilmiştir (123). Yap ve arkadaşları yaptıkları bir çalışmada, Bis-GMA içerikli restoratif materyallerin etanol ve benzeri gıda taklidi likitlerde daha çabuk zndklerini tespit etmiştir (120).

Her bir gıda taklidi likidin restoratif materyallerin içeriklerinden birinde yıkıma sebep olduğu bilgisi mevcuttur. Söz gelimi, etanol içerikli gıdaların restoratif materyallerin inorganik matriksi üzerinde etkili olduğu belirtilmiştir (124). İnorganik doldurucuların aynı zamanda, sitrik asit etkisiyle de yıkıma uğrayabildikleri bilgisi mevcuttur (125). Heptan içeren gıdaların ise, rezin bazlı restoratif materyallerin daha çok organik yapısında hasar oluşturduğu tespit edilmiştir (126).

Rezin bazlı restoratif materyallerin fiziksel ve mekanik özellikleri, polimerizasyon miktarını etkileyen faktörlerin başında gelmektedir (127). Polimerizasyon sırasında, absorbe edilen ışığın daha derinlere ulaşamaması, polimerizasyon derinliğini olumsuz yönde etkilemektedir. Bu nedenle, kompozit rezinlerde etkili bir polimerizasyon için, materyal kalınlığının 2mm'yi geçmemesi tavsiye edilmektedir (128). Polimerizasyon

derinliğini etkileyen diğerk bir faktör ise, ışık ucu ile restorasyon arasındaki mesafedir (129). Yeterli seviyede bir polimerizasyonun sağlanmasında, ışık ucu ile restoratif materyal arasındaki mesafenin de minimum düzeyde olması önemli yer tutmaktadır. Lindberg ve arkadaşlarının polimerizasyon derinliğiyle ilgili yaptıkları bir çalışmanın sonucunda; materyal ile ışık ucu arasındaki mesafe arttıkça polimerizasyon derinliğinin azaldığı, ayrıca 2mm'yi aşan mesafelerde polimerizasyon derinliğinde düşüş gerçekleştiği bildirilmiştir (130).

Restoratif materyallerde klinik başarıyı etkileyen önemli bir parametre de, geniş renk spektrumuna sahip olmalarıdır. Günümüzde, hastaların estetik beklentilerindeki artışla birlikte üretici firmalar, restoratif materyallerde renk seçeneklerini artırma yoluna gitmiştir. Estetik restoratif materyallerde rengin koyulaşmasıyla birlikte, polimerizasyon esnasında gerçekleşmesi beklenen monomer dönüşüm derecesi olumsuz yönde etkilenmektedir (131). Price ve arkadaşları yaptıkları bir çalışmada; ağız ortamında ışık cihazı ile restorasyon arasındaki mesafenin sıfır olamayacağını ve klinik koşulların taklit edilebilmesi için ışığın belli bir mesafeden uygulanması gerektiği ifade etmiştir (132).

Restoratif materyallerin hem estetik özellikleri hem de kullanım ömürleri açısından önemli etkenlerden bir diğeri de yüzey kalitesidir (133). Restorasyon yüzeyinin pürüzsüz olması, oral kavitedeki bakteri adezyonunu ve gıda retansiyonunu minimuma indirmektedir. Dolayısıyla, gıda artıklarının bakteriler tarafından restorasyon yüzeyinde fermentasyonunu engelleyerek, artık ürünlerin oluşumunu azaltmak ve böylece çürük insidansını ve periodontal enfeksiyon oranını azaltmak mümkün olabilmektedir (134). Kooi ve arkadaşları, gıda taklidi likitlerin çeşitli restoratif materyaller üzerindeki etkilerini inceledikleri bir çalışmada; kimyasal yıkıma uğrayan restoratif materyallerde doldurucuların yüzeyden çözünerek ayrılmaları nedeniyle, yüzey pürüzlülüğünün arttığı ve sertlik değerlerinin azaldığını bildirmiştir (135).

Restorasyon yüzeyinin cilalanması, yüzey pürüzlülüğünün azalmasında oldukça önemli rol oynamaktadır. Bu sayede, hem restorasyona daha iyi bir estetik görünüm kazandırılmış olmakta ve hem restorasyonun ömrü uzatılabilmektedir (134). Rezin bazlı

materyallerin yapısındaki doldurucuların oranının ve boyutu materyal yüzeyinin cilalanabilirliğini arttıran önemli bir faktördür (136).

Restorasyonların yüzey pürüzlülüğünü değerlendiren in-vitro çalışmalarda, düzgün bir yüzey edilebilmesi amacıyla, genellikle şeffaf bant kullanımı oldukça yaygındır (137). Ancak, restoratif materyallerin ağız içerisinde kaviteye yerleştirilmesi esnasında oklüzal yüzeyin şeffaf bant kullanılarak pürüzsüz bir hale getirilmesi pratikte pek mümkün değildir. Bununla birlikte, kompozit rezinlerin polimerizasyonu sırasında restorasyon yüzeyinde henüz polimerize olmamış monomerlerin oksisijenle reaksiyona girmesi sonucunda oluşan oksijen inhibisyon tabakası, restorasyonun fiziksel ve mekanik özelliklerinin istenilen düzeyde olmasını engellemekte, yüzeyin sertlik değerinin düşmesine yol açmaktadır (137). Yapılan araştırmalar, şeffaf bantlarla bitirilen kompozit restorasyonlarda oksijen inhibisyon tabakası oluşumunun minimuma indirilse bile tamamen ortadan kaldırılamayacağını göstermiştir (138).

Cila ve parlatma işlemlerinde kullanılan materyaller, restoratif materyalin içeriğindeki doldurucu partiküllerin boyutu, şekli, dağılımı ve çeşidinin yanı sıra organik matriksin sertliğinden de etkilenmektedir. İyi bir parlatma işlemi için, cilalamada kullanılacak materyallerin daha sert olması gerekmektedir. Aksi durumda, doldurucu partiküller yüzeyden uzaklaştırılamayıp sadece organik matriksin uzaklaşmasına sebeble olmakta ve böylece yüzeyin pürüzlü bir hal almasına neden olmaktadır. Koh ve arkadaşlarının mikrohbrit ve nanofil kompozit rezinlerin yüzey pürüzlülüğünü karşılaştırdıkları bir çalışmada; hibrit kompozit rezinlerin, nano partiküllü kompozitlere kıyasla daha pürüzlü bir yüzey sergilediğini bildirmiştir. Bununla birlikte, çok aşamalı Optidisk ve Sof-Lex parlatma sistemlerinin daha pürüzsüz bir yüzeyin elde edilmesine yardımcı olduğunu belirtmişlerdir (139).

Üçtaşlı ve arkadaşları, farklı parlatma sistemlerinin restorasyonların yüzey pürüzlülüğüne etkisini kıyasladıkları bir araştırmada, Sof-Lex disklerin tek aşamalı lastikler göre daha pürüzsüz yüzey oluşturduğunu belirtmiştir (140). Barbosa ve arkadaşları da, çeşitli bitirme ve polisaj sistemlerinin (elmas bitim frezleri, 12 ve 30 bıçaklı karbit frezler, cila lastikleri, Super-Snap bitim diskleri ve Sof-lex bitim diskleri)

farklı yapıdaki kompozit rezin materyallerinin (Filtek Z250, Durafill, Perfection, Fill Magic ve Surefil) yüzey pürüzlülüğüne etkisini karşılaştırdıkları çalışmalarında, en ideal yüzeylerin Sof-Lex disk sistemi kullanımıyla sağlanabildiğini vurgulamıştır (141).

Biz de çalışmamızda polimerizasyon derinliğinde standardizasyonu sağlamak amacıyla, test örneklerinin tümünü 2mm kalınlığında hazırlamayı, tüm materyallerin A2 rengini kullanmayı ve LED ışık cihazının ışık yoğunluğu her örnekten sonra radyometre ile kontrol etmeyi tercih ettik. Bununla birlikte, örneklerin alt ve üst kısımlarını şeffaf bantla kapattıktan sonra bandın üzerine 1mm kalınlığında lam yerleştirerek, polimerizasyon işlemlerini üretici firmaların önerileri doğrultusunda gerçekleştirdik. Polimerizasyonları sağlanan test örneklerinin ışık uygulanan yüzeylerini, alüminyum oksit içerikli polisaj diskleri (Sof-Lex TM XT, 3M ESPE, St Paul, MN, ABD) kullanarak cilalamayı tercih ettik.

Gıda taklidi likitlerin restoratif materyallerin yüzey pürüzlülüğüne etkisini değerlendiren birçok araştırmada, test örneklerinin solüsyonlar içerisinde genellikle bir gün ile bir ay arasında değişen farklı sürelerde bekletilmesi tercih edilmiştir (142-144). ISO standartları doğrultusunda restoratif materyallerin çözünürlük değerlerinin tespiti için gıda taklidi likitlerde 7 gün bekletilmesi önerilmektedir. Bununla birlikte, bir ay ile bir yıl arasında değişen bekletme sürelerini uygulayan çalışmalar da mevcuttur (145). Bu konuda araştırmalar yapan Örtengren ve arkadaşları (146) ile Yap ve arkadaşları (121) materyallerin organik içeriğinin büyük bir bölümün ilk 7 günde materyalden ayrıldığını belirtmiştir. Benzer bir çalışmada Von Fraunhofer ve Rogers, 14 günlük test süresinin yaklaşık 13 yıllık bir süreye karşılık geldiğini bildirmiştir (147). Restoratif materyallerin matriks yapısının özellikleri, partikül boyutu ve dağılımı, uygulanan polimerizasyon tekniğinin yanı sıra, saklama ortamı ve sıcaklığın da çözünürlük üzerinde etkili olduğu belirlenmiştir (148).

Bu bilgiler ışığında, biz de çalışmamızda test örneklerinin gıda taklidi likitler içerisinde bekletilme süresini 7 gün olarak belirledik. Sıcaklığın sabit tutulup oral ortamın taklit edilmesi amacıyla, test örneklerini hazırlandıktan sonra ve solüsyonlara daldırılma sırasında, 37°C'de etüvde bekletmeyi tercih ettik.

Test materyallerinin yüzey pürüzlülüğünün ölçülmesinde; AFM (Atomik Kuvvet Mikroskobu), profilometre ve SEM (Tarayıcı Elektron Mikroskobu) gibi birçok teknik ve cihaz kullanılmaktadır. AFM ve SEM ile yapılan değerlendirmeler, yüzey özelliklerini daha net gösterebildikleri halde, diğer cihazlara göre daha yüksek maliyete sahiptir. Yüzey pürüzlülüğünün değerlendirilmesi kullanılan en güvenilir yöntemin, AFM olduğu bildirilmiştir (149, 150). AFM cihazı; üç boyutlu ölçüm yapabilmesi ve daha dar alanların taranmasına olanak sağlamasıyla birlikte, taranan alanların tamamında yüzey pürüzlülüklerinin belirlenmesine de olanak sağlamaktadır (109). Doğanın yüzey topografyasının üç boyutlu olması nedeniyle, kullanılacak görüntüleme tekniğinin de üç boyutlu ölçüm yapabilmesi, yüzey özelliklerinin en doğal haliyle yansıtılması açısından oldukça önemlidir. Üç boyutlu ölçümler, daha gerçekçi ve kapsamlı inceleme yapılmasına olanak sağlamaktadır (151).

Oldukça sık kullanılmasına rağmen SEM yönteminin; iki boyutlu görüntüleme yapabilmesi, uzun zaman alması, vakum gerektirmesi ve yüzeyin altın ile kaplanması gibi kullanım dezavantajları mevcuttur (109). Daha düşük maliyetli olan profilometre cihazlarıyla da iki boyutlu görüntü elde edilebilmektedir. Mekanik profilometre tekniği; ölçüm kuvveti, tarama hızı ve mekanik ucun kolay konumlandırılabilmesi gibi avantajlarının yanı sıra, ölçüm sırasında ucun temas ettiği bölgede yüzey hasarına neden olması gibi dezavantajlara sahiptir (152, 153).

Biz de çalışmamızda; üç boyutlu ve sayısal değer verilebilen ölçümler yapabilmesi, yüzey topografyasını daha net gösterme imkanına sahip olması, örneklerin işlem öncesi ve sonrası ölçümlerine olanak sağlanması gibi avantajları nedeniyle AFM cihazı kullanmayı tercih ettik.

Restorasyon yüzeyinin pürüzsüz olduğunun kabul edilebilmesi için, henüz belirlenmiş ortak bir değer bulunmamasına rağmen, bazı araştırmacılar $0,2\mu\text{m}$ 'den daha az pürüzsüz bir yüzeye sahip restorasyonların ağız içi dokular için kabul edilebilir pürüzlülük değeri olduğunu belirtmiştir (154). Chung'a göre pürüzlülük değeri $1\mu\text{m}$ 'den az olan yüzeyler, optik olarak pürüzsüz kabul edilebilmektedir. Jones ve arkadaşları, $0,5\mu\text{m}$ 'nin üzerindeki pürüzlülük değerine sahip yüzeylerin, hastaların dil ucuyla

farkedilebileceğini vurgulamıştır (55). Yüzey pürüzlülük değerlendirmelerinde en çok kullanılan parametre, Ra (roughness average) değeridir (birimi μm 'dir) (155, 156). Yüzey pürüzlülüğünün değerlendirilmesinde çok güvenilir bulunmasa da, dental araştırmalarda en sık kullanılan parametredir (157).

Gıda taklidi likitlerin kompozit rezinlerin pürüzlülük miktarına etkisini test eden araştırmalarda, farklı sonuçlar elde edilmiştir. Bansal ve arkadaşları; kompozit rezinlerin alkolsüz içeceklerle temas sonrası yüzey pürüzlülüğünü değerlendirdikleri bir çalışmada; pürüzlülük değerinde artış tespit ederken (158). Yap ve arkadaşları; kompozit rezinlerin gıda taklidi likitler içerisinde bekletilmesinin yüzey pürüzlülüğüne önemli bir etkisinin olmadığını belirtmiştir (121). Benzer çalışmalarda, gıda taklidi likitlerde 28 gün bekletilen bulk fill kompozit rezinlerin yüzey pürüzlülüğünün arttığı belirlenmiştir (159).

Sarı ve arkadaşları'nın kola ve portakal suyunun restoratif materyallerin yüzey pürüzlülüğü üzerindeki etkilerini inceledikleri bir çalışmada, materyallerin kola ve portakal suyunda yüzey pürüzlülüğünün önemli derecede arttığı gözlenmiştir. Aynı çalışmada; yüzey pürüzlülüğünün pH değerinin düşmesiyle arttığı, içeceklerin rezin-matriks ayrışmasına neden olarak kompozit rezinlerde aşınmaya ve pürüzlenmeye neden oldukları sonucuna ulaşılmıştır (160). Çalışma sonuçları arasındaki bu farklılıkların; kullanılan solüsyonun çeşidi, yoğunluğu ve bekletilme süresinden kaynaklanabileceğini düşünmekteyiz.

Yüzey pürüzlülüğü üzerine yapılan birçok araştırmada, geleneksel cam iyonomer simanların en yüksek pürüzlülük değeri gösterdiği bildirilmiştir (161). Cam iyonomer simanların, kompozit restorasyonlardan daha düşük mikrosertlik ve aşınma direnci sergiledikleri iddia edilmektedir (162). Eick ve arkadaşları, çeşitli restoratif materyallerin yüzey pürüzlülüğünü inceledikleri çalışmalarında; en yüksek pürüzlülük değerlerinin sırasıyla geleneksel cam iyonomer siman ve yüksek viskoziteli cam iyonomer simanda görüldüğünü rapor etmişlerdir (129). Welbury ve arkadaşları ise kompomer ve cam iyonomer kullanarak gerçekleştirdikleri bir çalışmada, kompomer materyallerinin CİS'e kıyasla daha başarılı olduğunu bildirmiş ve bu sonucu,

kompozitlerin fiziko-mekanik özelliklerinin daha iyi olmasına ve ağız içi ortamda aşınma direncinin daha yüksek olmasına bağlanmıştır (163).

Bilimsel çalışmalar, elde edilen sonuçların istatistiksel olarak anlamlı ve güçlü olduğu sürece klinik uygulamaları yönlendirebilmektedir. Çalışmaların istatistiksel anlamlılığı ve gücü çeşitli analiz yöntemleriyle saptanabilmektedir. Bir çalışmanın yeterli güçte olması için gereken örneklem boyutunun hesaplanması amacıyla, “güç analizi” kullanılmaktadır. Çalışmamıza başlamadan önce yapılan güç analizinde; 0,05 anlamlılık düzeyi ve 0,65 duyarlılıkta deney ve kontrol grubu için en düşük örnek hacmi 10 olarak belirlenmiş ve çalışma sonunda gerçekleşen güç analizi %92 olarak tespit edilmiştir. Çalışmamızda, kullanılan bütün örneklerin başlangıç yüzey pürüzlülüğü kabul edilebilir düzeyde olmasına rağmen, Dyract XP kompozit materyal örnekleri en düşük başlangıç yüzey pürüzlülük değerine sahip materyal olarak belirlendi. Bunun nedenini, materyalin inorganik içeriğinin daha az olması ve diğer materyallere göre daha küçük partiküller içermesiyle açıklamak mümkündür.

En yüksek başlangıç ve ikinci pürüzlülük değerini sergileyen materyalin ise ChemFil Rock yüksek viskoziteli cam iyonomer siman olduğu tespit edildi. Kullandığımız tüm gıda talidi likitleri içerisinde bekletilen yüksek viskoziteli cam iyonomer siman örnekleri, kompozit örneklerine göre daha fazla yüzey pürüzlülüğü göstermiştir. Özellikle sitrik asit içerisinde bekletilen ChemFil Rock örnekleri, en yüksek çözünürlük ve yüzey pürüzlülüğü değerlerini sergilemiştir. Yüksek viskoziteli cam iyonomer siman örneklerinin hem yüzey pürüzlülük değerleri hem de çözünürlük değerlerinin en yüksek olmasını, simanın içeriğindeki cam partiküllerinin büyük olmasına ve heterojen dağılım göstermesine bağlayabiliriz. Ayrıca, silisli hidrojel tabakasının çözünmesi de, cam iyonomer içeriğindeki cam parçacıklarının çözünmesine ve dolayısıyla daha yüksek miktarda çözünürlük ve yüzey pürüzlülüğüne sahip olmasına sebep olarak gösterilebilir.

Diğer monomerlerle kıyaslandığında, rezin matris sistemlerinde TEGDMA içeriğinin artırılmasının materyalin daha yüksek hidrofilik özellik sergilemesine ve su emiliminde artışa neden olduğu bildirilmiştir (164). Zhang ve Xu, monomerlerin organik

çözücülerdeki çözünürlüğünün sudakinden daha yüksek olduğunu bildirmiştir (101). Bununla birlikte, UDMA monomeri içeren materyallerin Bis-GMA bazlı materyallere kıyasla, gıda taklidi likitlerde çözünmeye daha duyarlı oldukları belirtilmiştir (55).

Rezin bazlı materyallerin gıda taklidi likitler içerisindeki çözünürlük miktarını değerlendirdiğimiz çalışmamız da, tüm örnekler arasında en düşük çözünürlük ve pürüzlülük değerlerinin distile su kontrol grubunda gerçekleştiği belirlendi. Bu sonuç, Zhang ve Xu'nun araştırma bulgularıyla uyumludur. Hem BisGMA hem de UDMA monomeri ihtiva eden Z-250 materyali, sadece UDMA içeren G-aenial anterior materyaline göre, yüzey pürüzlülüğü ve çözünürlük açısından daha yüksek değerler sergiledi. Çalışmamızda, Dyract XP kompomer materyalinin en düşük başlangıç pürüzlülük değeri göstermesi de, daha önce sözü edilen araştırma bulgularıyla uyumludur.

Yapılan bazı çalışmalarda, organik çözücülerin rezin esaslı restoratif materyallerde yüzey hasarı oluşturduğu ifade edilmektedir. Literatürde, kompozit rezin materyallerin içeriğindeki Bis-GMA ve UDMA monomerlerinin çözünürlük parametrelerinin, %75'lik etanol çözeltisinin çözünürlük değerine yakın olduğu bilgisi mevcuttur (126, 121). Etanol organik çözücüsü, polimer hasarı gerçekleştirme potansiyeline sahiptir. Resin matrisine tamamen nüfuz edebilmekte ve reaksiyona girmemiş monomerlerin salınımını neden olabilmektedir. Resin matrisinin kısmen çözünmesi, dolgu-matris ara yüzünün bozulmasına neden olmaktadır (121).

Yap ve arkadaşları yaptıkları bir çalışmada, heptan içerisinde bekletilen metakrilat içerikli kompozit rezinlerin yüzey sertliğinde artış olduğunu tespit etmiş ve bu sonucu heptan solüsyonunun oksijen inhibisyon tabakasını azaltması ve silika doldurucuların çözünmesini engellemesine bağlamıştır (92). Voltarelli ve arkadaşları yaptıkları benzer bir çalışmada, heptan solüsyonunun kompozit rezinlerin yüzey pürüzlülüğü üzerindeki etkilerinin istatistiksel olarak anlamlı olmadığını bildirmiştir (165). Eweis ve arkadaşları, heptan solüsyonunun materyallerin yapısındaki silika ve diğer doldurucuların yapıdan ayrılmasını engellediğinden ve heptanın sahip olduğu hidrokarbon yapısı nedeniyle suda çözünmediğinden söz etmiştir (94).

Bizim çalışmamızda ise, heptan solüsyonunun bütün materyallerin yüzey pürüzlülüğünü ve çözünmesini arttırdığı görüldü. En çok, ChemFil Rock yüksek viskoziteli cam iyonomer simanda çözünürlüğe sebep olduğu belirlendi. Heptan solüsyonunun Dyract XP kompomer materyali üzerinde sitrik asitten sonra, diğer materyaller üzerinde ise etanol ve sitrik asitten sonra en yüksek etkiyi gösterdiği belirlendi.

Çalışmamızın sonucunda elde ettiğimiz bulgular değerlendirildiğinde; estetik restoratif materyallerin gıda taklidi likitler karşısında çözünerek yüzey pürüzlülüğünde artış sergiledikleri tespit edilmiştir. Kullanılan materyaller mekanik kuvvetlere maruz kalmadığından, elde edilen sonuçların tamamen solüsyonların kimyasal etkilerinden kaynaklı olduğu söyleyebilir.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

1. Çalışmamızın sonuçlarını incelediğimizde; en düşük başlangıç yüzey pürüzlülük değerinin Dyract XP kompomer materyalinde gerçekleştiği görülmüştür.
2. Restoratif materyaller ağız içi ortamda, gıdaların içeriğindeki kimyasallar maddelere, çiğneme sırasında oluşan kuvvetlere ve devamlı sıcaklık değişimine maruz kalmakta ve dolayısıyla yüzey özellikleri ve çözünürlük değerleri değişkenlik göstermektedir. Çalışmamızda kullandığımız tüm restoratif materyaller, gıda taklidi likitlerden yüzey pürüzlülüğü ve çözünürlük açısından farklı oranlarda etkilenmişlerdir.
3. Tüm materyaller solüsyonlardan etkilenmekle birlikte, Dyract XP materyali heptan solüsyonundan daha fazla etkilenirken, Filtek Z-250 ve G-aenial anterior materyalleri etanolden daha fazla etkilenmişlerdir. Distile su kontrol grubu, diğer tüm deney gruplarına kıyasla en az yüzey pürüzlülüğüne ve çözünürlüğe neden olan solüsyon olarak tespit edilmiştir.
4. Tüm gıda taklidi solüsyonlarda bekletilen materyaller arasında, en yüksek çözünürlük ve pürüzlülük artışı sergileyen materyalin ChemFil Rock yüksek viskoziteli cam iyonomer siman olduğu belirlendi.
5. ChemFill Rock yüksek viskoziteli cam iyonomer siman materyalinde en yüksek yüzey pürüzlülük değer artışına ve çözünürlüğe sebep olan solüsyonun ise sitrik asit olduğu tespit edildi. Bu materyalin sitrik asit içerisindeki çözünme miktarı beklenenin çok ötesinde gerçekleştiğinden, yüzey pürüzlülük artışını AFM cihazıyla değerlendirmek mümkün olmamıştır.
6. Yedi günlük sürenin sonunda, pürüzlülük artışı ve çözünürlük oranlarında anlamlı artış tespit etmemize rağmen, sürenin arttırılmasıyla birlikte etkilenme derecesinin de artacağı düşüncesindeyiz.
7. Çalışmamızda standart kalıplar kullanılarak hazırlanan materyal örnekleri, Soflex diskler kullanılarak cilalanmıştır. Bitirme ve cila işlemlerinin özellikle posterior bölgede yapılmasının zor olması ve çalışmamızdaki gibi düz ve pürüzsüz

yüzeylerin elde edilmesinin her zaman mümkün olmaması, çalışmamızın ağız içi ortamı tam olarak yansıtamayabileceğini düşündürmüştür.

8. Bununla birlikte, çalışmamızda sadece sınırlı sayıda gıda taklidi likidin kullanılmış olması ve materyallerin herhangi bir mekanik kuvvete maruz kalmaması, ağız içi ortamının yeterli düzeyde taklit edilememesine neden olmuştur. Bu sebeple ileride yapılacak çalışmalarda; daha farklı gıda taklidi solüsyonların kullanılmasının, materyallerin ağız içi ortamının taklit edilmesini sağlayacak kuvvetlere maruz bırakılmasının ve sıcaklık değişimlerine tabi tutulmasının daha detaylı sonuçlar verebileceği kanaatindeyiz.

7. KAYNAKÇA

1. Opdam N, et al. 12-year survival of composite vs. amalgam restorations. *Journal of dental research*, 2010; 89(10): 1063-67.
2. Bakir S, Bakir E. P, & Akbiyik, S. Y. Evaluation of the Bond Strength of Resin-Modified Glass Ionomer Enhanced with Bioactive Glass to Composite Resin with Different Dental Adhesive Systems. *Analytical And Quantitative Cytopathology And Histopathology*. 2021; 43: 235-41.
3. Sagmak, S, et al. Comparative evaluation of antimicrobial efficacy and fluoride release of seven different glass-ionomer-based restorative materials. *Oral Health Prev. Dent*. 2020; 18(3): 521-8.
4. Kim, R.J.-Y, et al. Polymerization shrinkage, modulus, and shrinkage stress related to tooth-restoration interfacial debonding in bulk-fill composites. *Journal of dentistry*. 2015; 43(4): 430-9.
5. Drummond, J.L, Degradation, fatigue, and failure of resin dental composite materials. *Journal of dental research*. 2008; 87(8): 710-9.
6. Ekren, O, Özkömr, A, & Gürbüz, C. C. Besin taklidi sıvıların üç farklı geçici kron materyalinin yüzey sertliğine etkisi. *EÜ Dişhek Fak Derg*. 2014; 35: 23-7.
7. Budavari, S, et al. 288 Sodium Lauryl Sulfate. *Dictionary of Contact Allergens: Chemical Structures, Sources, and References*. 2020: 2457.
8. O'Neil, M.J, et al. The merck index-An encyclopedia of chemicals, drugs, and biologicals. whitehouse station, NJ: Merck and Co. Inc. 2001; 767: 4342.
9. Badra, V.V, et al. Influence of different beverages on the microhardness and surface roughness of resin composites. *Oper Dent*. 2005; 30(2): 213-9.
10. Garcia, F.C.P, et al. Evaluation of the roughness and mass loss of the flowable composites after simulated toothbrushing abrasion. *Brazilian oral research*. 2004; 18: 156-61.

11. Hunter G, et al. Measurement of the diffusion of liquids into dental restorative resins by stray-field nuclear magnetic resonance imaging (STRAFI). *Dental Materials*. 2003; 19(7): 632-8.
12. Sonkaya E, Akbiyik SY, Bakir EP, & Bakir Ş. Posterior Direkt Restorasyonlarda Nerede Başarısızlık Yaşıyoruz?. *Düzce Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Dergisi*. 2021; 11 (2): 242-9.
13. Sturdevant, C.M, et al. *Sturdevant's Art & Science of Operative Dentistry*. 2002: Mosby.
14. Puckett, A.D, et al. Direct composite restorative materials. *Dental Clinics of North America*. 2007; 51(3): 659-75.
15. Rueggeberg, F.A, From vulcanite to vinyl, a history of resins in restorative dentistry. *The Journal of prosthetic dentistry*. 2002; 87(4): 364-79.
16. Schulein, T.M, Significant events in the history of operative dentistry. *J Hist Dent*. 2005; 53(2): 63-72.
17. Kruly, P. D. C, Giannini M, Pascotto R. C, Tokubo L. M, Suga U. S. G, Marques, A. D. C. R., & Terada, R. S. S. Meta-analysis of the clinical behavior of posterior direct resin restorations: low polymerization shrinkage resin in comparison to methacrylate composite resin. *PLoS One*. 2018; 13(2); 19-42.
18. Combe E. and F Burke, Contemporary resin-based composite materials for direct placement restorations: packables, flowables and others. *Dental update*. 2000; 27(7): 326-36.
19. Moszner N, et al. A partially aromatic urethane dimethacrylate as a new substitute for Bis-GMA in restorative composites. *Dental Materials*. 2008; 24(5): 694-9.
20. Minguez, N, et al. Advances in the history of composite resins. *Journal of the History of Dentistry*. 2003; 51(3):103-105.

21. Sonkaya E, Kürklü Z. G. B, & Bakır Ş. Effect of Polymerization Time on Residual Monomer Release in Dental Composite: In Vitro Study. International Journal of Polymer Science. 2021.
22. Roberson T, H.O. Heymann, and E.J. Swift Jr. Sturdevant's art and science of operative dentistry. 2006: Elsevier Health Sciences.
23. Hervás García, A., et al., Composite resins: a review of the materials and clinical indications. 2006.
24. Murchison D.F, et al. Direct anterior restorations. Fundamentals of Operative Dentistry: A Contemporary Approach. 3rd ed. Chicago: Quintessence. 2006: 274-279.
25. Karakuyu H. Bulk-fill kompozit rezinler ile geleneksel kompozit rezinlerin klinik olarak karşılaştırılması. 2017.
26. Küçükeşmen Ç, Öztaş D. D, Küçükeşmen H. C, & Erkut S. Farklı ışık kaynakları ile polimerize edilen kompozit, kompomer ve rezin modifiye cam iyonomer siman materyallerinin su emilimi ve suda çözünürlük düzeylerinin incelenmesi. SDÜ Tıp Fakültesi Dergisi. 2007; 14(2): 17-23.
27. Eick J.D, et al. Properties of silorane-based dental resins and composites containing a stress-reducing monomer. Dental Materials. 2007; 23(8): 1011-7.
28. KJ A, Phillips' science of dental materials. St. Louis: WB Saunders. 2003; 596: 41-3.
29. Burgess J, R Walker and J. Davidson. Posterior resin-based composite: review of the literature. Pediatric dentistry. 2002; 24(5): 465-79.
30. Yavuzer S. Farklı rezin simanların porselen dentin arasındaki bağlantı dayanımına etkisinin değerlendirilmesi.
31. Mitra S.B, D Wu, and B.N. Holmes. An application of nanotechnology in advanced dental materials. The Journal of the American Dental Association. 2003; 134(10): 1382-90.

32. ULUAKAY, M., Hüseyin, İ. N. A. N., YAMANEL, K., & ARHUN, N. (2011). Kompozit rezinler ve polimerizasyon büzülmesi. ADO Klinik Bilimler Dergisi, 5(2), 895-902.
33. Santerre J, L Shajii, and B Leung. Relation of dental composite formulations to their degradation and the release of hydrolyzed polymeric-resin-derived products. Critical Reviews in Oral Biology & Medicine. 2001; 12(2): 136-51.
34. Anusavice K.J. and R Phillips. Science of dental materials. St Louis: WB Saunders. 2003; 482.
35. Herv s García A, et al. Resinas compuestas: Revisi n de los materiales e indicaciones clínicas. Medicina Oral, Patolog a Oral y Cirug a Bucal (Internet). 2006; 11(2): 215-20.
36. Ure D. and J Harris, Nanotechnology in dentistry: reduction to practice. Dental update. 2003; 30(1): 10-5.
37. Öztürk  . and B Uludağ, Kompozit Resin Esaslı Yapıştırma Simanları ve Adeziv Simentasyon Tekniğı. TDBD. 2002; 66: 32-9.
38. Bakır E, et al. Dört farklı laminate veneer restorasyon materyalinin mikrosızıntı açısından değerlendirilmesi, Dicle Diş Hek. Derg. 2012; 13: 12-9.
39. Pehlivan N. & Karacaer  . Diş hekimliğinde kullanılan kompozit rezinlerin güçlendirilmesi. Acta Odontologica Turcica. 2014 .31(3): 160-6.
40. Nalbant D, Demirk pr l  H, Nalbant L, & Baran  . Çeşitli Kompozit Resin Esaslı Restorasyon Materyallerinin Dentin Pinlerine Tutunma Değerlerinin Karşılaştırılması. Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi. 2004; 11(1): 47-52.
41. Altun C. Kompozit dolgu materyallerinde son gelişmeler. Gülhane Tıp Dergisi. 2005; 47(1): 77-82.

42. Cekic-Nagas I. and Ergun G. Effect of different light curing methods on mechanical and physical properties of resin-cements polymerized through ceramic discs. *Journal of applied oral science*. 2011; 19(4): 403-12.
43. Knezevic A, et al. Composite photopolymerization with diode laser. *Operative dentistry*. 2007; 32(3): 279-84.
44. Türkoğlu Ö, & Bulut A. C. Geçmişten Günümüze Polimerizasyon Cihazları. *Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*. 2019; 29(4): 683-90.
45. Altun C. Kompozit dolgu materyallerinde son gelişmeler. *Gülhane Tıp Dergisi*. 2005; 47(1): 77-82.
46. Baroudi K. et al. Shrinkage behaviour of flowable resin-composites related to conversion and filler-fraction. *journal of dentistry*. 200; 35(8): 651-5.
47. Karaman E, et al. Clinical evaluation of a nanohybrid and a flowable resin composite in non-carious cervical lesions: 24-month results. *J Adhes Dent*. 2012; 14(5): 485-92.
48. Clelland N.L, et al. Simulated oral wear of packable composites. *Operative Dentistry*. 2003; 28(6): 830-7.
49. Yazici A.R, C Celik and G Ozgunaltay, Microleakage of different resin composite types. *quintessence international-english edition*. 2004: 35: 790-4.
50. Vichi A, C Goracci and M Ferrari. Clinical study of the self-adhering flowable composite resin Vertise Flow in Class I restorations: six-month follow-up. *Int Dent SA*. 2010; 12(1): 14-23.
51. Wajdowicz MN, KS Vandewalle and MT Means. Shear bond strength of new self-adhesive flowable composite resins. *General dentistry* 2012; 60(2): 104-8.
52. Helvatjoglu-Antoniades M et al. The effect of pulse activation on microleakage of a 'packable' composite resin and two 'ormocers'. *Journal of oral rehabilitation*. 2004; 31(11): 1068-74.

53. Kournetas N et al. Marginal and internal adaptation of Class II ormocer and hybrid resin composite restorations before and after load cycling. *Clinical Oral Investigations*. 2004; 8(3): 123-29.
54. Tagtekin DA et al. Selected characteristics of an Ormocer and a conventional hybrid resin composite. *Dental Materials*. 2004; 20(5): 487-97.
55. Yap AU, C Tan and S Chung. Wear behavior of new composite restoratives. *Operative Dentistry-University Of Washington*. 2004; 29: 269-74.
56. Sabbagh J et al. Characterization of the inorganic fraction of resin composites. *Journal of oral rehabilitation*. 2004; 31(11): 1090-101.
57. Beyth N et al. Polyethyleneimine nanoparticles incorporated into resin composite cause cell death and trigger biofilm stress in vivo. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 2010; 107(51): 22038-43.
58. Jokstad A et al. Quality of dental restorations FDI Commission Project 2–95. *International Dental Journal*. 2001; 51(3): 117-58.
59. Manhart J et al. Mechanical properties of new composite restorative materials. *Journal of Biomedical Materials Research: An Official Journal of The Society for Biomaterials, The Japanese Society for Biomaterials, and The Australian Society for Biomaterials and the Korean Society for Biomaterials*. 2000; 53(4): 353-61.
60. Gökçe K. Kompozit restorasyonlarda son gelişmeler. *Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*. 2005; 2005(3): 52-60.
61. Pires-de F.d.C.P. et al. Color stability of silorane-based composites submitted to accelerated artificial ageing-an in situ study. *Journal of Dentistry*. 2011; 39: 18-24.
62. Pérez M.M. et al. Color and translucency in silorane-based resin composite compared to universal and nanofilled composites. *Journal of Dentistry*. 2010; 38: 110-6.

63. Eick J.D. et al. Stability of silorane dental monomers in aqueous systems. *Journal of Dentistry*. 2006; 34(6): 405-10.
64. Van Dijken, J.W. and Sunnegårdh-Grönberg K. Fiber-reinforced packable resin composites in Class II cavities. *Journal of dentistry*. 2006; 34(10): 763-9.
65. Sakaguchi R.L. and J.M. Powers. *Craig's restorative dental materials-e-book*. Elsevier Health Sciences. 2012.
66. Hilton T.J. and E.J. Swift Jr. Properties of packable dental composites. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*. 2001; 13(1): 69.
67. Knobloch L.A. et al. Fracture toughness of packable and conventional composite materials. *The Journal of prosthetic dentistry*. 2002; 88(3): 307-13.
68. Dedeoğlu Y.H. Farklı kalınlıkların ve farklı polimerizasyon sürelerinin bulk fill kompozitlerin mikrosertliğine etkisinin değerlendirilmesi. 2019.
69. Begeç Ö. A. & Bahşi E. Evaluation Of The Clinical Performance Of Different Bulk-Fill Composites According To Clinical Evaluation Criteria. *Annals of Dental Specialty Vol*. 2021; 9(1): 53.
70. Papadogiannis, D et al. Viscoelastic properties, creep behavior and degree of conversion of bulk fil composite resins. *Dental materials*. 2015; 31(12): 1533-41.
71. Onal B, Pamir T. The two-year clinical performance of esthetic restorative materials in noncarious cervical lesions. *J Am Dent Assoc*. 2005; 136(11): 1547-55.
72. GJ. M.. An atlas of glass-ionomer cements. In *A clinician's guide*. Third edition. 2002
73. Brito CR, Velasco LG, Banini GA,Imparato JC, R. D. Glass ionomer cement hardness after different materials for surface protection. *J Biomed Mater Res A*. 2010; 93: 243-6.

74. Kanik Ö. and L.Ş. Türkün. Restoratif Cam iyonomer simanlarda güncel yaklaşımlar. Ege Üniversitesi Dişhekimliği Fakültesi Dergisi. 2016; 37(2): 54-65.
75. Lohbauer U. Dental glass ionomer cements as permanent filling materials?— Properties, limitations future trends. Materials. 2009; 3(1): 76-96.
76. Mousavinasab S. and I. Meyers. Fluoride release and uptake by glass ionomer cements, compomers and Giomers. Research Journal of Biological Sciences. 2009; 4(5): 609-16.
77. Menezes J.P.D.L. A. Rosenblatt and E. Medeiros. Clinical evaluation of atraumatic restorations in primary molars: a comparison between 2 glass ionomer cements. Journal of Dentistry for Children. 2006; 73(2): 91-7.
78. Kim K.L. C. Namgung and B.-H. Cho, The effect of clinical performance on the survival estimates of direct restorations. Restorative Dentistry & Endodontics. 2013; 38(1): 11-20.
79. Sidhu S. Glass-ionomer cement restorative materials: a sticky subject? Australian dental journal. 2011; 56: 23-30.
80. Gökyar S. Fotodinamik antimikrobiyal tedavinin, kompomer restorasyonların süt dişi dentin dokusuna bağlanma kuvvetine ve mikrosızıntısına etkisinin incelenmesi. 2012.
81. Nicholson J.W. and B. Czarnecka. The biocompatibility of resin-modified glass-ionomer cements for dentistry. dental materials. 2008; 24(12): 1702-8.
82. Hübel S. and I. Mejäre. Conventional versus resin-modified glass-ionomer cement for Class II restorations in primary molars. A 3-year clinical study. International journal of paediatric dentistry. 2003; 13(1): 2-8.
83. Chinelatti M. A. Ramos R. P. Chimello, D. T. & Palma-Dibb R. G. Clinical performance of a resin-modified glass-ionomer and two polyacid-modified resin

- composites in cervical lesions restorations: 1-year follow-up. *Journal of oral rehabilitation*. 2004; 31(3): 251-7.
84. Pascon F. M. et al. Clinical evaluation of composite and compomer restorations in primary teeth: 24-month results. *Journal of dentistry*. 2006; 34(6): 381-8.
 85. J Adhes. Resin composite and a nanocomposite: a two-year clinical trial. 2008; 10(5): 399-405.
 86. Molina G.F. et al. Mechanical performance of encapsulated restorative glass-ionomer cements for use with Atraumatic Restorative Treatment (ART). *Journal of Applied Oral Science*. 2013; 21: 243-9.
 87. Fleming G.J. S.M. Kenny and J.E. Barralet. The optimisation of the initial viscosity of an encapsulated glass-ionomer restorative following different mechanical mixing regimes. *Journal of dentistry*. 2006; 34(2): 155-63.
 88. Powers J.M. Craig's restorative dental materials. Mechanical properties. 2006: 51-96.
 89. Hannig M. and C. Hannig. Nanotechnology and its role in caries therapy. *Advances in dental research*. 2012; 24(2): 53-7.
 90. Lyapina M.G. et al. Nano-glass-ionomer cements in modern restorative dentistry. *Journal of IMAB—Annual Proceeding Scientific Papers*. 2016; 22(2): 1160-5.
 91. Guillard V. et al. Evolution of moisture distribution during storage in a composite food modelling and simulation. *Journal of Food Science*. 2003; 68(3): 958-966.
 92. Yap A.U. et al. Effect of food-simulating liquids on the shear punch strength of composite and polyacid-modified composite restoratives. *Operative Dentistry-University Of Washington*. 2003; 28(5): 529-34.
 93. Silva T. M. D. et al. The combined effect of food-simulating solutions, brushing and staining on color stability of composite resins. *Acta Biomaterialia Odontologica Scandinavica*. 2017; .3(1): 1-7.

94. Eweis A.H. et al. Impact of dietary solvents on flexural properties of bulk-fill composites. *The Saudi dental journal*. 2018; 30(3): 232-9.
95. Sahin D. et al. Farklı yapıdaki kompozit rezin materyallerinin su emilimi ve suda çözünürlük değerlerinin karşılaştırılması. *Cumhuriyet Dental Journal*. 2011; 12(1): 22-28.
96. Krüger J. et al. In vitro aging behavior of dental composites considering the influence of filler content, storage media and incubation time. *PLoS One*. 2018; 13(4): 0195160.
97. Biçer C. Ö. et al. Farklı polisaj sistemlerinin estetik kompozit rezinlerin yüzey pürüzlülüğü üzerine etkileri. *Acta Odontologica Turcica*. 2017; 34(2): 77-80.
98. Simonova I. A. et al. Water sorption on composite “silica modified by calcium nitrate”. *Microporous and mesoporous materials*. 2009; 122(1-3): 223-8.
99. Ponomarenko I. V. et al. Synthesis and water sorption properties of a new composite “CaCl₂ confined into SBA-15 pores”. *Microporous and mesoporous materials*. 2010; 129(1-2): 243-50.
100. Mortier E. et al. Importance of water sorption and solubility studies for couple bonding agent--resin-based filling material. *Oper Dent*. 2004; 29(6): 669-76.
101. Zhang L. et al. Rechargeable calcium phosphate orthodontic cement with sustained ion release and re-release. *Scientific Reports*. 2016; 6(1): 1-11.
102. Gajewski V. E. et al Monomers used in resin composites: degree of conversion, mechanical properties and water sorption/solubility. *Brazilian dental journal*. 2012; 23: 508-14.
103. Ardu S. et al. Influence of water sorption on resin composite color and color variation amongst various composite brands with identical shade code: an in vitro evaluation. *Journal of dentistry*. 2011; 39: 37-44.
104. Rahim T. N. A. T.et al. Water sorption characteristics of restorative dental composites immersed in acidic drinks. *Dental Materials*. 2012; 28(6): 63-70.

105. Aykent F. et al. Effect of different finishing techniques for restorative materials on surface roughness and bacterial adhesion. *The Journal of prosthetic dentistry*. 2010; 103(4): 221-7.
106. Park J. et al. The effects of surface roughness of composite resin on biofilm formation of *Streptococcus mutans* in the presence of saliva. *Operative Dentistry*. 2012; 37(5): 532-9.
107. Joniot S. et al. Use of two surface analyzers to evaluate the surface roughness of four esthetic restorative materials after polishing. *Operative dentistry*. 2006; 31(1): 39-46.
108. Janus J. et al. Surface roughness and morphology of three nanocomposites after two different polishing treatments by a multitechnique approach. *Dental Materials*. 2010; 26(5): 416-25.
109. Kakaboura A. et al. Evaluation of surface characteristics of dental composites using profilometry, scanning electron, atomic force microscopy and gloss-meter. *Journal of Materials Science: Materials in Medicine*. 2007; 18(1): 155-63.
110. Sodunke T.R. Microfabricated platforms for epithelial cultures and cell-based assays. 2011.
111. Al-Nazhan S. SEM observations of the attachment of human periodontal ligament fibroblasts to non-demineralized dentin surface in vitro. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*. 2004; 97(3): 393-7.
112. Breschi L. et al. Effects of different acid and sodium hypochlorite treatments on dentin collagen: a FEISEM analysis. *American Journal of Dentistry*. 2003; 16: 77-81.
113. Gadegaard N. Atomic force microscopy in biology: technology and techniques. *Biotechnic & Histochemistry*. 2006; 81(2-3): 87-97.

114. Turssi C. et al. Effect of storage media upon the surface micromorphology of resin-based restorative materials. *Journal of Oral Rehabilitation*. 2002; 29(9): 864-71.
115. Ferracane J.L. Hygroscopic and hydrolytic effects in dental polymer networks. *Dental Materials*. 2006; 22(3): 211-22.
116. Toledano M. et al. Sorption and solubility of resin-based restorative dental materials. *Journal of dentistry*. 2003; 31(1): 43-50.
117. Bosnjak A.P. and P.H.P. D'Alpino. *Materials and Bioactive Factors in Dental Restoration and Periodontal Therapy*.
118. Sarrett D. D. Coletti and A. Peluso. The effects of alcoholic beverages on composite wear. *Dental Materials*. 2000; 16(1): 62-7.
119. Yesilyurt C. et al. Effects of food-simulating liquids on the mechanical properties of a silorane-based dental compoite. *Dental maerials journal*. 2009; 28(3): 362-7.
120. Yap A. et al. Environmental damage and occlusal contact area wear of composite restoratives. *Journal of oral rehabilitation*, 2002; 29(1): 87-97.
121. Yap A. et al. Chemical degradation of composite restoratives. *Journal of Oral Rehabilitation*. 2001; 28(11): 1015-21.
122. Alshali R.Z. et al. Long-term sorption and solubility of bulk-fill and conventional resin-composites in water and artificial saliva. *Journal of dentistry*. 2015; 43(12): 1511-8.
123. Örtengren U. et al. Water sorption and solubility of dental composites and identification of monomers released in an aqueous environment. *Journal of oral rehabilitation*. 2001; 28(12): 1106-15.
124. Hahnel S. et al. Investigation of mechanical properties of modern dental composites after artificial aging for one year. *Operative Dentistry*. 2010; 35(4): 412-419.

125. Genç G. and T. Toz. Rezin kompozitlerin renk stabilitesi ile ilgili bir derleme: Kompozit renklenmelerinin etyolojisi, sınıflandırılması ve tedavisi. 2017.
126. Münchow E. A. et al. Effect of acidic solutions on the surface degradation of a micro-hybrid composite resin. Brazilian dental journal. 2014; 25: 321-6.
127. Alvarez-Gayosso C. et al. Calculation of contraction rates due to shrinkage in light-cured composites. Dental Materials. 2004; 20(3): 228-35.
128. Manhart J, H.Y. Chen and R. Hickel. The suitability of packable resin-based composites for posterior restorations. The Journal of the American Dental Association. 2001; 132(5): 639-45.
129. Eick S. et al. Adherence of Streptococcus mutans to various restorative materials in a continuous flow system. Journal of Oral Rehabilitation. 2004; 31(3): 278-85.
130. Lindberg A, A. Peutzfeldt and J.W. van Dijken. Effect of power density of curing unit, exposure duration, and light guide distance on composite depth of cure. Clinical oral investigations. 2005; 9(2): 71-6.
131. Koupis N.S, et al. Curing depth of (polyacid-modified) composite resins determined by scraping and a penetrometer. Dental materials. 2004; 20(10): 908-14.
132. Price R.B, J. Fahey and C.M. Felix. Knoop microhardness mapping used to compare the efficacy of LED, QTH and PAC curing lights. Operative Dentistry. 2010; 35(1): 58-68.
133. Lopes L.G et al. How light sources and distance of the light tip influence water sorption, solubility, and biaxial flexural strength of a composite resin. General Dentistry. 2010; 58(4): 162-7.
134. Özcan S et al., Bitirme ve parlatma işlemlerinin farklı kompozit rezinlerin yüzey özellikleri üzerine etkileri. Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi. 2012; 29(3): 173-7.

135. Kooi T. et al. Effects of food-simulating liquids on surface properties of giomer restoratives. *Operative Dentistry*. 2012; 37(6): 665-71.
136. Chen M.-H. Update on dental nanocomposites. *Journal of dental research*. 2010; 89(6): 549-60.
137. Özgünaltay G. A. Yazici and J. Görücü. Effect of finishing and polishing procedures on the surface roughness of new tooth-coloured restoratives. *Journal of oral rehabilitation*. 2003; 30(2): 218-24.
138. Korkmaz Y. et al. The influence of one-step polishing systems on the surface roughness and microhardness of nanocomposites. *Operative dentistry*. 2008; 33(1): 44-50.
139. Koh R. et al. Finishing systems on the final surface roughness of composites. *J Contemp Dent Pract*. 2008; 9(2): 138-45.
140. Uctasli M. et al. The effect of different finishing and polishing systems on the surface roughness of different composite restorative materials. *J Contemp Dent Pract*. 2007; 8(2): 89-96.
141. Barbosa S.H. et al. Effect of different finishing and polishing techniques on the surface roughness of microfilled, hybrid and packable composite resins. *Brazilian Dental Journal*. 2005; 16(1): 39-44.
142. Bayrak S. N. Ozalp and Z. Okte. Effects of drinks on solubility of different restorative materials. *Materials Research Innovations*. 2011; 15(2): 83-6.
143. De Paula A. et al. Influence of chemical degradation on the surface properties of nano restorative materials. *Operative dentistry*. 2014; 39(3): 109-17.
144. Honório H.M. et al. Effect of prolonged erosive pH cycling on different restorative materials. *Journal of Oral Rehabilitation*. 2008; 35(12): 947-53.
145. Dos Santos P.A. et al. Chemical and morphological features of dental composite resin: Influence of light curing units and immersion media. *Microscopy research and technique*. 2010. 73(3): 176-81.

146. Örtengren U. et al. Influence of pH and storage time on the sorption and solubility behaviour of three composite resin materials. *Journal of Dentistry*. 2001; 29(1): 35-41.
147. Von Fraunhofer J.A. and M.M. Rogers. Dissolution of dental enamel in soft drinks. *General dentistry*. 2004; 52(4): 308-12.
148. Castro F. et al. Temperature and curing time affect composite sorption and solubility. *Journal of Applied Oral Science*. 2013; 21: 157-62.
149. Giacomelli L. et al. Surface roughness of commercial composites after different polishing protocols: an analysis with atomic force microscopy. *The open dentistry journal*. 2010; 4: 191.
150. Senawongse P. & Pongprueksa P. Surface roughness of nanofill and nanohybrid resin composites after polishing and brushing. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*. 2007; 19(5): 265-73.
151. Tay F.E. S.K. Sikdar and M. Mannan. Topography of the flank wear surface. *Journal of Materials Processing Technology* 2002; 120(1-3): 243-8.
152. Al-Shammery H.A. et al. The use of confocal microscopy to assess surface roughness of two milled CAD–CAM ceramics following two polishing techniques. *Dental materials*. 2007; 23(6): 736-41.
153. Ereifej N. Oweis Y. and G. Eliades. The effect of polishing technique on 3-D surface roughness and gloss of dental restorative resin composites. *Operative Dentistry*. 2012; 38(1): 9-20.
154. Marghalani H. Y. Effect of filler particles on surface roughness of experimental composite series. *Journal of Applied Oral Science*. 2010; 18: 59-67.
155. Jones C. Billington R. and G. Pearson. The in vivo perception of roughness of restorations. *British dental journal*. 2004; 196(1): 42-5.

156. Heintze S. Forjanic M. and Rousson V. Surface roughness and gloss of dental materials as a function of force and polishing time in vitro. *Dental Materials*. 2006; 22(2): 146-65.
157. Turkun L. and M. Turkun. The effect of one-step polishing system on the surface roughness of three esthetic resin composite materials. *Operative Dentistry-University Of Washington*. 2004; 29(2): 203-11.
158. Bansal K. Acharya S.R. and Saraswathi V. Effect of alcoholic and non-alcoholic beverages on color stability and surface roughness of resin composites: An in vitro study. *Journal of conservative dentistry: JCD*. 2012; 15(3): 283.
159. Tanthanuch S. et al. Surface changes of various bulk-fill resin-based composites after exposure to different food-simulating liquid and beverages. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*. 2018; 30(2): 126-35.
160. Sari, M.E. Koyutürk A.E. and Çankaya S. Günlük tüketilen yiyecek ve içeceklerin mine ve dolgu materyallerinin yüzey sertliği ve pürüzlülüğüne etkisi. *Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*. 2010; 20(3): 153-61.
161. Prabhakar A. et al. Effect of surface treatment with remineralizing on the color stability and roughness of esthetic restorative materials. *Archives of Oral Research*. 2009; 5(1).
162. Davidson C.L. Advances in glass-ionomer cements. *Journal of Applied Oral Science*. 2006; 14(SPE): 3-9.
163. Welbury R. et al. Clinical evaluation of paired compomer and glass ionomer restorations in primary molars: final results after 42 months. *British dental journal*. 2000; 189(2): 93-7.
164. Lezaja, M. et al. Effect of hydroxyapatite spheres, whiskers, and nanoparticles on mechanical properties of a model BisGMA/TEGDMA composite initially and after storage. *Journal of Biomedical Materials Research Part B: Applied Biomaterials*. 2013; 101(8): 1469-76.

165. Voltarelli F.R. et al. Effect of chemical degradation followed by toothbrushing on the surface roughness of restorative composites. *Journal of Applied Oral Science*. 2010; 18(6): 585-90.





9. ORJİNALLİK RAPORU

Abdurrahman YALÇIN tez

ORJİNALLİK RAPORU

% 13	% 13	% 5	% 3
BENZERLİK ENDEKSİ	İNTERNET KAYNAKLARI	YAYINLAR	ÖĞRENCİ ÖDEVLERİ

BİRİNCİL KAYNAKLAR

1	acikbilim.yok.gov.tr İnternet Kaynağı	%5
2	acikerisim.dicle.edu.tr İnternet Kaynağı	%2
3	acikerisim.dicle.edu.tr:8080 İnternet Kaynağı	%1
4	Submitted to Baskent University Öğrenci Ödevi	<%1
5	www.erdis.org İnternet Kaynağı	<%1
6	www.acarindex.com İnternet Kaynağı	<%1
7	openaccess.hacettepe.edu.tr:8080 İnternet Kaynağı	<%1
8	dspace.gazi.edu.tr İnternet Kaynağı	<%1
9	iejee.com İnternet Kaynağı	<%1

10	www.openaccess.hacettepe.edu.tr:8080 İnternet Kaynağı	<% 1
11	acikerisim.kku.edu.tr İnternet Kaynağı	<% 1
12	openaccess.acibadem.edu.tr:8080 İnternet Kaynağı	<% 1
13	docs.neu.edu.tr İnternet Kaynağı	<% 1
14	ihslc.mehmetakif.edu.tr İnternet Kaynağı	<% 1
15	acikerisim.akdeniz.edu.tr:8080 İnternet Kaynağı	<% 1
16	docnum.univ-lorraine.fr İnternet Kaynağı	<% 1
17	Submitted to Ankara University Öğrenci Ödevi	<% 1
18	Submitted to Kocaeli Üniversitesi Öğrenci Ödevi	<% 1
19	imdec2019.meetinghand.com İnternet Kaynağı	<% 1
20	Submitted to TechKnowledge Turkey Öğrenci Ödevi	<% 1
21	Submitted to The Scientific & Technological Research Council of Turkey (TUBITAK)	<% 1

22	dergipark.org.tr İnternet Kaynağı	<% 1
23	docplayer.biz.tr İnternet Kaynağı	<% 1
24	www.yumpu.com İnternet Kaynağı	<% 1
25	KAMAK, Hanife, ALKAN, Fehime, OKAY, Tufan Can and ERTEN, Hülya. "Çeşitli içeceklere maruz bırakılan kompozit rezinlerin ağartıcı diş macunu ile fırçalandıktan sonra mikropürüzlülüğünün değerlendirilmesi", Atatürk Üniversitesi, 2013. Yayın	<% 1
26	acikerisim.nku.edu.tr İnternet Kaynağı	<% 1
27	dergipark.ulakbim.gov.tr İnternet Kaynağı	<% 1
28	pinnacle.allenpress.com İnternet Kaynağı	<% 1
29	www.scielo.br İnternet Kaynağı	<% 1
30	ERDEMİR, Ugur, Esra YILDIZ, Meltem Mert EREN, and Sevda OZEL. "Surface hardness of different restorative materials after long-term	<% 1

immersion in sports and energy drinks",
Dental Materials Journal, 2012.

Yayın

31	acikarsiv.ankara.edu.tr İnternet Kaynağı	<% 1
----	--	------

32	mafiadoc.com İnternet Kaynağı	<% 1
----	--	------

33	Juliana Silvério Flausino, Priscilla Barbosa Ferreira Soares, Valessa Florindo Carvalho, Denildo Magalhães et al. "Biofilm formation on different materials for tooth restoration: analysis of surface characteristics", Journal of Materials Science, 2014 Yayın	<% 1
----	--	------

34	Ye, Cui, Zhihe Zhao, Qing Zhao, Xi Du, Jun Ye, and Xing Wei. "Comparison of enamel discoloration associated with bonding with three different orthodontic adhesives and cleaning-up with four different procedures", Journal of Dentistry, 2013. Yayın	<% 1
----	---	------

35	burkonturizm.com İnternet Kaynağı	<% 1
----	--	------

36	dspace.akdeniz.edu.tr İnternet Kaynağı	<% 1
----	--	------

37	hdl.handle.net İnternet Kaynağı	<% 1
----	--	------

38	openaccess.bezmialem.edu.tr İnternet Kaynağı	<% 1
39	tez.sdu.edu.tr İnternet Kaynağı	<% 1
40	www.researchsquare.com İnternet Kaynağı	<% 1
41	Özge Gizem Cabadağ, NİHAN GÖNÜLOL. "The effects of food simulating liquids on surface roughness, hardness, and solubility of bulk fill composites", Research Square, 2019 Yayın	<% 1
42	BARUTCİGİL, Çağatay, KÜRKLÜ, Duygu, BARUTCİGİL, Kubilay and HARORLI, Osman Tolga. "BEYAZLATICI AĞIZ GARGARALARININ KOMPOZİT REZİNİN YÜZEY PÜRÜZLÜLÜĞÜ ÜZERİNE ETKİLERİNİN İNCELENMESİ", Atatürk Üniversitesi, 2014. Yayın	<% 1
43	Neslihan TEKÇE, Mustafa DEMİRCİ, Kaşad PALA, Seda AYDEMİR, Safa TUNCER, Emre ÖZEL, Hale KARAKUYU, Sibel BALCI. "The Effect of Alcohol Rate of Beer on the Surface Roughness of Composite", Türkiye Klinikleri Journal of Dental Sciences, 2016 Yayın	<% 1
44	Sunay Fırat, Mehmet Aykut Erk. "Adli Bir Sorumluluk: Denetimli Serbestlik Personelinin	<% 1

Karar Verme Stratejileri ve Problem Çözme
Becerilerinin Değerlendirilmesi", The Bulletin
of Legal Medicine, 2020

Yayın

- 45 YIKILGAN, İhsan, GÜREL, Mügem Aslı, BALA, Oya and ÖMÜRLÜ, Hüma. "Farklı estetik restoratif materyallerin su emilimi ve suda çözünürlülüklerinin karşılaştırılması", Gazi Üniversitesi, 2010.

Yayın

<% 1

- 46 www.selcukmedj.org
İnternet Kaynağı

<% 1

Alıntıları çıkart

Kapat

Eşleşmeleri çıkar

< 5 words

Bibliyografyayı Çıkart üzerinde