



TÜRKİYE CUMHURİYETİ
DİCLE ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ

**FARKLI SOLÜSYONLARIN GÜNCEL POSTERİOR
KOMPOZİTLERİN YÜZEY YAPISI VE ÇÖZÜNÜRLÜKLERİNE
ETKİSİ**

Dt. Özgün KOKOZ ÇİTAKER
UZMANLIK TEZİ

RESTORATİF DİŞ TEDAVİSİ ANABİLİM DALI

DANIŞMAN
Doç. Dr. Elif Pınar BAKIR

DİYARBAKIR-2023



TÜRKİYE CUMHURİYETİ
DİCLE ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ

**FARKLI SOLÜSYONLARIN GÜNCEL POSTERİOR
KOMPOZİTLERİN YÜZEY YAPISI VE ÇÖZÜNÜRLÜKLERİNE
ETKİSİ**

Dt. Özgün KOKOZ ÇİTAKER
UZMANLIK TEZİ

RESTORATİF DİŞ TEDAVİSİ ANABİLİM DALI

DANIŞMAN
Doç. Dr. Elif Pınar BAKIR

DİYARBAKIR-2023

ONAY

**T.C.
DİCLE ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ
RESTORATİF DİŞ TEDAVİSİ ANABİLİM DALI**

Dicle Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Uzmanlık Öğrencisi Özgün KOKOZ ÇİTAKER' in “ **FARKLI SOLÜSYONLARIN GÜNCEL POSTERİOR KOMPOZİTLERİN YÜZEY YAPISI VE ÇÖZÜNÜRLÜKLERİNE ETKİSİ** ” başlıklı tezi tarafımızdan incelenmiş; amaç, kapsam ve kalite yönünden Diş Hekimliği Fakültesi Uzmanlık Bitirme Tezi olarak kabul edilmiştir.

DİYARBAKIR / 17.03.2023

Tez Danışmanı

Ünvanı Adı Soyadı: Doc. Dr. Elif Pınar BAKIR
İmzası

Anabilim Dalı Başkanı

Ünvanı Adı Soyadı: Doc. Dr. Elif Pınar BAKIR
İmzası

Yukarıdaki tez, Dicle Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dekanlığı tarafından17/03/2023....tarihinde onaylanmıştır.

Prof. Dr. Belgin GÜLSÜN
Diş Hekimliği Fakültesi Dekanı
İmzası

Bu tez tarafımızca okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından bir ‘Uzmanlık’ tezi olarak kabul edilmiştir.

Tez Jürisi

İmzası

Doc. Dr. Elif Pınar BAKIR

.....

Doc. Dr. Şeyhmus BAKIR

.....

Prof. Dr. Arzum GÜLER DOĞRU

.....



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 olmadığı beyan ederim.

17/03/2023

Özgün KOKOZ ÇİTAKER

TEŞEKKÜR

Uzmanlık eğitimim süresince her alanda desteğini ve güvenini benden esirgemeyen, hem tez çalışmamda hem de uzmanlık eğitimimde bilgi ve deneyimlerini benimle paylaşan, örnek aldığım değerli danışman hocam Doc. Dr. Elif Pınar BAKIR'a;

Uzmanlık eğitimimde bilgi ve tecrübelerini benimle daima paylaşan, bana olan desteğini ve güvenini hissettiğim değerli bölüm hocam Doc. Dr. Şeyhmus BAKIR'a;

Mesleki anlamda beni her zaman destekleyen, zorlandığım anlarda her zaman elimden tutan hayat arkadaşım değerli eşim Uzm. Dt. Mete ÇİTAKER'e

Her zaman yanımda olan, beni her anlamda destekleyen, yardımlarını hiçbir zaman esirgemeyen, haklarını asla ödeyemeyeceğim, bugün olduğum insan olmamı sağlayan sevgili annem Sevil ÇEVİKSOY KOKOZ'a, kardeşim Aygün KOKOZ'a ve her zaman yanımda olduğunu bildiğim sevgili babam Şahin KOKOZ'a;

Uzmanlık eğitimim süresince ve tez çalışmamın bütün aşamalarında yanımda olan, devamlı fikir alışverişinde bulunduğumuz ve tecrübelerimizi paylaştığımız sevgili eşkıdemim Dt. Gamze POLAT'a;

Uzmanlık eğitimimi keyifli kılan ve Diyarbakır'da ikinci ailem olan sevgili arkadaşlarım Uzm. Dt. Ebrîşim Nur Doğan, Uzm. Dt. Ahmet Mazlum Birtane, Dt. Eren Kübra Celep, Uzm. Dt. Funda Pekiylmaz, Dt. Esra Köksoy Elmas'a,

Sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

ONAY	i
BEYAN	iii
TEŞEKKÜR.....	iv
İÇİNDEKİLER	v
TABLOLAR LİSTESİ.....	ix
ŞEKİLLER LİSTESİ	xi
RESİMLER LİSTESİ	xiii
KISALTMALAR ve SİMGELER LİSTESİ.....	xvi
1. ÖZETLER.....	xviii
1.1. Türkçe Özet	xviii
1.2. Abstract	xx
2. GİRİŞ ve AMAÇ	1
3. GENEL BİLGİLER	3
3.1. Kompozit Resinler	3
3.1.1. Tarihçesi	3
3.2. Kompozit Resinlerin Endikasyon ve Kontrendikasyonları.....	5
3.3. Kompozit Resinlerin Yapısı.....	5
3.3.1. Organik matriks.....	6
3.3.2. Ara bağlayıcılar	8

3.3.3. İnorganik doldurucular (Dağılan Faz).....	8
3.4. Kompozit Rezinlerde Sınıflandırma.....	10
3.4.1. İnorganik partiküllerin büyüklüğüne/tipine göre sınıflandırılması	11
3.4.1.1. Makro dolduruculu kompozit rezinler	12
3.4.1.2. Mikro dolduruculu kompozitler rezinler.....	12
3.4.1.3. Hibrit kompozit rezinler	13
3.4.1.4. Nano dolduruculu kompozit rezinler	14
3.4.1.5. Fiber destekli kompozit rezinler	14
3.4.2. Kompozit rezin esaslı dolgu maddelerinin viskozitelerine göre sınıflandırılması.....	15
3.4.2.1. Kondanse edilebilir kompozit rezin materyaller	15
3.4.2.2. Akışkan kompozit rezin materyaller	16
3.4.3. Kompozit rezinlerin polimerizasyon şekillerine göre sınıflandırılması	16
3.4.3.1. Kimyasal sertleşme (Otopolimerizasyon).....	16
3.4.3.2. UV ışıqla polimerize olan kompozitler	17
3.4.3.3. Işıqla polimerize olan kompozitler	17
3.4.3.4. Dual-Cure kompozitler	18
3.5. Kompozit Rezinlerde Bitirme ve Cilalama Prosedürleri.....	18
3.6. Kompozit Restorasyonların Başarısını Etkileyen Kriterler	19
3.7. Yapay Yaşlandırma Yöntemleri	20
3.7.1. Termal siklus	20

3.7.2. Gıdaları taklit eden sıvılar	21
3.7.2.1. Sitrik asit ($C_6H_8O_7$)	22
3.7.2.2. Laktik asit ($C_3H_6O_3$)	23
3.7.2.3. Tartarik asit($C_4H_6O_6$)	24
3.8. Kompozit Resinlerin Fiziksel-Mekanik Özellikleri ve Test Yöntemleri	25
3.8.1. Su emilimi ve suda çözünürlük özellikleri	25
3.8.2. Yüzey pürüzlülüğü	26
3.8.2.1.Yüzey pürüzlülüğü ölçüm yöntemleri.....	27
3.8.3. Yüzey sertliği	28
4. GEREÇ ve YÖNTEM.....	29
4.1. Kullanılan Materyal ve Cihazların Belirlenmesi.....	29
4.2. Örneklerin Hazırlanması	31
4.3. Bitirme ve Parlatma Prosedürü.....	32
4.4. Solüsyonların Temini ve Hazırlanması	32
4.5. Suda Çözünürlüğün Hesaplanması ve Yüzey Pürüzlülüğünün Tespiti.....	33
5. İSTATİSTİKSEL ANALİZ	37
6. BULGULAR.....	38
6.1. Çözünürlük Miktarı	38
6.1.1. Ağırlık Miktarının Gruplar Arası Farklılıkları;	38
6.1.2. Çözünürlük Miktarı Grup İçi Farklılıkları;	43
6.1.3. Çözünürlük Miktarı Değerlerinin Gruplar Arası Farklılıkları;.....	44

6.2. RA Ölçüm Değerleri	47
6.2.1. RA Ölçüm Değerlerinin Gruplar Arası Farklılıkları;.....	47
6.2.2. RA Ölçüm Değerlerinin Grup İçi Farklılıkları;.....	54
6.2.3. RA Değişimlerinin (Farkların) Gruplar Arası Farklılıkları;.....	61
7. TARTIŞMA	64
8. SONUÇ VE ÖNERİLER	79
9. KAYNAKLAR	80
EKLER.....	93
EK-1. ORJİNALLİK RAPORU	93
.....	93
ÖZGEÇMİŞ	98

TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo 1. Başlıca meyveler, pH aralıkları ve içerdikleri majör asitler	22
Tablo 2. Çalışmamızda kullanılan kompozit rezin materyaller	29
Tablo 3. Çalışmada kullanılan solüsyonlar	33
Tablo 4. Ağırlık miktarı bakımından kompozitler arasındaki farklılığa ilişkin analiz sonucu.....	38
Tablo 5. Kompozit ayırımında çözünürlük miktarı bakımından solüsyonlar arası farklılığa ilişkin analiz sonucu	39
Tablo 6. Solüsyon ayırımında ağırlık miktarı bakımından kompozitler arasındaki farklılığa ilişkin analiz sonucu	41
Tablo 7. Kompozit ve solüsyon ayırımında çözünürlük miktarı bakımından zamanlar arasındaki farklılığa ilişkin analiz sonucu	43
Tablo 8. Kompozit ayırımında çözünürlük miktarı değerleri bakımından solüsyonlar arasındaki farklılığa ilişkin analiz sonucu	44
Tablo 9. Solüsyon ayırımında çözünürlük miktarı değerleri bakımından kompozitler arasındaki farklılığa ilişkin analiz sonucu	45
Tablo 10. RA ölçüm değerleri bakımından kompozitler arasındaki farklılığa ilişkin analiz sonuçları.....	47
Tablo 11. RA ölçüm değerleri bakımından solüsyonlar arasındaki farklılığa ilişkin analiz sonuçları.....	48
Tablo 12. Kompozitlerin ayırımında Ra ölçüm değerleri bakımından solüsyonlar arasındaki farklılığa ilişkin analiz sonuçları	49
Tablo 13. Solüsyon ayırımında RA ölçüm değerleri bakımından kompozitler arasındaki farklılığa ilişkin analiz sonucu.....	52

Tablo 14. Kompozitler ve solüsyonlar için RA ölçüm değerleri bakımından zamanlar arasındaki farklılığa ilişkin analiz sonucu 54

Tablo 15. Kompozit ayrımında 1. gündeki RA değişim (başlangıca göre fark) değerleri bakımından solüsyonlar arasındaki farklılığa ilişkin analiz sonucu 61

Tablo 16. Kompozit ayrımında 7. gündeki RA değişim (başlangıca göre fark) değerleri bakımından solüsyonlar arasındaki farklılığa ilişkin analiz sonucu 62



ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1. Kompozitlerin organik yapısında bulunan bileşenlerin açık formülleri (28).....	7
Şekil 2. Kompozit rezinlerin çeşitli özelliklerine göre sınıflandırılması (48)	11
Şekil 3. Sitrik asit.....	22
Şekil 4. Asitlerin pH değerleri	23
Şekil 5. Laktik asit	23
Şekil 6. Tartarik asit.....	24
Şekil 7. AFM'nin çalışma modları (a) kontakt mod (b) non-kontakt mod (c) vürmalı mod (113).....	28
Şekil 8. Kompozitler arasında çözünürlük miktarı bakımından solüsyonlara göre farklılıklar.....	40
Şekil 9. Kompozitlerin ve solüsyonların çözünürlük miktarı bakımından grup içi farklılıkları.....	44
Şekil 10. Kompozitler için başlagıç RA ölçüm değerleri bakımından solüsyonlardaki farklılıklar	50
Şekil 11. Kompozitler için 1.gün RA ölçüm değerleri bakımından solüsyonlardaki farklılıklar.....	51
Şekil 12. Kompozitler için 7.gün RA ölçüm değerleri bakımından solüsyonlardaki farklılıklar.....	51
Şekil 13. G-AENİAL POSTERİOR kompozit için RA ölçümü değışim değerleri bakımından solüsyonlardaki farklılıklar	63

Şekil 14. CLEARFIL MAJESTY Posterior kompozit için RA ölçümü değişim değerleri bakımından solüsyonlardaki farklılıklar 63

Şekil 15. ESTELİTE SİGMA QUICK kompozit için RA ölçümü değişim değerleri bakımından solüsyonlardaki farklılıklar 63



RESİMLER LİSTESİ

Resim 1. Fiber destekli kompozit rezin	15
Resim 2. Günümüzde kompozit polimerizasyonu için kullanılan ışıık cihazlarına bir örnek	18
Resim 3. Çalışmada kullanılan kompozit rezinler	29
Resim 4. Numunelerin bekletildiğı etüv cihazı ve hassas terazi	30
Resim 5. Ölçüm sırasında kullanılan mikroskop.....	30
Resim 6. Ölçüm sırasında kullanılan SEM cihazı ve numuneler	31
Resim 7. Kullanılan diğler malzeme ve cihazlar	31
Resim 8. Örnek hazırlamada kullanılan plastik kalıp ve hazırlanan örnekler	32
Resim 9. Çalışmamızda kullanılan solüsyonlar.....	33
Resim 10. G-AENİAL POSTERİOR 1 başlangıç ve LAKTİK ASİT içerisinde bekletme sonrası AFM görüntüleri	55
Resim 11. G-AENİAL POSTERİOR 2 başlangıç ve TARTARİK ASİT içerisinde bekletme sonrası AFM görüntüleri	55
Resim 12. G-AENİAL POSTERİOR 3 başlangıç ve SİTRİK ASİT içerisinde bekletme sonrası AFM görüntüleri	55
Resim 13. G-AENİAL POSTERİOR 4 başlangıç ve DİSTİLE SU içerisinde bekletme sonrası AFM görüntüleri	55
Resim 14. CLEARFIL MAJESTY POSTERİOR başlangıç ve LAKTİK ASİT içerisinde bekletme sonrası AFM görüntüleri.....	56
Resim 15. CLEARFIL MAJESTY POSTERİOR başlangıç ve TARTARİK ASİT içerisinde bekletme sonrası AFM görüntüleri.....	56

Resim 16. CLEARFIL MAJESTY POSTERİOR başlangıç ve SİTRİK ASİT içerisinde bekletme sonrası AFM görüntüleri.....	56
Resim 17. CLEARFIL MAJESTY POSTERİOR başlangıç ve DİSTİLE SU içerisinde bekletme sonrası AFM görüntüleri.....	56
Resim 18. ESTELİTE SİGMA QUICK başlangıç ve LAKTİK ASİT içerisinde bekletme sonrası AFM görüntüleri	57
Resim 19. ESTELİTE SİGMA QUICK başlangıç ve TARTARİK ASİT içerisinde bekletme sonrası AFM görüntüleri.....	57
Resim 20. ESTELİTE SİGMA QUICK başlangıç ve SİTRİK ASİT içerisinde bekletme sonrası AFM görüntüleri	57
Resim 21. ESTELİTE SİGMA QUICK başlangıç ve DİSTİLE SU içerisinde bekletme sonrası AFM görüntüleri	57
Resim 22. G-AENİAL POSTERİOR 1 başlangıç ve LAKTİK ASİT içerisinde bekletme sonrası SEM görüntüleri.....	58
Resim 23. G-AENİAL POSTERİOR 2 başlangıç ve TARTARİK ASİT içerisinde bekletme sonrası SEM görüntüleri.....	58
Resim 24. G-AENİAL POSTERİOR 3 başlangıç ve SİTRİK ASİT içerisinde bekletme sonrası SEM görüntüleri.....	58
Resim 25. G-AENİAL POSTERİOR 4 başlangıç ve DİSTİLE SU içerisinde bekletme sonrası SEM görüntüleri.....	58
Resim 26. CLEARFIL MAJESTY POSTERİOR başlangıç ve LAKTİK ASİT içerisinde bekletme sonrası SEM görüntüleri	59
Resim 27. CLEARFIL MAJESTY POSTERİOR başlangıç ve TARTARİK ASİT içerisinde bekletme sonrası SEM görüntüleri	59

Resim 28. CLEARFIL MAJESTY POSTERİOR başlangıç ve SİTRİK ASİT içerisinde bekletme sonrası SEM görüntüleri 59

Resim 29. CLEARFIL MAJESTY POSTERİOR başlangıç ve DİSTİLE SU içerisinde bekletme sonrası SEM görüntüleri 59

Resim 30. ESTELİTE SİGMA QUICK başlangıç ve LAKTİK ASİT içerisinde bekletme sonrası SEM görüntüleri..... 60

Resim 31. ESTELİTE SİGMA QUICK başlangıç ve TARTARİK ASİT içerisinde bekletme sonrası SEM görüntüleri..... 60

Resim 32. ESTELİTE SİGMA QUICK başlangıç ve SİTRİK ASİT içerisinde bekletme sonrası SEM görüntüleri..... 60

Resim 33. ESTELİTE SİGMA QUICK başlangıç ve DİSTİLE SU içerisinde bekletme sonrası SEM görüntüleri..... 60

Resim 34. Estelite Sigma Quick Kompozit 30.000 büyütmedeki görüntüsü 61

KISALTMALAR ve SİMGELER LİSTESİ

Kısaltmalar	Açıklamalar
DÜBTAM	: Dicle Üniversitesi Bilimsel Araştırma ve Teknoloji Merkezi
g	: Gram
Hz	: Hertz
ISO	: Uluslararası Standart Organizasyonu
J/cm²	: Joule / santimetrekaire
kg	: Kilogram
LED	: Light-emitting diode
m	: Örnek ağırlığı
MDP	: 10-Metakriloiloksidetil dihidrojen fosfat
mg	: Miligram
mJ/cm²	: Milijoule / santimetrekaire
ml	: Mililitre
mm	: Milimetre
mm²	: Milimetrekaire
MMA	: Metil metakrilat
MPS	: 3-metakriloksipropiltrimetoksi silan
MPTS	: 3-metakrilloksipropiltrimetoksisilan
mW/cm²	: Miliwatt / santimetre kare
nm	: Nanometre
OTMS	: Oktiltrimetoksisilan
p	: İstatistiksel anlamlılık düzeyi
Pa	: Forforik asit
pH	: Hidrojenin gücü veya potansiyel hidrojen
PMMA	: polimetil metakrilat
r	: Korelasyon katsayısı
Ra	: Aritmetik Pürüzlülük Ortalaması
SEM	: Taramalı elektron mikroskobu
sn	: Saniye

Kısaltmalar	Açıklamalar
TEGDMA	: Trietilen glikol dimetakrilat
UDMA	: Üretan dimetakrilat
UDMS	: üretan dimetakrilat silan
V	: Örnek hacmi
Ws	: Suda çözünürlük
µg/m_m3	: Mikrogram / milimetreküp
µm	: Mikrometre

Simgeler	Açıklamalar
%	: Yüzde
(BzO)₂	: Benzoil peroksit
±	: Artı, eksi işareti
°C	: Derece Santigrat
2D	: 2 boyutlu
3D	: 3 boyutlu
AFM	: Atomik kuvvet mikroskobu
Bis-EMA	: Etoksile bisfenol A dimetakrilat
Bis-GMA	: Bisfenol A glisidil metakrilat
C₃H₆O₃	: Laktik asit
C₄H₆O₆	: Tartarik asit
C₆H₈O₇	: Sitrik asit
µg	: Mikrogram
µl	: Mikrolitre

1. ÖZETLER

Farklı Solüsyonların Güncel Posterior Kompozitlerin Yüzey Yapısı ve Çözünürlüklerine Etkisi

Öğrencinin Adı ve Soyadı : Dt. Özgün KOKOZ ÇİTAKER

Danışmanı : Doc. Dr. Elif Pınar BAKIR

Anabilim Dalı : Restoratif Diş Tedavisi

1.1. Türkçe Özet

Amaç: Çalışmamızın amacı; günlük rutin beslenme sonucu ağız içi ortama alınan farklı asidik sıvıların; posterior restorasyonlarda kullanılan güncel kompozitlerin yüzey özellikleri ve çözünürlükleri üzerine etkisinin, Atomik kuvvet mikroskobu (Atomic Force Microscopy- AFM) ve Taramalı Elektron Mikroskobu (Scanning Electron Mycroscope- SEM) kullanarak değerlendirilmesi, aynı zamanda hassas terazi kullanımı ile çözünen madde kaybının tespit edilmesidir.

Gereç ve Yöntem: Çalışmamızda; bir adet mikrohibrit Clearfil Majesty Posterior (Kuraray , Okayama, Japonya) kompozit rezin bir adet supra-nano hibrit Estelite Sigma Quick (Tokuyama, Tokyo, Japonya) kompozit rezin, bir adet mikrohibrit kompozit rezin G-Aenial Posterior (GC Corporation, Tokyo, Japonya) olmak üzere Restoratif Diş Tedavisinde sıklıkla tercih edilen güncel üç farklı kompozit rezin materyal kullanılmıştır. Tüm kompozit örnekleri iki mm derinliğinde ve sekiz mm çapındaki plastik kalıplarda üretici firmanın önerileri doğrultusunda toplamda 84 adet olacak şekilde hazırlanmıştır. Kompozit rezinlerin içerisinde bekletileceği solüsyonlar %15 lik tartarik asit, %85'lik laktik asit ve %10'luk sitrik asit ve distile su olarak belirlenmiş; örnekler dört farklı likit içerisinde yedi gün süreyle bekletilmiştir. Çalışmamızda hazırlanan kompozit disk örneklerinin suda çözünürlük seviyelerini belirlemek üzere, ISO 4049:2009 spesifikasyonunda bildirilen standart formül temel alınmıştır. Örneklerin yüzey pürüzlülük değerleri AFM cihazı ile ölçülmüş; pürüzlenen yüzeyler SEM cihazı ile görüntülenmiştir.

Bulgular: AFM ve SEM cihazı kullanarak yaptığımız çalışmamızda en düşük başlangıç/son yüzey pürüzlülük değerinin G-eanial posterior kompozit rezin grubu materyalinde gerçekleştiği görülmüştür. Kullanılan tüm kompozitler solüsyonlardan etkilenmekle beraber, laktik asit ve tartarik asit solüsyonunda bekletilen Clearfil Majesty Posterior grubu kompozitlerin çözünürlük miktarı değeri Estelite Sigma Quick ve G-Aenial Posterior grubu kompozitlere göre anlamlı derecede yüksek çıktığı tespit edilmiştir. ($p<0,005$)

Sonuç: Oral kavite, farklı içsel ve dışsal faktörlerin etkisiyle restoratif materyallerin estetiğini, işlevini ve uzun ömürlülüğünü tehlikeye atabileceği karmaşık bir ortamdır. Bu açıdan önemli bir paya sahip olan “beslenme alışkanlıkları” kompozit rezinler üzerinde çözünürlük ve yüzey yapısı değişikliklerine olmaktadır. Çalışmamızda kullandığımız tüm kompozit rezin materyallerin asidik likitlerden yüzey pürüzlülüğü ve çözünürlük açısından farklı oranlarda etkilendiği görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Kompozit Resin, Yüzey Pürüzlülüğü, Çözünürlük, Asidik Likitler, Diyet

The Effect of Different Solutions on the Surface Structure and Solubility of Current Posterior Composites

Student's Surname and Name : Dt. Özgün KOKOZ ÇİTAKER

Adviser of Thesis : Assoc. Prof. Dr. Elif Pınar BAKIR

Department : Restorative Dentistry

1.2. Abstract

Aim: The aim of our study was to evaluate the effects of different acidic liquids taken into the oral environment as a result of daily routine nutrition on the surface properties and solubility of current composites used in posterior restorations, using Atomic Force Microscopy (AFM) and Scanning Electron Microscope-SEM. At the same time, it is to detect the loss of solute with the use of precision balances.

Material and Method: In our study; one microhybrid Clearfil Majesty Posterior (Kuraray , Okayama, Japan) composite resin one supra-nano hybrid Estelite Sigma Quick (Tokuyama, Tokyo, Japan) composite resin, one microhybrid composite resin G-Aenial Posterior (GC Corporation, Tokyo, Japan) Three different brands of composite resin materials, which are frequently preferred in Restorative Dentistry, were used. All composite samples were polymerized in plastic molds with a depth of two mm and a diameter of eight mm, in line with the recommendations of the manufacturer, and prepared in a total of 84 pieces. The solutions in which the composite resins will be kept were determined as 15% tartaric acid, 85% lactic acid and 10% citric acid and distilled water; the samples were kept in four different liquids for seven days. In order to determine the water solubility levels of the composite disc samples prepared in our study, the standard formula reported in the ISO 4049:2009 specification was taken as basis. The surface roughness values of the samples were measured with the AFM ; the roughened surfaces were visualized with the SEM .

Results: In our study using AFM and SEM, the lowest initial/final surface roughness value was observed in the material of the G-eanial posterior composite resin group.

Although all composite resin materials used are affected by the solutions, the solubility value of Clearfil Majesty Posterior composites kept in lactic acid and tartaric acid solution was found to be meaningfully higher than Estelite Sigma Quick and G-Aenial Posterior composites. ($p<0.005$)

Conclusion: The oral cavity is a complex environment where different intrinsic and extrinsic factors can compromise the aesthetics, function and longevity of restorative materials. In this respect, "nutrition habits", which have an important share, cause solubility and surface structure changes on composite resins. It was observed that all composite resin materials we used in our study were affected by acidic liquids at different rates in terms of surface roughness and solubility.

Key words: Composite Resin, Surface Roughness, Solubility, Acidic Liquids, Diet

2. GİRİŞ ve AMAÇ

Diş hekimleri tarafından sağlanan ağız sağlığı hizmetlerinin büyük bir bölümünü oluşturan operatif diş hekimliği, günümüz diş hekimliği uygulamalarının temel dayanaklarından biridir. Operatif diş hekimliği, çürüklerin önlenmesi ve teşhisi, hastalıklı/hasarlı dişlerin restorasyonu ve daha önce restore edilmiş dişlerin takibi, korunması, onarımı ve bakımını içerir (1).

Çeşitli nedenlerle hasar görmüş dişlerin işlevini ve estetiğini geri kazandırmak amacıyla, dental biyomateryaller kullanılarak yapılan direkt restorasyonlar tedavi seçeneklerindendir (2). Özellikle adeziv bağlı rezin bazlı kompozit restorasyonlar, cam iyonomer içerikli ürünler, fiber ve seramik destekli yeni nesiller olmak üzere, farklı üreticiler tarafından çok çeşitli malzemeler önerilmektedir (3).

Günümüzde artık popülaritesini yavaş yavaş geçerli sebeplerden dolayı kaybeden dental amalgam, geleneksel olarak dünyanın birçok ülkesinde , çürükten etkilenen özellikle arka dişlerin restorasyonunda hala yaygın olarak kullanılan bir materyaldir. Dental amalgamın popülaritesi, uygulama kolaylığı, klinik hizmette öngörülebilir performansı ve düşük maliyeti gibi avantajlarından kaynaklanmaktadır (4).

Amalgam kullanımının aksine, klinik hizmette dental amalgam kadar iyi performans gösterdiği giderek daha fazla görülen kompozit rezin materyallerin kullanımı, posterior dişlerin restorasyonunda minimal müdahale yaklaşımlarının benimsenmesine olanak tanımaktadır (5).

Kompozit restorasyonların posterior restoratif materyal olarak kullanımı, materyal iyileştirmesinin bir sonucu olarak son on yılda belirgin şekilde artmıştır. Ancak kompozit restorasyonlarda polimerizasyon büzülmesi ve marjinal adaptasyon, ağız likitlerinde çözünme, zaman içinde yüzey pürüzlülüğünde artış kaçınılmaz problemler olmaya devam etmektedir (1). Ağız ortamında bulunan asitlerin etkisi dişlerde dental erozyon görülürken, kompozit restorasyonlarda yüzey pürüzlülüğü ve çözünme gözlenmektedir (4, 5). Olası sorunlar için gerekli önlemlerin alınması, kompozit restorasyonların uzun ömürlü olması için önemlidir (6).

Bu bakış açısıyla, rezin kompozit restorasyonların davranışını tahmin etmek amacıyla çözünürlük ve tükürük absorpsiyon fenomenini anlamak büyük önem taşımaktadır. Resin kompozitler tarafından emilen likitler, malzemenin kimyasal bozulmasına neden olabilmekte ve doldurucu polimerik matriksin bozulmasına aynı zamanda artık monomer salınımı gibi çeşitli dezavantajlara yol açabilmektedir (7).

Restorasyonların iyi klinik performansı, klinisyenlerin başarması gereken ana odak noktalarından biridir. İçsel ve dışsal faktörlerin etkisiyle çeşitli asitlere maruz kalınması sonucunda dişlerde aşınma görülürken, kullanılan restoratif materyallerin de etkilendiği kabul edilmektedir (8-11).

Klinik deneyimlere dayanarak, normal ağız koşullarını taklit eden yapay/asidik likitlere maruz kalan restoratif materyallerin değişimini değerlendirmek için çeşitli araştırmalar yapılmıştır. Bu çalışmalar genellikle çözünürlüğü içeren bir yüzey azalmasının yanı sıra pürüzlülüğün de arttığını göstermektedir (2).

Çalışmamızın amacı; günlük rutin beslenme sonucu ağız içi ortama alınan farklı asidik sıvıların; posterior restorasyonlarda kullanılan güncel kompozitlerin yüzey özellikleri ve çözünürlükleri üzerine etkisinin, Atomik kuvvet mikroskobu (Atomic Force Microscopy- AFM) ve Taramalı Elektron Mikroskobu (Scanning Electron Mycroscope- SEM) kullanarak değerlendirilmesi, aynı zamanda hassas terazi kullanımı ile çözünen madde kaybının tespit edilmesidir.

3. GENEL BİLGİLER

Periodontal hastalıkla birlikte en sık görülen ağız patolojilerinden biri olan diş çürüğü, diş kayıplarının ana nedenini temsil etmektedir (12). Bu süreç, mineral bileşeni olan hidroksiapatitin kaybına yol açan dişin sert yüzeyinin enfeksiyonuna karşılık gelir (13).

Adeziv bonding restorasyonlar, diş hekimliğinde devrim yaratarak amalgam restorasyonlara kıyasla daha konservatif ve estetik prosedürlere imkan tanımıştır. Adeziv diş hekimliği kavramı 1955 yılında Buonocore (14) tarafından yapılan kült bir çalışma ile tanıtılmış ve Buonocore akrilik rezinlerin dişe bağlanmasının, minenin yüksek konsantrasyonda fosforik asit (Pa) ile aşındırıldığında/pürüzlendirildiğinde önemli ölçüde iyileştiğini göstermiştir.

Buonocore ve çalışmalarından bu yana restoratif diş hekimliğindeki gelişmeler ve yeni nesil dental materyaller sayesinde, dental restorasyonların stabilitesi ve dayanımı her geçen gün artmaktadır (1). Konuyla ilgili çalışmaların artması; çürükleri restore etmek ve aynı zamanda estetik sonuçlar da elde etmek amacıyla kullanılan, yüksek klinik başarı ve hayatta kalma oranları gösteren güncel kompozit rezinlerin ortaya çıkmasına yol açmıştır (5-8).

3.1. Kompozit Rezinler

3.1.1. Tarihçesi

Geleneksel olarak dünyanın birçok ülkesinde dental amalgam, çürükten etkilenen posterior dişlerin restorasyonunda yaygın olarak kullanılan bir materyal olarak göze çarpmaktadır. Dental amalgamın popüleritesi, uygulayıcı için kullanım ve yerleştirme kolaylığı, klinik hizmette öngörülebilir performansı, sağkalımın yüksek oluşu ve düşük maliyeti konusundaki avantajından kaynaklanmaktaydı (4).

Bazı avantajlarının aksine dental amalgam gerekli direnç formunu ve mekanik retansiyonu sağlamak amacıyla, günümüz diğer restoratif materyallerin aksine, sağlam

diş dokusu kaybı pahasına, açılan kavitelerin her zaman modifiye edilmesi gerekliliği gibi büyük bir sınırlamaya sahiptir (15).

Çiğneme desteği için büyük önem taşıyan posterior dişlere ek olarak, fonasyon ve estetik olarak önem taşıyan anterior dişlerin defektleri günümüz restoratif diş tedavisinde büyük öneme sahiptir. Adeziv bağlı kompozit rezin materyallerin piyasaya sürülmesinden önce, diş hekimlerinin ön dişlerdeki çürük defektlerini onarmak için kullanılabilecek iki tip diş renginde restoratif materyali vardı: silikat siman ve poli(metil metakrilat) (PMMA).

Bu materyaller 1955 yılında Dr. Raphael Bowen tarafından tanıtılmış, (16) asitle pürüzlendirilen mine kavramının Dr. Michael Buonocore tarafından keşfi de hemen hemen aynı zamanda gerçekleşmiştir (14).

İlk kompozit rezin materyalleri, fiziksel özellikler, renk stabilitesi, çözünürlük ve klinik performans açısından öncekilerden (silikat ve PMMA) daha üstündü. Ancak bu başlangıç materyalleri posterior dişlerde kullanıma uygun değildi ve polimerizasyon büzülmesinden kaynaklanan problemler taşımaktaydı. Fakat önemli bir avantaj olarak bu büzülmenin miktarı, PMMA materyallerinin büzülmesinden önemli ölçüde daha az olduğu gözlemlenmiştir.

Amalgamın mükemmel bir termal iletken olduğunu, günümüz kompozit rezinlerinin ise etkili bir yalıtkan olduğunu da göz ardı etmemek gerekir; fakat, amalgam restorasyonlara kıyasla kompozit rezin restorasyonlarda postoperatif hassasiyet insidansı önemli ölçüde daha yüksektir. Bu durum, postoperatif hassasiyet olgusunun çok faktörlü ve karmaşık olduğunu ve tek başına termal iletkenliğe bağlı olmadığını göstermektedir.

Bu nedenle restorasyon planlaması yaparken her faktörü dikkatli değerlendirmek, geniş bir perspektiften bakarak tedavi gerçekleştirmek esas alınmalıdır. Bu bağlamda;

3.2. Kompozit Rezinlerin Endikasyon ve Kontrendikasyonları

Direkt kompozitler için endikasyonlar şunlardır: (17)

1. Sınıf I, II, III, IV, V ve VI restorasyonlar
2. Kaide ve kor materyali olarak
3. Fissür örtücüler ve koruyucu rezin restorasyonlar (konservatif kompozit rezin restorasyonlar)
4. Estetik güçlendirme prosedürleri (Parsiyel veneerler, Full veneerler)
5. Diş kontur modifikasyonları (Örneğin; Diastema kapatmalar)
6. Geçici veya geçiş restorasyonları
7. Periodontal splintleme
8. İndirekt estetik restorasyonların yapıştırılması

Direkt kompozitlerin kullanımı için birincil kontrendikasyonlar

1. Yeterli izolasyonun sağlanamaması
2. Kompozit malzemenin aşınması ve kırılmasıyla ilgili oklüzal temaslar (Bruksizm)
3. Restorasyonun kök yüzeyine uzatıldığı, kavite sınırlarının diş etinin altında kaldığı durumlar,
4. Operatör faktörleri
5. Ağız hijyeni iyi olmayan hastalar

3.3. Kompozit Rezinlerin Yapısı

Kompozit rezin materyalleri son 50 yılda sürekli ve çok hızlı bir şekilde gelişmektedir. Güncel kompozit rezin materyalleri hem klinik performans hem de estetik potansiyel açısından geleneksel temel materyallerden çok daha üstün özelliklere sahiptirler.

Kompozit rezin materyali, polimer matriksini oluşturmak üzere çapraz bağlanarak uzun zincirli polimerler haline gelmek üzere birleşen monomerlerle birlikte bir seri polimerizasyon reaksiyonuna girer. Bu proses sırasında materyal polimerizasyon büzülmesine maruz kalmaktadır. Boyut değişikliği, genellikle sertleşme

reaksiyonunun bir sonucu olarak meydana gelen, bir malzemenin yüzde büzülmesi veya genişmesidir. Hibrit kompozit rezin malzemeleri ile büzülme %2,4 ile %2,8 arasında değişmektedir. Yerleştirme/uygulanma tekniği hesaba katılmadığı takdirde, bu büzülme miktarı preparasyonun marjini ile kompozit rezin restorasyonun arasında klinik olarak önemli büzülme boşluklarına yol açabilir. Bu durum, mikrosızıntıya, operasyon sonrası hassasiyete ve tekrarlayan çürüklere neden olabilmektedir (18).

Kompozit rezin esaslı dolgu materyalleri, farklı özelliklere ve işlevlere sahip olmak üzere üç ana bileşenden oluşmaktadırlar. Bunlar rezin organik matriksi, bileşim, boyut ve şekil bakımından farklılık gösteren doldurucu partiküller ve doldurucu partikülleri matrikse kimyasal olarak bağlayan silan bazlı birleştirme ajanları yani ara bağlayıcılarıdır. Polimerizasyon büzülmesi kompozit rezinin bütün bileşenlerinden etkilenen bir reaksiyondur.

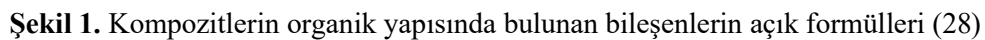
3.3.1. Organik matriks

Kompozit rezinler diş hekimliğinde sıklıkla estetik amaçlı kullanılıp dental kompozitlerin bel kemiğini oluştururlar. Günümüzde görünür ışık ile polimerizasyonu başlatılan serbest radikal polimerizasyonu ile üretilmektedirler. Monomerler klinik kullanımda uzun süre kullanılabilen dayanıklı, organik matriksi oluşturan, visküz, kütsel içeriklerdir. Dental rezin kompozitlerin organik matriksi, doldurucu maddelerini içeren ve birbirine bağlayan foto-polimerize edilmiş üç boyutlu sistemden oluşur.

Aromatik monomer Bisfenol A glisidil metakrilat (Bis-GMA), lineer formuyla diş hekimliğinde kullanılan çoğu kompozit rezinin ana bileşenidir. Bis-GMA, yüksek mekanik özelliklere ve düşük polimerizasyon büzülmesine sahip güçlü bir monomerdir. Bununla birlikte, artık monomer dönüşüm derecesini düşüren yüksek bir viskoziteye (19) sahiptir. Bis-GMA'nın yüksek viskozitesinin bir sonucu olarak, fiziksel ve mekanik özellikleri güçlendirmek için doldurucu materyalleri eklemenin zor olduğu kanıtlanmıştır (20, 21).

Trietilenglikol dimetakrilat yani TEG-DMA gibi daha düşük viskoziteli monomerler, uygun kullanım ve artık monomer dönüşüm derecesi elde etmek için Bis-

Üretan dimetakrilat (1,6-bis (metakriloiloksi2-etoksikarbonilamino)-2,4,4-trimetilheksan) yani UDMA da dental rezin kompozitler için araştırılmıştır. UDMA, Bis-GMA (470 g/mol) ile benzer moleküler kütleyle sahiptir, ancak daha düşük viskoziteye sahiptir ve tek başına veya diğer monomerlerle karıştırılarak sentezlenmektedir. Bu durum, UDMA bazlı malzemeleri, daha düşük polimerizasyon büzülmesi ve kompozitlerin mekanik özelliklerini doğrudan artıran daha düşük bir artık monomer dönüşüm derecesi nedeniyle potansiyel olarak Bis-GMA ve TEG-DMA karışımlarından üstün kılmaktadır (22, 26, 27).



7

geliştirmek için çeşitli monomerler incelenmiştir. Çalışmalardan elde edilen bu sınıflamalar monomerlerin kimyasal formül yapısına göre yapılmıştır (31).

3.3.2. Ara bağlayıcılar

Dental kompozitlerde doldurucu-organik matriks etkileşimi, dental kompozitlerin mekanik özelliklerinin geliştirilmesinde kritik bir rol oynar. Organik matriks fazından inorganik doldurucu fazına stres aktarımı, doldurucu-organik matriks arayüzey kuvvetinin tamamen kalitesine bağlıdır (32, 33).

Genel olarak, inorganik doldurucu yüzeyleri, doldurucu yüzeyi ile organik matriks arasında kovalent etkileşimi sağlamak için uygun bir silan bağlama maddesi kullanılarak kimyasal olarak modifiye edilir. 3-metakriloksipropiltrimetoksi silan (MPS), metakrilat bazlı rezinlere dahil edilmek üzere inorganik doldurucu materyalin yüzey modifikasyonu için sıklıkla kullanılır (34). Metakrilat bazlı rezinlere dahil edilen inorganik doldurucu maddelerinin yüzey modifikasyonu için kullanılan diğer birleştirme ajanları ise şunları içermektedir: üretan dimetakrilat silan (UDMS) (35) oktiltrimetoksisilan (OTMS) ve 10-Metakriloiloksidil dihidrojen fosfat (10-MDP) (36).

Rezin organik matriksindeki monomer fonksiyonel gruplarına bağlı olarak, bazı çalışmaların sonucunda tiyol bazlı, stiriletil bazlı ve müttefik bazlı silan birleştirme ajanları da kullanılmaktadır (37).

Dental kompozitlerin esneyebilirliği, stresle ilişkili olduğundan doldurucu-matriks arayüzündeki transfer, arayüz yapışma gücü ve yüzey modifikasyonunun kalitesi dental kompozitlerin kütleli hareketini yönetir (38-40).

3.3.3. İnorganik doldurucular (Dağılan Faz)

Kompozitlerin dağılan fazı olarak da bilinen inorganik doldurucu partiküller, primer olarak mekanik takviye sağlamaktan sorumludur. Faz; cam, kuvars ve/veya silika gibi farklı inorganik doldurucu materyalleri içermektedirler.

Kompozit rezini güçlendirmek, ışıkla sertleştirme işlemi sonucunda oluşan büzülmeyi azaltmak amacıyla; çeşitli şeffaf mineral doldurucu maddeler kullanılmaktadır. Genellikle bu oran, doldurucu bileşiminde hacmin %30 ila %70' i veya kompozit ağırlığının %50 ila %85' i arasındadır.

İlk zamanlar genellikle stronsiyum, kuvars veya baryum camları kompozitlerde doldurucu maddesi olarak kullanılmaktaydı (41). Kompozit rezindeki doldurucu partiküllerden kuvars veya silika boyut ve şekil açısından önemli ölçüde farklılık göstermektedir. Kuvars, kimyasal olarak inert (inaktif) ve çok sert bir materyal olmanın avantajlarına sahip olsa da; bu durum kuvarsı diş veya karşıt restorasyon için aşındırıcı hale getirmenin yanı sıra onun öğütülmesini ve işlenmesini zorlaştırmaktadır. Kuvarsın, kompozit rezinin parlatılmasını zorlaştırması nedeniyle, artık kuvarsın yerini daha yüksek optik özellikler, erişilebilirlik ve kabul edilebilir mekanik özellikler sunan cam partiküller almaya başlamıştır (42). Aynı zamanda antagonist dişlerin yüksek aşınmasına neden olduğu kanıtlanmış sertliği nedeniyle mevcut kompozitler, baryum oksit, stronsiyum oksit, çinko oksit, alüminyum oksit veya zirkonyum oksit temelli; ağırlıkça %50-80 aralığında ve partikül boyutu 5 nm ila 85 µm aralığında değişen silikat partikülleri de içermektedirler (43, 44).

Kuvarsla beraber kullanılan amorf (şekilsiz/düzensiz) silika kuvars ile aynı bileşime ve kırılma indisine sahip iken; kuvars kadar kristal ve sert değildir. Bu sayede kompozitin yüzey yapısının aşındırıcılığını azaltabilir ve kompozit rezinin cilalama yeteneğini artırabilir (42).

Kompozit rezinlerde doldurucu partikülleri ile ilgili kabul edilen görüş öncelikle doldurucu partikül oranının ne kadar yüksek olursa kompozitin o kadar dayanıklı olacağı üzerinedir. Bununla birlikte bir malzemedeki bağıl doldurucu partikül miktarının arttırılması yani doldurucu partiküllerin rezin organik matriksine dahil edilmesi mukavemeti artırır ve polimerizasyon büzülme miktarını azaltır.

Günümüz modern kompozitlerinin çoğu %2,4 ila %2,8 oranında polimerizasyon büzülmesi göstermektedir ve yeni üretilen kompozit çeşitleri sayesinde bu oran daha da düşmektedir. Restorasyonlar için çağdaş bir kompozit rezin materyali yeterli

dayanıklılık için ağırlıkça en az %75 doldurucu içermelidir. Çoğu güncel materyal bu kriteri karşılamaktadır. Doldurucu partikülleriyle ilgili ikinci görüş, ortalama doldurucu partikül boyutu ne kadar küçükse işlenebilirlik ve buna bağlı estetiğin o kadar iyi olacağıdır. Küçük boyutlu doldurucu partikülleri olan materyaller, doğal olarak daha iyi parlatılabilir, cilalarını daha uzun süre korur ve aşınmaya karşı direnç gösterir.

Bu özellikler göz önüne alındığında üreticilerin karşılaştığı zorluklardan biri, çok küçük doldurucu partikülleri ile yüksek doldurucu içeriğini korumanın zor olmasıdır. Bunun nedeni, küçük doldurucu partiküllerinin yüksek bir yüzey alanı/ağırlık oranına sahip olmaları ve bu da yüksek doldurucu içeriği ile kullanılamayan materyallerin ortaya çıkmasına neden olmasıdır. Modern teknoloji, malzemelerin sürekli bir evrimi ile sonuçlanmıştır. Bu sürecin püf noktası, daha küçük ve daha küçük parçacıklar kullanarak yüksek doldurucu içeriğine sahip kullanışlı malzemeler yaratma yeteneği olmuştur.

Doldurucu miktarı, büyüklük, şekil, dağılım gibi doldurucularla ilgili parametreler, kompozitlerin fiziksel ve mekanik karakteristiklerini etkilemektedir. Pek çok çalışma doldurucu parametreleri ve mekanik özellikler, artmış radyoopasite, artmış estetik, ve iyileşmiş manipülasyonun ilişkili olduğunu göstermektedir (26, 45,46).

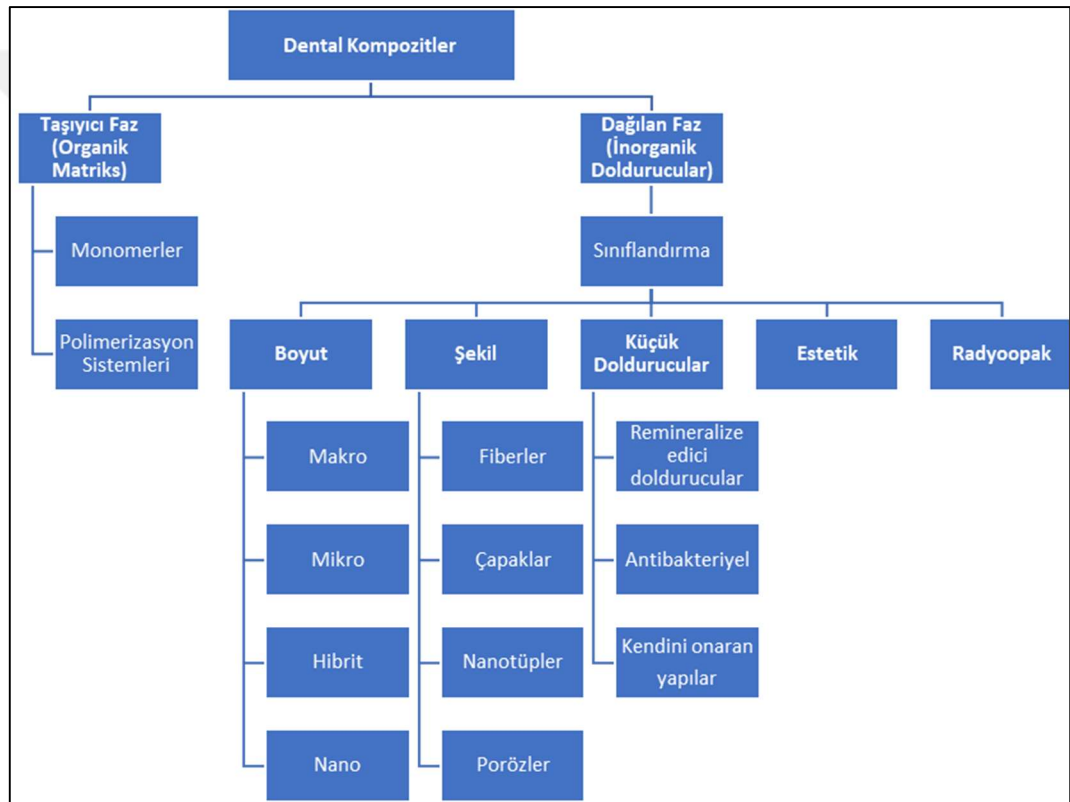
Kompozit rezin materyaller, ayrıca renk verici maddeler, viskozite düzenleyiciler, başlatıcılar olmak üzere farklı çok sayıda başka bileşen içermektedir. Dental kompozitlerin mekanik özelliklerini iyileştirip güçlendiren eklemelerin yanı sıra rekürrent çürükler sonrası restorasyon başarısızlığını önlemek için biyoaktif özellikteki doldurucular gibi farklı tip doldurucular eklenmiştir. Sonraki kısımda doldurucu sistemleri ile dental kompozitlerin fiziksel, kimyasal, biyolojik, mekanik özellikleri arasındaki ilişkiyi içeren bir sınıflama bulunmaktadır.

3.4. Kompozit Resinlerde Sınıflandırma

Dental kompozit rezinler için yapılan sınıflandırma özelliklerine uygun şekilde temsil eder ve klinisyenlere materyal seçiminde basit bir kılavuz olarak yardımcı

olmaktadır Aynı zamanda bir sınıflandırma, imalatçılar için malzeme tanımlamasını da kolaylaştırmalıdır. Bununla birlikte güçlü bir sınıflandırma, önemsiz yenilikler için gereksiz terimlerin kullanılmasına da direnmelidir.

Günümüzde uygulama şekli veya materyal viskozitesine göre “anterior/posterior” veya “universal” ve “akışkan/tepilebilir,” veya doldurucu morfolojisine göre “hibrit, mikro/nanohibrit, nanofil” gibi ticari rezin kompozitler üzerine kabul edilmiş pek çok sınıf bulunmaktadır. Tüm bu terimler bir üreticinin bir kompozitin hangi yönüne odaklandığını bir dereceye kadar ifade etmektedir (40) (47).



Şekil 2. Kompozit rezinlerin çeşitli özelliklerine göre sınıflandırılması (48)

3.4.1. İnorganik partiküllerin büyüklüğüne/tipine göre sınıflandırılması

İlk bulunan ve kullanılan kompozit rezin materyalleri oldukça büyük doldurucu partiküller içermektedirler. Bu materyallere “makro doldurucu” kompozit rezinler denilmiştir. “Estetik dolgu, bonding uygulaması” popüler hale geldikçe, üreticiler çok daha küçük doldurucu partiküller içeren kompozit rezin materyalleri geliştirmişlerdir.

Materyal biliminin gelişimi, giderek daha küçük doldurucu partiküllerine sahip hibrit kompozit rezin materyalleri geliştirmek yönünde olmuştur. Bu nedenle, çağdaş hibrit kompozit rezin materyaller, "mikrohibrit" ve "nanohibrit" kompozit rezin materyaller şeklinde alt gruplara ayrılabilir.

3.4.1.1. Makro dolduruculu kompozit rezinler

Orijinal kompozit rezin dolgu materyalleri, başlangıçta makro dolduruculu kompozit rezinler olarak tanımlanmıştır. Makro dolduruculu veya geleneksel kompozit rezinler; kuvars doldurucu partikülü/stronsiyum veya baryum camı içermektedir. Doldurucu partiküllerin boyutu 10 – 100 µm'dir. Bu malzemeler, nispeten yüksek bir yükleme seviyesine (ağırlıkça yaklaşık %75) sahip olarak güçlüydü, ancak doldurucu partiküllerinin oldukça büyük boyutu ve sert oluşu iki önemli dezavantaja neden olmaktaydı.

Bu malzemeler zor parlatılan, doldurucu parçacıkları cila işlemi için kullanılan aşındırıcılarından daha sert yapıda olan; parlatıldıkça, nispeten yumuşak matriksin aşınmasıyla pürüzlülük kazanan materyallerdir. Bu durum cilalanması ve işlenmesi gereken “estetik” bir restoratif materyal için oldukça önemli bir problem taşımaktadır. Öte yandan bu büyük partiküller posterior restorasyon yüzeyinden koptukları zaman; restoratif materyalde yaklaşık 40 mikron kadar kütle kaybı açığa çıkmaktadır. Bu durum malzemelerin çok zayıf aşınma direnci olduğunu gösterir. Bu durum yapılan klinik deneylerde açıkça gösterilen büyük bir eksikliklerdir. Bununla birlikte temas sırasında antagonist dişin aşınmasına neden olabilmektedir (49).

3.4.1.2. Mikro dolduruculu kompozitler rezinler

Makro dolduruculu kompozit rezinlerin düşük parlatılabilirliği, doğrudan mikro dolduruculu kompozit rezin materyallerin kullanılmasına yol açmıştır. 1970'lerin sonlarında geliştirilen mikro dolduruculu kompozit rezinler, nispeten düşük bir doldurucu yükleme düzeyi olan ağırlıkça %30-55 arasında değişen doldurucu yükü ile 0.01 – 0.1 µm arasında partikül boyutuna sahiptirler. Doldurucu yüklemesini ağırlıkça %30-50 'ye kadar artırmak için, ön polimerizasyon işlemi ile rezin kolloidal silika

partikülleri öğütüldükten sonra, rezin matrisi ve mikro boyutlu doldurucu partikülleri birleştirilmiştir (49-50).

Mikro dolduruculu kompozit rezin, diğer kompozit rezinlere kıyasla yüksek cilalanabilirlik ve işlenebilirlik özelliğine sahip olma avantajına sahiptir (42,49). Mikrofil kompozit rezinlerde doldurucu yükünün arttırılması, polimerizasyon büzülmesi riskini azaltmaktadır. Mikrofil kompozit rezinler düşük elastisite modülüne sahip materyallerdir. Bu sebeple “çiğneme sırasında maksimum stres taşıyan yüzeylere sahip” posterior dişlerde restorasyon materyalinin dayanıklılığının düşük olmasından dolayı kullanılamamaktadır (42, 50). Aynı zamanda bu materyaller Sınıf IV restorasyonlar için de kontrendikedir.

3.4.1.3. Hibrit kompozit rezinler

Hibrit kompozit rezinler, makro ve mikro doldurucuların bir kombinasyondur. İlk piyasaya sürüldüğünde 15 – 20 µm partikül boyutuna ve 0,01 – 0,05 µm kolloidal silika partikül boyutuna sahipti (51,52). Makro dolduruculu kompozit rezinin fiziksel özelliklerini mikro dolduruculu kompozit rezinin daha pürüzsüz cilalanma özelliği, daha kolay işlenebilirliğini birleştirmeyi amaçlanmıştır (49).

Hibrit kompozit rezin esaslı dolgu materyalleri, gelişmiş aşınma direnci sağlamak ve yeterli cilalanabilirliğe izin vermek amacıyla yüksek doldurucu partikül miktarını yeterli miktarda küçük partikülle birleştirmek için küçük ve büyük doldurucu partiküllerinin kombinasyonuna sahiptir. Hibrit kompozit rezin, yüksek aşınma direncine ve geliştirilebilir mekanik özelliklere sahiptir, bu nedenle yüksek oklüzal stres taşıma yeteneği gerektiren diş restorasyonları için kullanılabilir (53). Bu materyaller 1980'lerin başından beri kullanılmaktadır ve hem anterior hem de posterior restorasyonlar için mükemmel materyaller oldukları bir çok deneysel çalışmayla kanıtlanmıştır.

Çoğu çağdaş hibrit kompozit rezin materyali, ağırlıkça %75 ile %80 arasında bir doldurucu partikül içeriğine sahiptir ve eğilim çok daha küçük ortalama doldurucu partikülü boyutuna sahip malzemeler üretmek olmuştur. Çoğu çağdaş malzemenin en büyük doldurucu partikülü boyutu 1 ile 2 mikron aralığında olmaktadır. Bu materyaller

oldukça güçlü, parlatılabilir ve amalgama yakın (6-15 mikron/yıl) aşınma direncine sahiptir. Bu materyallerin en önemli avantajı ve kullanımdaki tercih sebebi estetik potansiyelinin mükemmel olmasıdır, birçok ürün geniş bir renk tonu ve translüensilik imkanı sunmaktadır.

Günümüzde artık çok daha fazla karşımıza çıkan hibrit kompozit rezin materyalleri, mikrohibritler ve nanohibritler olarak tanımlanmaktadır. Bu malzemeler, küçük ve daha küçük parçacıkların bir karışımını içermektedir ve mükemmel kullanım özelliklerine ve estetik potansiyele sahiptirler.

3.4.1.4. Nano dolduruculu kompozit rezinler

Günümüzde nanoteknolojideki ilerlemeler, 25 nm nanoparçacık ve 75 nm aglomera nanoparçacık içeren kompozit rezin üretimine imkan yaratmaktadır. Nanodolduruculularda doldurucu partikül olarak zirkonyum/silika ve nanosilika partikülü kullanılmaktadır. Aglomera partikülü, rezin ile bağlanabilmesi için silanize edilmiştir. Nanopartikülün aglomera nanopartikül ile birleştirilmesi, kompozit rezinin doldurucu yükleme kapasitesini %82' lere kadar artırma olanağı sağlamaktadır.

Artan doldurucu oranı, doldurucu partikülünün daha düşük boyut ve alan dağılımı nedeniyle oluşur. Doldurucu miktarının arttırılması, polimerizasyon büzülmesinin azalmasına ve kompozit rezinin mekanik özelliklerinin artmasına neden olmaktadır . (54,55).

3.4.1.5. Fiber destekli kompozit rezinler

Güncel dental restorasyon materyallerinden biri olarak fiber ile güçlendirilmiş kompozit rezinler de kullanılmaya başlanmıştır. Ağırlıkça %60 doldurucu partikül yükü ile doldurucu partikülü kompozit rezine %5 - %7,5 fiber dolgu maddesi eklenmesi ile elde edilmektedir. Bu fiber desteği polimerizasyon büzülmesini %70 oranında azaltmaktadır (56,57). Bu yeni nesil dolgu materyali, kompozit rezinin makaslama gerilimi, basma dayanımı gibi mekanik özelliklerini arttırmaktadır. Ayrıca, kullanılan fiber, posterior dental restorasyon uygulamasında stres taşınımını da arttırmaktadır (56,58).

En yaygın olarak kullanılan fiber tipi, cam fiberdir. Polivinil asetat lifleri, polietilen ve aramid lifleri dahil olmak üzere, kompozit rezin dolgu materyali gibi çeşitli polimetrik lif türleri de geliştirilmiştir (17).



Resim 1. Fiber destekli kompozit rezin

3.4.2. Kompozit rezin esaslı dolgu maddelerinin viskozitelerine göre sınıflandırılması

Çağdaş kompozit rezin esaslı dolgu materyallerinin bir diğer kategorisi arasında "akışkan" kompozit rezinler ve "yerleştirilebilir/kondanse edilebilir" kompozit rezinler bulunmaktadır.

3.4.2.1. Kondanse edilebilir kompozit rezin materyaller

Bu materyaller temel olarak amalgama benzer bir şekilde yoğunlaştırılabilen veya paketlenen büyük doldurucu maddelerinin eklendiği genellikle hibrit kompozit rezinlerdir.

Yoğunlaştırılabilir veya kondanse edilebilir kompozit rezinler, amalgama alternatif olarak 1980 yılında keşfedildi. Dökme doldurucu kompozit rezin malzemelerinin üreticileri, fiziksel özelliklerinin ve kullanım özelliklerinin geleneksel hibritlerden ve mikro dolduruculardan daha iyi olduğunu iddia ediyor. Bazı üreticiler ve bazı araştırmacılar, kondanse edilebilir kompozitlerin 5 veya 6 mm derinliğe kadar toplu polimerize edilebileceğini ve amalgam ikameleri olarak kullanılabileceğini iddia etmektedir (59). Kompozit rezinlerin fiziksel, mekanik ve estetik özellikleri ve klinik davranışı yapısına bağlıdır. Yoğunlaştırılabilir kompozitler, yüksek oranda doldurucu maddesi içeren kompozit rezinlerdir (60). Yoğunlaştırılabilir (bulk-fill) kompozit rezinlerin avantajları, yoğunlaşabilirlik (gümüş amalgam gibi), iyi bir temas noktası

elde etme kolaylığı ve oklüzal anatominin daha iyi yeniden üretilmesidir (61). Bulk-fill'in ana dezavantajları, bir kompozit tabaka ile diğeri arasındaki uyumdaki zorluklar, zor kullanım ve ön dişlerde kötü estetikdir. Bu malzemelerin ana göstergesi, daha iyi temas noktaları ürettikleri için Sınıf II kavite restorasyonudur (60).

3.4.2.2. Akışkan kompozit rezin materyaller

Son yıllarda üreticiler, "akışkan" kompozit rezin materyalleri olarak adlandırılan bir grup malzemeyi piyasaya sürmüşlerdir. Günümüzde bu materyaller, ağırlıkça %35 ile %65 arasında değişen doldurucu partükül içeriği ile geniş bir ürün yelpazesini temsil etmektedir. Bu materyallerin kullanımı klinik pratik açısından çok kolaydır; viskoziteleri bir şırınga ile kavite preparasyonuna enjekte edilmelerine izin vermektedir. Bununla birlikte, beklendiği gibi, doldurucu içeriğindeki azalmaya, azalan fiziksel özellikler ve artan polimerizasyon büzülmesi eşlik eder. Bu materyallerin kullanımı, genellikle büyük posterior kompozit restorasyonların altında 0,5 mm kalınlığında bir astar/kaide formunda tercih edilmektedir.

3.4.3. Kompozit rezinlerin polimerizasyon şekillerine göre sınıflandırılması

Kompozit rezin esaslı dolgu materyallerinin polimerizasyon süreci, ısı, kimyasal veya radyan enerji şeklinde bir dış enerji gerektiren metakrilat monomer yapısından serbest radikallerin salınmasıyla başlamaktadır (62, 63).

Diş hekimliğinde hemen hemen tüm güncel kompozit rezin türleri, aynı gruptaki monomer tiplerini ve aynı polimerizasyon işlemini kullanmaktadır. Serbest radikal oluştuğunda, monomer kovalent bağ oluşturmak için elektronca zengin monomer arar. Bu monomerlerin kombinasyonu yeni bir polimer (62-64) oluşturur. Aktivasyon enerjisine bağlı olarak, kompozit rezinleri farklı tiplere ayırmak mümkündür (42,62-64). Günümüzde artık ışıkla aktive edilmiş kompozit esaslı rezin dolgu materyalleri tercih edilmektedir.

3.4.3.1. Kimyasal sertleşme (Otopolimerizasyon)

İlk kompozit rezin materyalleri kimyasal olarak polimerize edilmeye başlanmış ve kimyasal kür, otomatik kür veya self-kürlenen kompozit rezinler olarak

adlandırılmıştır. Bu sertleşme süreci kompozit rezinlerde iki aşamadan oluşur. Birinci aşama, benzoil peroksit (BzO)₂ içeren başlatıcı malzemeden oluşur ve diğer aşama ise, tersiyer amin aktivatöründen oluşmaktadır (42).

Kimyasal sertleşen kompozit materyaller sınırlı bir çalışma süresine sahiptir. Birkaç yıl sonra sarıya veya turuncuya dönen renk değişikliğine sebep olan tersiyer aminler içerdiklerinden, uzun dönemde renk stabilitesi açısından yetersiz bir yapıya sahip oldukları uzun dönem takipler sonucunda gözlemlenmiştir. Kimyasal sertleşen materyaller günümüzde nadir de olsa esas olarak büyük ölçüde hasar görmüş dişlerin güçlendirme restorasyonu için çekirdek malzemeler olarak kullanılmaktadırlar.

3.4.3.2. UV ışııkla polimerize olan kompozitler

1970'lerin ortalarında, görünür ışııkla sertleşen kompozit rezinlerin ortaya çıkmasından önce, ultraviyole (W) ışııkla sertleşen kompozit rezinler ticari olarak kullanılabilir hale gelmişlerdir. UV ışııkla polimerize olan kompozitler kendi kendine yani kimyasal sertleşen kompozit rezinlere göre bir ileri seviye gelişmeyi temsil etmekteydi. Bu gelişme ile sertleşme reaksiyonu istenildiği gibi kontrol edilebiliyordu. Bu materyaller, elle karıştırılması gereken iki bileşenli kompozit rezinlerden daha yoğun ve daha az gözenekliydiler. Bu da klinik çalışma açısından hem kolaylık hem de daha dayanıklı bir materyal ortaya koymaktaydı (65).

3.4.3.3. Işııkla polimerize olan kompozitler

Orijinal ışııkla sertleşen restoratif materyaller ultraviyole ışıık kullanılarak sertleştirilmektedir, ancak çağdaş kompozit malzemelerin tümü, başlatıcıyı etkinleştirmek amacıyla görünür ışıık kullanılmaktadırlar. Fotoinisiatör olarak ise şu anda, yaygın olarak kullanılan dental fotoaktivatör, sarımsı kompozit restorasyonla sonuçlanan sarı rengine sahip kamforakinondur. Kamforakinonda görülen ışıık absorpsiyonu 425 – 495 nm aralığındadır (62).

Işııkla sertleşen restoratif materyaller, ışıık cihazı ile verilen komut üzerine sertleşebilme gibi önemli bir avantaja sahiptir ve bu da restorasyonun polimerizasyondan önce istenilen oklüzal formda şekillendirilebilmesi ve operatörün

istediği son şeklin verilebilmesi için uygun şartlar sağlandığı takdirde esasen sonsuz çalışma suresi sağlamaktadır. Bununla birlikte tersiyer aminlerin ortadan kaldırılması sayesinde renk, kimyasal sertleşen kompozitlere kıyasla daha stabil kalmaktadır.



Resim 2. Günümüzde kompozit polimerizasyonu için kullanılan ışık cihazlarına bir rnek

3.4.3.4. Dual-Cure kompozitler

Hem kimyasal hem de ışıkla sertleşme teknolojilerini kullanan çift krl kompozit rezin materyalleri, esas olarak siman veya kor malzemeleri olarak kullanılmaktadırlar. Bu materyallerde, sertleşme reaksiyonu, görünür ışığa maruz bırakılarak başlatılır, ancak sertleşme reaksiyonu, ışığın yokluğuunda da zamanla yavaş yavaş devam etmektedir.

3.5. Kompozit Rezinlerde Bitirme ve Cilalama Prosedürleri

Artan estetik talepler ve kompozit teknolojisindeki ilerlemeler nedeniyle rezin kompozitlerinin kullanımı son yıllarda klinik uygulamada önemli ölçüde genişlemiştir. Geliştirilmiş mekanik, fiziksel, optik özelliklere ve klinik performansa sahip nanoparçacık dolduruculu kompozitlerin tanıtımı, bu tür malzemelerin hem n hem de arka restorasyonlar için kullanılmasını mümkün kılmıştır (66).

Direkt kompozit rezinlerin yüzey przllğu, dişeti iltihabı, yüzeysel renk değişikliği ve ikincil rklerle sonuçlanan artan plak retansiyonu ile ilişkili çarpıcı bir problem olmaya devam etmektedir. Ayrıca, yüzey przllğu, karşıt ve bitişik dişlerin aşınması üzerinde büyük bir etkiye sahiptir. Bunun tam tersine, pürüzsüz,

yüksek düzeyde cilalanmış restorasyonlar, geliştirilmiş mekanik özelliklerle plak birikimine ve renk bozulmasına karşı daha az hassastır (67).

Kompozit rezinlerin yüzey pürüzlülüğü, malzemenin bileşimi ve gözenekliliği, aletlerin doğası ve kullanılan cilalama prosedürleri ile ilişkilidir. Rezin matrisi ve doldurucu partikülleri, cilalama sırasında eliminasyon etkinliğinde farklılıklara neden olan farklı sertlik seviyelerine sahiptir ve bu da yüzey pürüzlülüğünde değişkenliklere yol açar.

Bileşim çeşitliliği, rezin türleri, doldurucu partiküllerindeki farklılıklar ve polisaj aletlerindeki aşındırıcı partiküllerin boyutu ve doğası nedeniyle, bir kompozit rezini eşleşen bir polisaj sistemiyle eşleştirmek büyük önem taşır. Parlatma sonucunu; kullanılan basınç miktarı, aşındırıcı yüzeyin yönü, her bir aşındırıcı aletle harcanan süre ve aşındırıcı aletlerin geometrisi (diskler, konlar vb.) etkiler (68).

Günümüzde karbit ve elmas frezler, aşındırıcı diskler, stripler, aşındırıcı emdirilmiş uçlar ile bitirme ve cilalama pastalarını içeren çok çeşitli bitirme ve cilalama aletleri mevcuttur. Bu aletlerin veya cihazların her biri, çeşitli restoratif materyallerin yüzeyini değişen derecelerde yüzey pürüzlülüğü ile bırakır.

Son zamanlarda, Opti1Step (KerrHawe, Bioggio, İsviçre)ve OneGloss (Shofu INC, Japonya) gibi tek adımlı polisaj sistemleri; konturlama, cilalama ve cilalamanın tek bir alet kullanılarak minimum klinik sürede tamamlanabileceği şekilde tanıtılmış (69); Sof-lex (3M ESPE, St Paul, USA) gibi iki aşamalı polisaj sistemleri ise daha iyi pürüzsüzlük sağladığı belirtilerek kullanımı önerilmiştir (67, 70,71). Bunlara ek olarak Super-Snap Rainbow (SS) (Shofu INC., Kyoto, Japonya) gibi farklı markaların da bitirme ve cilalama disk seti çeşitleri mevcuttur.

3.6. Kompozit Restorasyonların Başarısını Etkileyen Kriterler

Günümüz restoratif materyallerin popülaritesi; özellikle dental preparasyon miktarını minimal tutması, civa ve benzeri madde içermemesi, kolay şekillendirilebilir ve estetik olması gibi özellikleri nedeniyle her geçen gün artmaktadır. Kompozit materyaller, iyi bir aşınma direnci ve cilalanabilirliğe, geniş bir

renk yelpazesine, yarı saydamlığa sahip olmaları sayesinde mükemmel yakın restoratif sonuçlar sağlamaktadır (72)

Mevcut kompozit rezinler; üstün mekanik ve fiziksel özelliklere sahip olsalar da, ortalama ağızda kalma süreleri on yılın altındadır (73), bu süreden sonra restorasyonun tamiri ya da yenilenmesi gerekebilir (74-76).

Polimerizasyon büzülmesi, artık monomerlerin tamamlanmamış dönüşüm derecesi ve monomerlerin ağız ortamı ve pulpa boşluğuna salınması gibi bazı olası sorunlar göz ardı edilmemelidir. Artık monomerlerin dönüşüm derecesinde; numune kalınlığı, kimyasal bileşim, kompozit rezinin doldurucu partikül tipi ve içeriği kadar, maruz kalınan çözücü solüsyona bağlı faktörler de salınan monomerlerin miktarını etkilemektedir.10 (tartışma) Bu etkenlere bağlı klinik başarısızlığın yaygın sonuçları, tekrarlayan çürükler, restorasyon materyalinde uyumun kaybolması ve kırık olarak gözlenmektedir. Rezin kompozit restorasyonlarla ilgili yapılan meta analizlere göre, restorasyonların en az %5'inde 10 yıllık süre içinde kırılma, %12' sinde ise önemli aşınma beklenmektedir (75-77).

Artık monomer salınım derecesi (78), polimerizasyon büzülmesi (26,79), biyofilm oluşumuna yüksek yüzey afinitesi (80), düşük kırılma dayanımı (81,82), yüksek su emilimi ve çözünürlük; kompozitlerin ömrünü etkilemektedir. Bununla birlikte polimerik organik matriks bileşimi, doldurucu partikül tipi ve içeriği gibi faktörler de kompozitlerin çözünürlüğünü ve absorpsiyon davranışını etkileyebilir (83). Tüm bu şartlara ek olarak kompozit rezinler gerek çiğneme sırasında oluşan stres, gerekse ağız içi faktörlerin etkisine bağlı olarak yıpranma payına sahiptirler.

3.7. Yapay Yaşlandırma Yöntemleri

3.7.1. Termal siklus

Isıl döngü yani “termal siklus”, restore edilmiş dişlerin, doğal süreci göz önünde bulundurularak ağız ortamını taklit eder tarzda ısı değişimlerine maruz bırakılmaları olarak tanımlanmakta, 1952'den bu yana dental araştırmalarda yaygın olarak kullanılmaktadır (84).

Termal siklus ışıqla sertleşen kompozit rezinlerde; rezin ile diş arasındaki bağı germekte ve adeziv sisteme bağı olarak bağlanma mukavemetini etkileyebilmektedir (85).

Termal siklus, kompozit rezin dolguların termal yorgunluğunun in vitro simülasyonunu, insan ağız boşluğunun fizyolojik koşullarını, örneğin yemek yeme sırasındaki ağız içi sıcaklık değişimini yansıtmaktadır. Çalışma sıvısının sıcaklığı (yapay tükürük veya fizyolojik salin), yük döngüsü süresi, döngü fazı ve yük döngüsü sayısı (ve termal döngüler) gibi bu ortamın özellikleri ölçülebilir olmalıdır. Günümüzde en yaygın kullanılan deneysel ısısal parametreler : minimum sıcaklık 5° C, maksimum sıcaklık 55° C veya 65°C dir (86).

3.7.2. Gıdaları taklit eden sıvılar

Ağız ortamında, restoratif materyaller sürekli olarak çiğneme işleminden kaynaklanan mekanik streslerin yanı sıra asidik içeceklerden, plak ve oral enzimler yoluyla oluşan asitlerden kaynaklı kimyasal bozulmaya maruz kalır (62).

Dental erozyon, mikroorganizmaların katılımı olmaksızın asitlerin etkisiyle diş yapısının yüzey kaybıdır. Aside maruz kalan mine, yumuşama olarak bilinen demineralizasyon süreciyle yüzeyin birkaç mikrometre altına kadar uzanan tabakadan mineral kaybeder. Zamanla, yumuşama ilerledikçe, yüzeydeki mine tabakası da çözünerek, minenin tamamen kaybolduğu noktaya ulaşacaktır (87,88).

İn vivo olarak erozyon iki aşamada meydana gelir. İlk aşamada sert doku çözünüp ayrılırken ikinci aşamada mekanik aşınmaya karşı hassas olan ince yumuşak kısım çiğneme kuvvetleriyle birlikte aşınır. Bu sürece çok sayıda faktör dahil gibi görünse de, en önemli faktörler diyet asitleri (89,90) ve mideden gelen intrinsik asitlerdir (91).

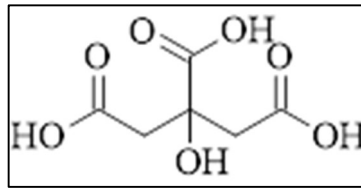
Bu asitlerin tüketilme şekline atıfta bulunan diyet alışkanlıkları da benzer şekilde önemli bir rol oynamaktadır (92). Yaşam tarzı değişiklikleriyle, asit içeren ya da son ürünü asit olan yiyecek ve içeceklerden zengin diyet, geçtiğimiz on yıllar içinde kademeli olarak artmıştır (93).

Dental erozyonun tahmini küresel prevalansı adolesanlarda %30'dur* (94). Oldukça yüksek oranda gözlemlenen dental erozyon göz önünde bulundurulduğunda, dişin mineral kaybının yanı sıra, kullanılan restoratif materyallerin de diyet asitlerinden etkilenip etkilenmediği merak konusu olmuştur.

Tablo 1. Başlıca meyveler, pH aralıkları ve içerdikleri majör asitler

MEYVELER	pH ARALIĞI	Majör Asitler
Elma	2.9-4.5	Sitrik, Malik
Yabanmersini	2.8-3.2	Kinik, Sitrik
Kiraz	3.7-4.4	Askorbik, Sitrik
Kızılcık	2.2-2.5	Malik, Sitrik
Üzüm	2.9-3.9	Malik, Tartarik
Greyfurt	2.9-3.6	Sitrik, Kinik
Guava	3.2-4.2	Sitrik, Malik
Kivi	3.1-4.0	Kinik, Sitrik
Limon	2.0-2.6	Sitrik, Kinik
Misket limonu	1.6-3.2	Sitrik, Kinik
İsveç Kirazı	2.6-2.9	Sitrik, Malik
Mango	4.3-6.0	Sitrik, Tartarik
Portakal	2.6-4.3	Sitrik, Kinik
Papaya	5.2-5.7	Sitrik, Malik
Çarkıfelek meyvesi	2.6-3.4	Sitrik, Malik
Şeftali	3.6-4.0	Malik, Sitrik
Armut	3.0-4.5	Malik, Sitrik
Ananas	3.1-4.0	Sitrik, Malik
Erik	3.0-4.5	Malik, Kinik
Kırmızı ahududu	2.5-3.3	Sitrik, Malik
Çilek	3.0-3.5	Sitrik, Askorbik
Domates	4.1-4.7	Sitrik, Askorbik

3.7.2.1. Sitrik asit (C₆H₈O₇)



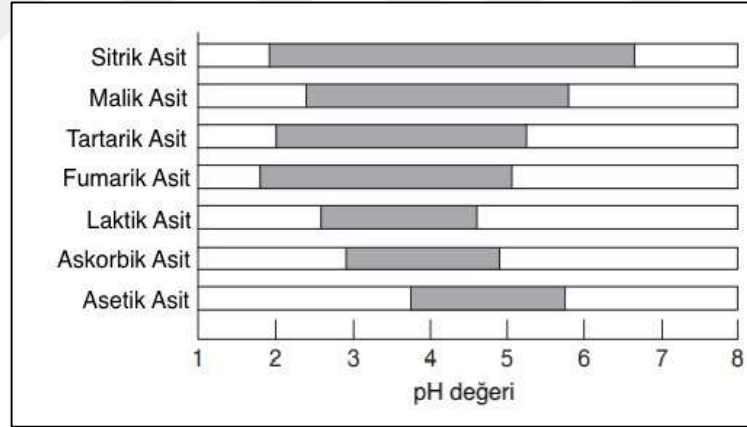
Şekil 3. Sitrik asit

Sitrik asit (C₆H₈O₇), narenciye meyvelerinde bulunan zayıf bir organik trikarboksilik asittir. Turunçgiller (limon, portakal, domates, pancar vb.) yeterli miktarda sitrik asit içeren meyvelerdir ve asitli meyveler olarak sınıflandırılmaktadırlar. Sitrik asit aynı zamanda bitki ve hayvanların doğal bir bileşeni ve metabolitidir. Gıda ve ilaç endüstrilerinde de çok yönlü ve yaygın olarak kullanılan bir organik asit olan sitrik asit iyi bir koruyucudur ve tadı asidiktir. Sitrik asit kolayca

üretilebilme ve kolayca çözünmektedir. Tatlandırıcı ajan olarak da kullanılır ve meyvenin stabilitesini arttırmaktadır (95,96).

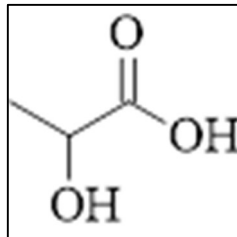
Sitrik asit Tablo 1'de listelenen tüm meyvelerde bulunur ve bu meyvelerin çoğunda bulunan iki ana asit bileşeninden birini temsil etmektedir. Sitrik asit monohidrat, şeker, kurabiye, bisküvi, reçel, jöle, atıştırmalık, hazır gıdalar ve soslar gibi gıda üretiminde organik asit ve pH kontrol maddesi, tatlandırıcı ve koruyucu olarak yaygın olarak kullanılmaktadır. Ayrıca alkollü içecekler, gazlı meşrubatlar, şuruplar, meyve suları, çay & kahve, dondurma, spor & enerji içeceği gibi içeceklerde asitlik düzenleyici ve antioksidan da olarak kullanılmaktadır (97).

Sitrik asit; tat, titre edilebilir asitlik ve asitlenme özellikleriyle asitleştiricilerin arasında altın standart haline gelmiştir. Sitrik asit özellikle , hafif meyvemsi tadı, çözünürlüğü, düşük maliyeti ve bol miktarda tedarik edilebilmesi nedeniyle gıda endüstrisi tarafından oldukça tercih edilmektedir.* (98).



Şekil 4. Asitlerin pH değerleri

3.7.2.2. Laktik asit (C₃H₆O₃)



Şekil 5. Laktik asit

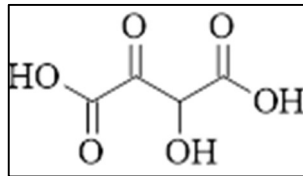
Laktik asit bir diğerk adıyla 2-hidroksi propiyonik asit; belki de doğada en yaygın olarak bulunan karboksilik asittir.

Şekerlerin laktik fermentasyonu ile veya sentetik olarak hazırlanmakta; laktik asit, laktat ve dilaktit gibi yoğunlaşma ürünleri içerebilmektedir. Ticareti ürünlerde kullanımı genellikle %50-90 oranlarındadır. Buna ek olarak yaklaşık %100-125 titre edilebilir laktik asit içeren katı ürünler de mevcuttur. Laktik asit higroskopiktir ve kaynatma/damıtma yoluyla konsantre edildiğinde, dilüe ve ısıtılmış suda hidrolize olan laktik asit ürünleri oluşturur.

Laktik asit, diğerk asit düzenleyicilere kıyasla çok pürüzsüz, hafif bir tada sahiptir. Yaban mersini ve armut da dahil olmak üzere bazı meyvelerde doğal olarak eser miktarlarda bulunur ve özellikle fermente gıdalarda antimikrobiyal aktivitesi ile tanınan organik asitlerden biridir.

Laktik asit fermente etlerde, süt ürünlerinde, soslarda, salamurla ürünlerde yüksek konsantrasyonlarda kullanılmaktadır. Ayrıca gazlı içeceklerde aroma düzenleyici olarak ve meyve ve sebze konservelerinde kullanılır.

3.7.2.3. Tartarik asit(C₄H₆O₆)



Şekil 6. Tartarik asit

Organik asitler, özellikle taze meyveler ve meyve suları olmak üzere birçok gıdanın tamamen doğal bileşenleridir. Üzüm suları ve şaraplar karakteristik olarak tartarik asit içermektedirler. Bununla birlikte FAO'ya göre hem fermentasyon sırasında gıdalarda doğal olarak bulunan hem de gıdaların işlenmesi sırasında gıdalara eklenen organik asitler, uzun yıllardır gıdaların muhafazasında kullanılmaktadır. En yaygın kullanılan organik asitler sitrik, süksinik, malik, tartarik, benzoik, laktik ve propiyonik asitleri içerir. Bunlara ek olarak sitrik, malik, laktik, tartarik ve asetik asitler asit düzenleyici olarak da kabul edildiği görülmektedir

Tartarik asit, sitrik asitten daha güçlü, daha keskin bir tada sahiptir. Üzümde doğal olarak bulunmasıyla ünlü olsa da elma, kiraz, papaya, şeftali, armut, ananas, çilek, mango ve turunçgillerde de bulunmaktadır.

Tartarik asit, tercihen kızılılık veya üzüm içeren gıdalarda, özellikle şaraplarda, jölelerde ve şekerlemelerde kullanılır. Ticari olarak tartarik asit, şarap endüstrisinin atık ürünlerinden hazırlanır ve sitrik ve malik asitler dahil olmak üzere çoğu asit düzenleyiciden daha pahalıdır.

Tartarik asit, yayınlanan bilimsel literatürde diğer organik asitlerin çoğuna (asetik, askorbik, benzoik, sitrik, formik, fumarik, laktik, levulinik, malik ve propiyonik dahil) kıyasla daha az mikroorganizmayı inaktive ettiği ve daha az mikrobiyal büyümeyi engellediği bilinen organik asitlerin en az antimikrobiyallerinden biridir. Ayrıca, sert suda çözündüğünde, istenmeyen çözünmeyen kalsiyum tartarat çökeltileri oluşabilmektedir.

3.8. Kompozit Resinlerin Fiziksel-Mekanik Özellikleri ve Test Yöntemleri

3.8.1. Su emilimi ve suda çözünürlük özellikleri

Su emilimi, yüzey malzemesi tarafından emilen sıvı miktarını tanımlar. Polimerizasyon büzülmesi sürecinden daha uzun süren bu durum matriks arayüzünde ayrılmaya, yapısal bozulmaya ve kompozit resinin mekanik özelliklerinde zayıflamaya sebep olur (99).

Çözünürlük; yetersiz ışık uygulanması, restorasyonun fazla derin olması gibi nedenlerden kaynaklanabilen kusurlu polimerizasyon nedeniyle oluşur. Resinler suya daldırıldığında, polimerleşmemiş bazı monomerler veya doldurucu maddeleri çözünerek kompozit rezinden sızabilir. Bu durum, restorasyonun başlangıç boyutlarını, renk kararsızlığını ve materyalin biyouyumluluğunu azaltacaktır (100).

Kompozit resinlerin su emme ve çözünürlük standardı ISO 4049 standardı ile düzenlenmektedir. ISO 4049'a göre, polimer malzemelerin su absorpsiyonu ve çözünürlüğü için standart, sırasıyla 40 mg mm-3 ve 7.5 mg mm-3'ten daha düşük bir

değere sahiptir. Su absorpsiyonunu ve çözünürlüğünü ölçmek için formül (1) ve (2) denkleminde uygundur (101-103).

$$W_{Sp} = \frac{m_2 - m_3}{V} \quad (3.1)$$

$$W_{Sl} = \frac{m_1 - m_3}{V} \quad (3.2)$$

Ws: Suda çözünürlük

V: Örnek hacmi

m: Örnek ağırlığı

3.8.2. Yüzey pürüzlülüğü

Kompozit rezinin yüzey pürüzlülüğü; biyokimyasal içeriği, organik ve doldurucu yapısı (boyut, şekil, sertlik, tip, partiküller arası boşluk, monomer tipi, sertleşme derecesi), doldurucu partikülleri ile rezin organik matrisi (104) arasındaki bağın verimliliği, cilalama sistemi (aşındırıcının sertliği, şekli ve tane boyutu; ve cilalama aletinin ve cilalama tekniğinin matris esnekliği) (104,105) ve klinisyen ile ilgili faktörler (uygulanan kuvvet, hız ve zaman) (106) gibi bir çok faktöre bağlıdır.

Kompozitlerin yüzey pürüzlülüğü; aşındırma potansiyeli, cilalanabilirliği, marjinal bütünlüğü, aşınma direnci gibi fiziksel ve mekanik özelliklerin yanı sıra; estetik görünüm ve hasta konforu gibi pek çok unsuru etkilemektedir (107). Bu nedenle rezin kompozitlerin yüzey kalitesi genellikle rezin kompozit restorasyonların klinik performansını etkiler.

Yüzey pürüzlülüğünün etkisiyle yüzey kalitesine bağlı gelişen klinik problemler, plak retansiyonu, buna bağlı diş eti iltihabı, renklenme ve sekonder çürük oluşumu gibi olumsuz sonuçlara yol açmaktadır (108,109).

3.8.2.1.Yüzey pürüzlülüğü ölçüm yöntemleri

Diş hekimliğinde pürüzlülük ölçüm parametresi olarak bir profilin ortalamadan dikey olarak ayrıldığı değer hesaplanarak belirlenen yüzey pürüzlülüğü (Ra) değeri kullanılmaktadır.

Dental materyallerin yüzey pürüzlülüğü, mekanik profilometre, optik profilometre ve atomik kuvvet mikroskobu (AFM) gibi nicel ölçüm yöntemleri ve optik 3D profilometre ve taramalı elektron mikroskobu (SEM) gibi kalitatif ölçüm yöntemleri dahil olmak üzere Ra değeri birçok yöntemle ölçülebilir (66,110).

a. Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM)

SEM cihazı restoratif materyallerin ve dental sert ve yumuşak dokuların bunlara ek olarak ara yüzlerinin incelenmesi için kullanılabilir. Elektronlar yoluyla diş mine yüzeyinden yüksek çözünürlüklü ölçümler yapılarak yüzey özelliklerinin incelenmesine olanak sağlar. Yüzey karakteristikleri, ara yüz bütünlüğü (marjinler) veya kırık analizi (çatlama, ayrılma, vb.) için güvenli bir çözünürlük ve yüksek büyütme oranıyla (x50 ile x5000 arası) yapılabilir (111).

b. Profilometre

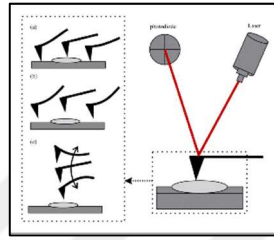
Kontakt profilometre, elmas uçlu bir prob yardımıyla yüzey sertliği ve pürüzlülüğünün incelenmesinde kullanılmakta olup işlem sırasında yüzey üzerinde değişiklik yapabildiği için günümüzde artık tercih edilmemektedir.

Diş hekimliğinde kullanılan optik profilometre, yüzeylerden topografik verileri işlemek, yüzey morfolojisi, basamak yükseklikleri ve pürüzlülük verilerini elde ederek işlemek için kullanılmaktadır.

Optik profilometre, fiziksel bir prob yerine ışık kullanıp yüzey üzerine odaklanarak temassız (nonkontakt) ölçümler yapabilmektedir. Bu sayede dental materyale zarar vermez. Yüzeydeki nanometre seviyesindeki değişiklikleri ölçmek çok daha kolaydır. Ancak yüzeyin parlaklığı ve eğiminden etkilenebilmektedir (112).

c. Atomik Kuvvet Mikroskobu (AFM)

AFM, bir malzemenin yapısal karakterini ölçmek ve belgelemek için oldukça etkili bir araçtır. Kompozit rezinlerin yüzey topografisinin yüksek uzaysal çözünürlükte görselleştirilmesine izin vermektedir. Değişik amaçlar için farklı problemlerin kullanıldığı bu cihazlar, prob yüzeye temas ettirilerek (kontakt), yüzeye vurularak (tapping) veya yüzeye temas ettirilmeden (non-kontakt) de kullanılabilir.



Şekil 7. AFM'nin çalışma modları (a) kontakt mod (b) non-kontakt mod (c) vurmalı mod (113)

SEM görüntülemesinde iki boyutlu görüntüler kullanılırken AFM ile üç boyutlu görüntü elde edilmektedir. Görüntülerin çözünürlük miktarı çok daha fazladır. Görüntüleme özelliklerinin avantajları ve numune yüzeyinde deformasyona neden olmamaları, bu cihazların dental materyallerin yüzey özelliklerinin değerlendirilmesinde ve mine morfolojisinin değişiminin incelenmesinde giderek daha fazla kullanılmasını sağlamaktadır (114).

3.8.3. Yüzey sertliği

Sertlik, bir malzemenin çökmeye karşı direncini ifade etmektedir. Bu nedenle sertlik, malzeme mukavemeti ve orantılı limit arasında önemli bir ilişki vardır. Orantılı limit, bir dental materyalin herhangi bir sapma olmaksızın sürdürdüğü maksimum stres veya üzerinde plastik deformasyonun meydana geldiği elastik stresin büyüklüğüdür. Orantılı sınırın altında kalıcı deformasyon oluşmaz ve stres kaldırıldığında yapı orijinal boyutuna geri döner (115).

Diş hekimliğinde sertlik, bir dental restorasyonun karşıt yapılar tarafından aşınma veya aşındırma yeteneğinin bir ölçüsünü tanımlamaktadır. Sonuç olarak, bir restorasyonun sertliğini etkileyen faktörler, restorasyonun dayanıklılığını da etkilemektedir. Diş hekimliğinde sıklıkla Knoop ve Vickers mikrosertlik testleri kullanılmaktadır (116).

4. GEREÇ ve YÖNTEM

4.1. Kullanılan Materyal ve Cihazların Belirlenmesi

Çalışmamızda; bir adet mikrohibrit Clearfil Majesty Posterior (Kuraray , Okayama, Japonya) kompozit rezin bir adet supra-nano hibrit Estelite Sigma Quick (Tokuyama , Tokyo, Japonya) kompozit rezin, bir adet mikrohibrit kompozit rezin G-Aenial Posterior (GC Corporation, Tokyo, Japonya) olmak üzere Restoratif Diş Tedavisinde sıklıkla tercih edilen güncel üç farklı kompozit rezin materyal kullanılmıştır. (Tablo 2 ve Resim 3).

Tablo 2. Çalışmamızda kullanılan kompozit rezin materyaller

MATERYALLER	TÜR	LOT NO	İÇERİK
CLEARFIL MAJESTY Posterior (Kuraray, Okayama, Japonya)	Kompozit (mikrohibrit)	BE0078	• Silalanmış baryum cam seramik doldurucu • Yüzey işlenmiş alüminyum oksit doldurucu • Bisfenol A diglisidil metakrilat (Bis-GMA) • Trietilenglikol dimetakrilat (TEGDMA) • Hidrofobik aromatik dimetakrilat • dl-kamforkinon • Toplam inorganik dolgu oranı yaklaşık olarak %82vol'dur. • İnorganik doldurucuların partikül boyutu 0.02 µm ile 7.9 µm arasında değişmektedir.
ESTELİTE SIGMA QUICK (Tokuyama, Tokyo, Japonya)	Kompozit (supra-nano hibrit)	E7933	• Ağırlık olarak %82 ve hacim olarak %71 doldurucu oranına sahiptir. • Monomer matrixi Bis-Gma ve Trietyline glikol dimetakrilat içermektedir. • Doldurucusu silika-zirkonyum içerir.
G-AENIAL POSTERİOR (GC Corporation Tokyo, Japan)	Kompozit (Mikrohibrit)	2202141	• (UDMA ve dimetakrilat ko-monomerleri) • Pre-polimerize doldurucular (16-17µ): • Silika içerikli, Stronsiyum ve Lanthanoid, Flor içerikli inorganik doldurucular > 100 nm: • Floroaluminosilikat inorganik doldurucular < 100 nm: silika • İz miktarda pigmentler, katalistler • (Bis-GMA içermez.)



Resim 3. Çalışmada kullanılan kompozit rezinler

Kullanılan diğ er malzeme ve cihazlar;

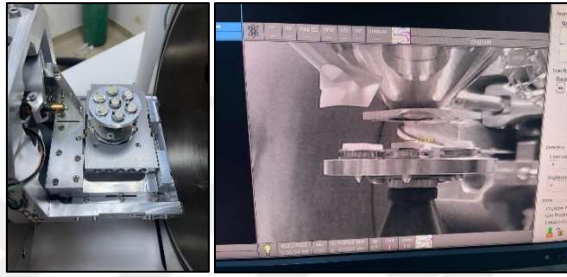
- Sof-Lex (3M ESPE, St. Pau / ABD) (Resim 7)
- LED ışık cihazı (Woodpecker Led-G /   in) (Resim 7)
- Şeffaf bant (Hawe Stopstrip, Kerr / Switzerland) (Resim)
- Etüv cihazı (Mikrotest mst 55 etüv cihazı / Türkiye) (Resim 4)
- Kumpas (Jensen JP-1 jku 010 / Almanya) (Resim 7)
- AFM Cihazı (XE-100E, Park Systems / Güney Kore) (Resim 5)
- SEM Cihazı (QUANTA FEG 250, FEI/ Oregon/Amerika) (Resim 6)
- Hassas terazi (Precisa XB 220A, Zurich / Switzerland) (Resim 4)
- Desikatör (EN025, Nüve / Türkiye).



Resim 4. Numunelerin bekletildiğı etüv cihazı ve hassas terazi



Resim 5.  l  m sırasında kullanılan mikroskop



Resim 6. Ölçüm sırasında kullanılan SEM cihazı ve numuneler

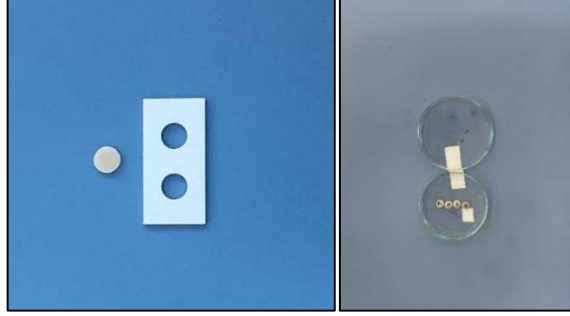


Resim 7. Kullanılan diğer malzeme ve cihazlar

4.2. Örneklerin Hazırlanması

Çalışmamızda kullanılan tüm kompozit örnekleri 2mm derinliğinde ve 8mm çapındaki plastik kalıplara, standardizasyonu sağlamak amacıyla aynı kişi tarafından, bir paslanmaz çelik ağız spatülü yardımıyla hava boşluğu kalmayacak şekilde kondanse edilerek yerleştirilmiştir. 24°C oda sıcaklığında şeffaf bant ve iki cam siman camı arasında sıkıştırılan materyaller, cam plakaların uzaklaştırılmasının ardından LED ışık cihazı (Woodpecker Led-G, Çin) yardımıyla, üretici firmanın önerileri doğrultusunda polimerize edilmiştir. Bu sayede, her bir kompozit materyalinden 28'er adet disk örneği hazırlanmıştır. Sonuç olarak; üç farklı kompozit rezin materyali dört

farklı solüsyonda bekletilmek üzere, her biri 7 adet disk içeren 3 alt grup oluşturulmuştur. Böylece toplamda 84 adet örnek hazırlanmıştır. (Resim 8).



Resim 8. Örnek hazırlamada kullanılan plastik kalıp ve hazırlanan örnekler

4.3. Bitirme ve Parlatma Prosedürü

Bu adımı gerçekleştirmek için Sof-Lex Bitirme ve Polisaj Sistemi (REF NO: 2380 3M ESPE, St. Paul, MN, ABD) kullanılmıştır. Sistem, alüminyum oksit parçacıkları ile işleminden geçirilmiş termoplastik bir elastomerden yapılmış iki tek kullanımlık diskten oluşmaktadır. Bej disk, cilalama, düzleştirme ve çiziklerin giderilmesi için, beyaz olan ise polisaj için kullanıma tasarlanmıştır.

Hazırlanan kompozit örneklerin ışık uygulanmış yüzeylerine alüminyum oksit emdirilmiş Sof-lex diskler vasıtasıyla polisaj ve bitirme işlemleri uygulanmıştır. Polisaj işlemi boyunca her bir spiral disk, su soğutma veya cilalama macunu olmadan, aşamalı olarak, her numune için yenilenerek 30 saniye boyunca yalnızca bir kez kullanılmıştır. Diskleri harekete geçirmek için 20.000 rpm hızında bir angldruva kullanılmıştır. Kompozit örneklerinin kalınlıkları kumpas yardımıyla kontrol edilerek kalınlık homojenitesi kontrol edilmiştir. Tüm örnekler distile su ile altında 20 saniye süreyle yıkanmıştır.

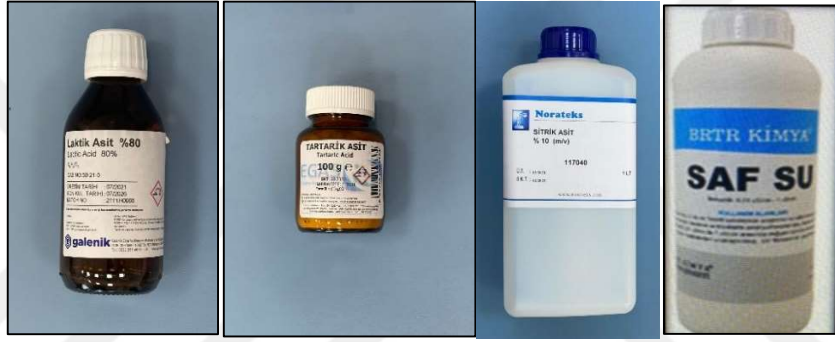
4.4. Solüsyonların Temini ve Hazırlanması

Konuyla ilgili yapılan önceki çalışmalar baz alınarak çalışmamızda Kompozit materyallerin içerisinde bekletileceği solüsyonlar ise 100 gr'lık Tartarik Asit tozundan %15 lik solüsyon olacak şekilde (Egaş, Novagenix) , %85'lik Laktik Asit (Galenik)

ve %10'luk Sitrik Asit (Norateks) yanı sıra kontrol grubu olarak distile su (de-iyonize su) olması kararlaştırılmıştır. (Tablo 3 ve Resim 9).

Tablo 3. Çalışmada kullanılan solüsyonlar

Solüsyon	Simülasyon	Üretici Firma
Laktik Asit	Fermante gıdalar, Süt ve süt ürünleri, turşular, salamura ve soslar	.Laktik asit %85, Galenik
Tartarik Asit	Şarap, üzüm suyu, gazozlar, şekerlemeler	Tartarik asit 100 gr, Egaş, Novagenix
Sitrik asit	İçecekler, sebzeler, meyveler, şeker, şurup	Sitrik asit %10, Norateks
Distile su		Deiyonize Su, Brtr Kimya



Resim 9. Çalışmamızda kullanılan solüsyonlar

4.5. Suda Çözünürlüğün Hesaplanması ve Yüzey Pürüzlülüğünün Tespiti

Çalışmamızda hazırlanan kompozit disk örneklerinin suda çözünürlük seviyelerini belirlemek üzere, ISO 4049:2009a spesifikasyonunda bildirilen standart formül temel alınmıştır. Test örneklerinin karışmasını önlemek amacıyla önceden numaralandırılan kompozit örnekleri, silika jel ihtiva eden desikatöre (EN025, Nüve, Türkiye) yerleştirilmiştir. 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 tutulmuştur.

Örneklerin kuru ağırlıkları 0,0001g hassasiyetindeki terazi sayesinde (Precisa XB 220A, Zürih / İsviçre) ölçüldükten sonra, örnek ağırlıklarının 0,1 mg’den fazla değişip değişmediğini belirlemek üzere (nihai ağırlığın tespit edilmesi amacıyla) aynı işlem 24 saat sonra tekrarlanmıştır. 24 saat sonunda ağırlık kaybının 0,1 mg’den az olduğu

belirlenen (ağırlığı sabitlenen) tüm kompozit örneklerinin başlangıç ağırlıkları mikrogram (μg) cinsinden M_1 olarak kaydedilmiştir. Ağırlığı sabitlenen her bir örneğin çapı ve kalınlığı kumpasla (Jensen JP-1 jku 010, Almanya) ölçülerek ortalamaları hesaplanmıştır. Bu sayede, her bir örneğin mm^2 cinsinden çapı ve mm^3 cinsinden ortalama kalınlığı belirlenmiştir. ($V=\pi r^2 h$).

Yedi günlük sürenin sonunda, materyallerin yüzey pürüzlülüğü ve suda çözünürlük seviyelerindeki değişimler incelenmiştir. Hazırlanan örneklerin yüzey pürüzlülük ölçümleri; Dicle Üniversitesi Bilimsel Araştırma ve Teknoloji merkezinde (DÜBTAM), AFM (XE-100E atomik kuvvet mikroskopisi, Park Systems / Güney Kore) ve SEM (QUANTA FEG 250, FEI/ Oregon/Amerika) cihazı kullanılarak yapılmıştır.

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. Farklı amaçlar için farklı iğne uçlarının kullanıldığı bu cihazlar, iğne ucu yüzeye temas ettirilerek, yüzeye vurularak veya yüzeye temas ettirilmeden de kullanılabilir.

Bizim çalışmamızda ise, iğne ucu yüzeye temas ettirilmeden yani non-kontakt modda çalıştırılarak yüzey pürüzlülüğü tespit edilmeye çalışılmış ve bu sayede detaylı üç boyutlu yüzey görüntüsü elde edilmesi amaçlanmıştır. Her bir örneğin yüzey pürüzlülüğü ölçümlerinin gerçekleştirilmesi öncesinde, AFM cihazının kalibrasyonu gerçekleştirilmiştir. Her bir örnek için $5 \times 5 \mu\text{m}$ 'lik üç farklı noktadan 1 Hz hız ile ölçüm yapılmıştır. Yüzey resimleri, 256×256 piksel çözünürlükte alınmış ve başlangıç yüzey pürüzlülük değerleri sayısal olarak R_a (nm) değerleri şeklinde kaydedilmiştir.

Farklı kompozit rezin materyallerle hazırlanan örnekler başlangıç ağırlıkları ve yüzey pürüzlülük ölçümlerinin yapılmasını takiben, gıdaları taklit eden asidik solüsyonlarda bekletilmek üzere 3 alt gruba ayrılmıştır.

Grup K : Clearfil Majesty Posterior (universal mikrohibrit kompozit rezin) ile hazırlanan örnekler 4 alt gruba ayrıldı.

Grup KT: Örnekler 7 gün boyunca %15'lik tartarik asit içerisinde bekletildi.

Grup KL: Örnekler 7 gün boyunca %85'lik laktik asit içerisinde bekletildi.

Grup KS: Örnekler 7 gün boyunca %10'luk sitrik asit içerisinde bekletildi.

Grup KD: Örnekler 7 gün boyunca distile su içerisinde bekletildi.

Grup T : Estelite Sigma Quick (supra-nano hibrit kompozit rezin) ile hazırlanan örnekler 4 alt gruba ayrıldı.

Grup TT: Örnekler 7 gün boyunca %15'lik tartarik asit içerisinde bekletildi.

Grup TL: Örnekler 7 gün boyunca %85'lik laktik asit içerisinde bekletildi.

Grup TS: Örnekler 7 gün boyunca %10'luk sitrik asit içerisinde bekletildi.

Grup TD: Örnekler 7 gün boyunca distile su içerisinde bekletildi.

Grup G: G-aenial Posterior (mikrohibrit kompozit rezin) ile hazırlanan örnekler 4 alt gruba ayrıldı.

Grup GT: Örnekler 7 gün boyunca %15'lik tartarik asit içerisinde bekletildi.

Grup GL: Örnekler 7 gün boyunca %85'lik laktik asit içerisinde bekletildi.

Grup GS: Örnekler 7 gün boyunca %10'luk sitrik asit içerisinde bekletildi.

Grup GD: Örnekler 7 gün boyunca distile su içerisinde bekletildi.

Örnekler, içlerinde farklı saklama solüsyonlarının bulunduğu tüplere konularak 7 gün süreyle 37°C'de etüvde bekletilmiştir. Kullanılan solüsyonun hacmi, her bir örnek için 5ml olacak şekilde ayarlanmıştır. Yedinci günün sonunda solüsyonlardan çıkarılan örnekler, sabit kütle ağırlıklarını tekrar kazanmaları için testin başındaki gibi 24 saat süreyle desikatörde bekletilmiştir. Örneğin ağırlığı sabitlendiğinde, elde edilen yeni değerler M_3 olarak kaydedilmiştir. Kompozit rezin materyal örneklerinin 7 gün

sonundaki suda çözünürlük düzeyleri milimetreküpte mikrogram cinsinden şu şekilde hesaplanmıştır;

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

W_{SL}: Suda çözünürlük

V: Örnek hacmi

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

5. İSTATİSTİKSEL ANALİZ

Bu çalışmada elde edilen veriler Lisanslı IBM SPSS Statistics Version 21 paket programı ile analiz edilmiştir. (Lisans numarası: 5f5551afac84a24ad7a95) Değişkenlerin normal dağılımdan gelme durumları araştırılırken birim sayıları nedeniyle Shapiro Wilk's' den 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 anlamlı farklılık görülmesi durumunda Post-Hoc testler (Bonferroni düzeltilmeli Mann Whitney U testi) yardımıyla aralarında anlamlı farklılık bulunan gruplar belirlenmiştir.

Grup içi farklılıklar incelenirken değişkenlerin normal dağılımdan gelmemesi nedeniyle Friedman Testi ve/veya Wilcoxon Testi kullanılmıştır. Friedman Testi sonucunda anlamlı farklılıkların çıkması durumunda Çoklu Karşılaştırma Testlerinden yararlanılarak birbiriyle farklılık gösteren değişken grupları tespit edilmiştir.

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.

6. BULGULAR

6.1. Çözünürlük Miktarı

6.1.1. Ağırlık Miktarının Gruplar Arası Farklılıkları;

Tablo 4. Ağırlık miktarı bakımından kompozitler arasındaki farklılığa ilişkin analiz sonucu

Kompozit		Kruskal Wallis H Testi					
		n	Mean	Median	Min	Max	Sd
Başlangıç Ağırlık Miktarları	G-enial Posterior	28	0,179	0,18	0,174	0,184	0,004
	Clearfil Majesty Posterior	28	0,221	0,222	0,215	0,225	0,003
	Estelite Sigma Quick	28	0,227	0,228	0,214	0,238	0,007
	Toplam	84	0,209	0,22	0,174	0,238	0,022
7. gün Ağırlık Miktarları	G-enial Posterior	28	0,179	0,179	0,173	0,183	0,004
	Clearfil Majesty Posterior	28	0,192	0,218	0,11	0,224	0,048
	Estelite Sigma Quick	28	0,225	0,224	0,213	0,237	0,007
	Toplam	84	0,199	0,217	0,11	0,237	0,034

Başlangıç ağırlık miktarları bakımından kompozitler arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmaktadır ($p<0,05$). G-Aenial Posterior kompozitinin başlangıç ağırlık miktarı değeri Clearfil Majesty Posterior ve Estelite Sigma Quick kompozitlerine göre anlamlı derecede düşüktür.

Son ağırlık miktarları 7. gün değeri bakımından ise kompozitler arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmaktadır ($p<0,05$). Kompozitler arasında G-Aenial Posterior kompozitinin son ağırlık miktarı en düşük, Clearfil Majesty Posterior kompozitinin son ağırlık miktarı 7. gün değeri ise Estelite Sigma Quick kompozitine göre anlamlı derecede düşüktür.

Son ağırlık miktarı 7. gün değeri bakımından solüsyonlar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmaktadır ($p<0,05$). Laktik asitte bekletilmiş kompozitlerin toplam ağırlık miktarı 7. gün değeri sitrik asit ve distile su solüsyonlarına göre anlamlı derecede düşüktür.

Tablo 5. Kompozit ayrımında çözünürlük miktarı bakımından solüsyonlar arası farklılığa ilişkin analiz sonucu

Solüsyon			Kruskal Wallis H Testi						
			n	Mean	Median	Min	Max	Sd	p
G-Aenial Posterior	Başlangıç Ağırlık Miktarı	Laktik asit	7	0,174	0,175	0,174	0,175	0	0,001
		Tartarik asit	7	0,182	0,182	0,178	0,184	0,002	
		Sitrik asit	7	0,182	0,182	0,18	0,184	0,002	
		Distile su	7	0,179	0,179	0,175	0,184	0,003	
		Toplam	28	0,179	0,18	0,174	0,184	0,004	
	7. gün Ağırlık Miktarı	Laktik asit	7	0,173	0,174	0,173	0,174	0	0,001
		Tartarik asit	7	0,181	0,182	0,178	0,183	0,002	
		Sitrik asit	7	0,181	0,181	0,179	0,183	0,002	
		Distile su	7	0,178	0,178	0,175	0,182	0,003	
		Toplam	28	0,179	0,179	0,173	0,183	0,004	
Clearfil Majesty Posterior	Başlangıç Ağırlık Miktarı	Laktik asit	7	0,224	0,224	0,222	0,225	0,001	0,016
		Tartarik asit	7	0,221	0,222	0,216	0,224	0,003	
		Sitrik asit	7	0,219	0,219	0,215	0,224	0,003	
		Distile su	7	0,221	0,221	0,219	0,223	0,002	
		Toplam	28	0,221	0,222	0,215	0,225	0,003	
	7. gün Ağırlık Miktarı	Laktik asit	7	0,112	0,112	0,11	0,114	0,001	0,001
		Tartarik asit	7	0,219	0,22	0,214	0,223	0,003	
		Sitrik asit	7	0,219	0,218	0,213	0,224	0,004	
		Distile su	7	0,221	0,221	0,219	0,223	0,002	
		Toplam	28	0,192	0,218	0,11	0,224	0,048	
Estelite Sigma Quick	Başlangıç Ağırlık Miktarı	Laktik asit	7	0,229	0,228	0,223	0,238	0,006	0,001
		Tartarik asit	7	0,218	0,217	0,214	0,222	0,003	
		Sitrik asit	7	0,226	0,227	0,223	0,229	0,002	
		Distile su	7	0,235	0,236	0,232	0,237	0,002	
		Toplam	28	0,227	0,228	0,214	0,238	0,007	
	7. gün Ağırlık Miktarı	Laktik asit	7	0,225	0,223	0,219	0,233	0,006	0,001
		Tartarik asit	7	0,217	0,217	0,213	0,221	0,003	
		Sitrik asit	7	0,224	0,226	0,221	0,227	0,002	
		Distile su	7	0,234	0,236	0,231	0,237	0,002	
		Toplam	28	0,225	0,224	0,213	0,237	0,007	

G-Aenial Posterior grubu kompozitler için başlangıç ağırlık miktarı değeri bakımından solüsyonlar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmaktadır ($p<0,05$). G-Aenial Posterior kompozitler arasında laktik asitte bekletilmek için seçilenlerin başlangıç ağırlık miktarı değeri tartarik asit ve sitrik asit solüsyonlarına göre anlamlı derecede düşüktür.

G-Aenial Posterior grubu kompozitler için Ağırlık miktarı 7. gün değeri bakımından solüsyonlar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmaktadır ($p<0,05$). G-Aenial Posterior kompozitler içerisinde laktik asitte bekletilenlerin ağırlık miktarı 7. gün değeri tartarik asit ve sitrik asit solüsyonlarına göre anlamlı derecede düşüktür.

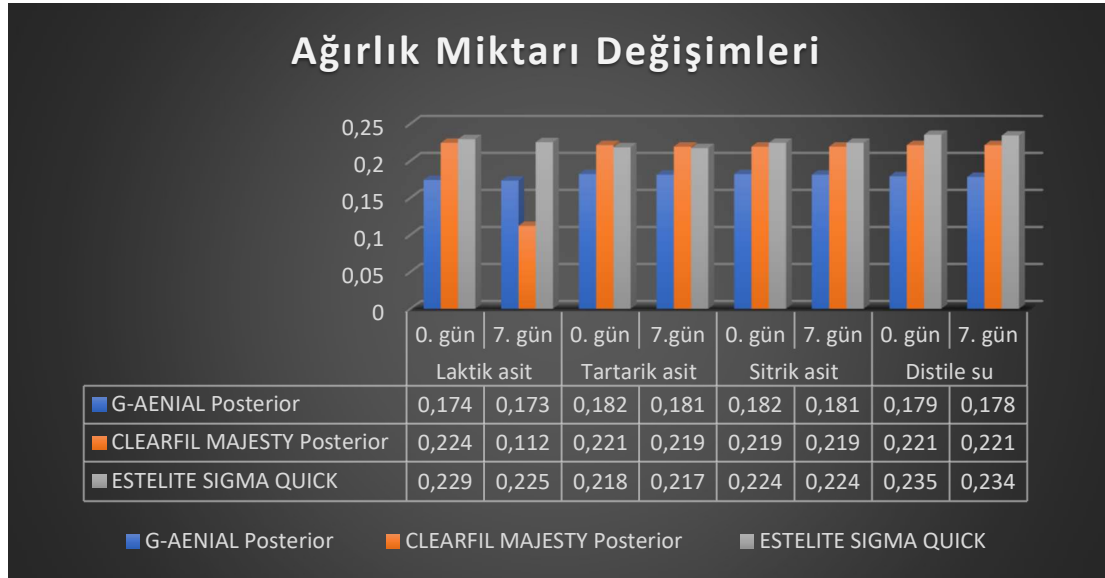
Clearfil Majesty Posterior grubu kompozitler için başlangıç ağırlık miktarı değeri bakımından solüsyonlar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmaktadır ($p<0,05$). Clearfil Majesty Posterior kompozitler arasında sitrik asitte bekletilmek için

seçilenlerin başlangıç ağırlık miktarı değeri laktik asit solüsyonlarına göre anlamlı derecede düşüktür.

Clearfil Majesty Posterior grubu kompozitler için ağırlık miktarı 7. gün değeri bakımından solüsyonlar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmaktadır ($p<0,05$). Clearfil Majesty Posterior kompozitler arasında laktik asitte bekletilenlerin ağırlık miktarı 7. gün değeri diğer solüsyonlara göre anlamlı derecede düşüktür.

Estelite Sigma Quick grubu kompozitler için başlangıç ağırlık miktarı değeri bakımından solüsyonlar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmaktadır ($p<0,05$). Estelite Sigma Quick kompozitler arasında tartarik asitte bekletilmek için seçilenlerin başlangıç ağırlık miktarı değeri laktik asit ve distile su solüsyonlarına göre anlamlı derecede düşüktür.

Estelite Sigma Quick kompoziti için ağırlık miktarı 7. gün değeri bakımından solüsyonlar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmaktadır ($p<0,05$). Estelite Sigma Quick kompozitlerde tartarik asitte bekletilenlerin ağırlık miktarı 7. gün değeri distile su solüsyonuna göre anlamlı derecede düşüktür.



Şekil 8. Kompozitler arasında çözünürlük miktarı bakımından solüsyonlara göre farklılıklar

Tablo 6. Solüsyon ayrımında ağırlık miktarı bakımından kompozitler arasındaki farklılığa ilişkin analiz sonucu

Kompozit									Kruskal Wallis H Testi
									p
Laktik asit	Başlangıç Ağırlık Miktarı	G-Aenial Posterior	7	0,174	0,175	0,174	0,175	0	0,001
		Clearfil Majesty Posterior	7	0,224	0,224	0,222	0,225	0,001	
		Estelite Sigma Quick	7	0,229	0,228	0,223	0,238	0,006	
		Toplam	21	0,209	0,223	0,174	0,238	0,025	
	7. gün Ağırlık Miktarı	G-Aenial Posterior	7	0,173	0,174	0,173	0,174	0	0,001
		Clearfil Majesty Posterior	7	0,112	0,112	0,11	0,114	0,001	
		Estelite Sigma Quick	7	0,225	0,223	0,219	0,233	0,006	
		Toplam	21	0,17	0,174	0,11	0,233	0,048	
Tartarik asit	Başlangıç Ağırlık Miktarı	G-Aenial Posterior	7	0,182	0,182	0,178	0,184	0,002	0,001
		Clearfil Majesty Posterior	7	0,221	0,222	0,216	0,224	0,003	
		Estelite Sigma Quick	7	0,218	0,217	0,214	0,222	0,003	
		Toplam	21	0,207	0,217	0,178	0,224	0,018	
	7. gün Ağırlık Miktarı	G-Aenial Posterior	7	0,181	0,182	0,178	0,183	0,002	0,001
		Clearfil Majesty Posterior	7	0,219	0,22	0,214	0,223	0,003	
		Estelite Sigma Quick	7	0,217	0,217	0,213	0,221	0,003	
		Toplam	21	0,206	0,216	0,178	0,223	0,018	
Sitrik asit	Başlangıç Ağırlık Miktarı	G-Aenial Posterior	7	0,182	0,182	0,18	0,184	0,002	0,001
		Clearfil Majesty Posterior	7	0,219	0,219	0,215	0,224	0,003	
		Estelite Sigma Quick	7	0,226	0,227	0,223	0,229	0,002	
		Toplam	21	0,209	0,219	0,18	0,229	0,02	
	7. gün Ağırlık Miktarı	G-Aenial Posterior	7	0,181	0,181	0,179	0,183	0,002	0,001
		Clearfil Majesty Posterior	7	0,219	0,218	0,213	0,224	0,004	
		Estelite Sigma Quick	7	0,224	0,226	0,221	0,227	0,002	
		Toplam	21	0,208	0,218	0,179	0,227	0,02	
Distile su	Başlangıç Ağırlık Miktarı	G-Aenial Posterior	7	0,179	0,179	0,175	0,184	0,003	0,001
		Clearfil Majesty Posterior	7	0,221	0,221	0,219	0,223	0,002	
		Estelite Sigma Quick	7	0,235	0,236	0,232	0,237	0,002	
		Toplam	21	0,212	0,221	0,175	0,237	0,024	
	7. gün Ağırlık Miktarı	G-Aenial Posterior	7	0,178	0,178	0,175	0,182	0,003	0,001
		Clearfil Majesty Posterior	7	0,221	0,221	0,219	0,223	0,002	
		Estelite Sigma Quick	7	0,234	0,236	0,231	0,237	0,002	
		Toplam	21	0,211	0,221	0,175	0,237	0,024	

Tüm solüsyonlarda bekletilecek olan kompozit gruplarının başlangıç ağırlık miktarı 0.gün değeri bakımından kompozitler arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmaktadır ($p<0,05$). G-Aenial Posterior kompozitlerin başlangıç ağırlık miktarı değeri

Estelite Sigma Quick ve Clearfil Majesty Posterior kompozitlerine göre anlamlı derecede düşüktür.

Laktik asit solüsyonunda bekletilen kompozitlerden ağırlık miktarı 7. gün değeri bakımından kompozitler arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmaktadır ($p<0,05$). Laktik asit solüsyonunda bekletilen Clearfil Majesty Posterior grubu kompozitlerin ağırlık miktarı 7. gün değeri Estelite Sigma Quick kompozitine göre anlamlı derecede düşüktür.

Tartarik asit solüsyonunda bekletilen kompozitlerden ağırlık miktarı 7. gün değeri bakımından kompozitler arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmaktadır ($p<0,05$). Tartarik asit solüsyonunda bekletilen G-Aenial Posterior grubu kompozitlerin ağırlık miktarı 7. gün değeri Clearfil Majesty Posterior ve Estelite Sigma Quick kompozitlerine göre anlamlı derecede düşüktür.

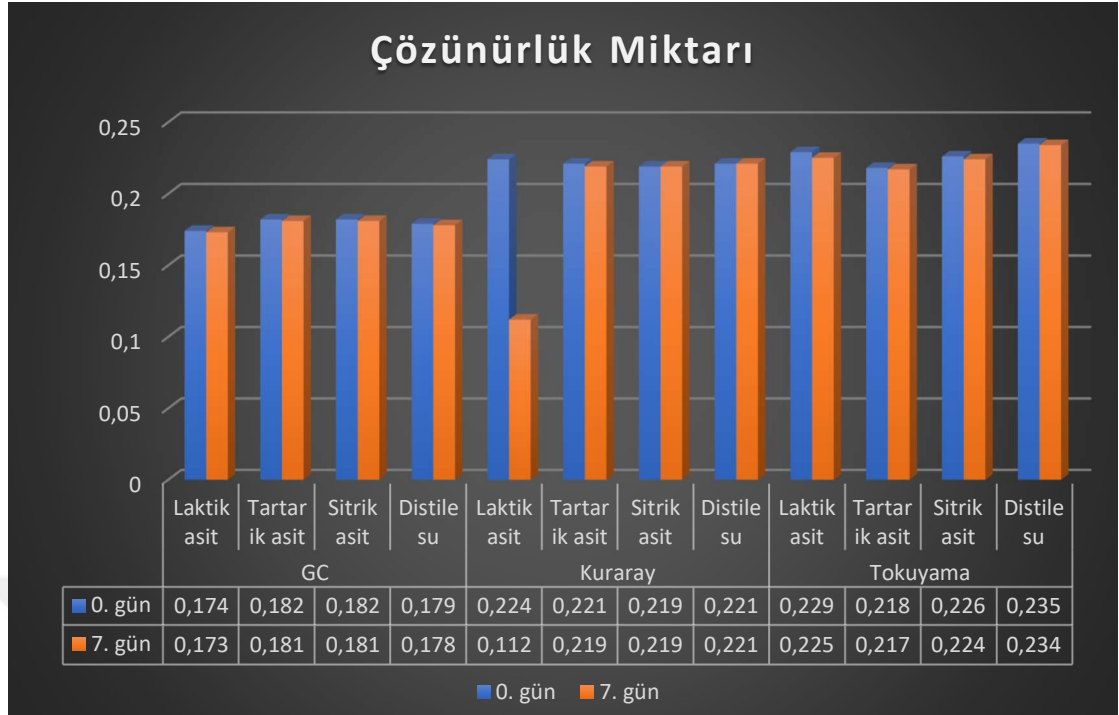
Sitrik asit ve distile su solüsyonunda bekletilen kompozitlerden ağırlık miktarı 7. gün değeri bakımından kompozitler arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmaktadır ($p<0,05$). Sitrik asit solüsyonunda bekletilen G-Aenial Posterior grubu kompozitlerin ağırlık miktarı 7. gün değeri Estelite Sigma Quick kompozitine göre anlamlı derecede düşüktür.

6.1.2. Çözünürlük Miktarı Grup İçi Farklılıkları;

Tablo 7. Kompozit ve solüsyon ayırımında çözünürlük miktarı bakımından zamanlar arasındaki farklılığa ilişkin analiz sonucu

			Wilcoxon Testi							
			n	Mean	Median	Min	Max	Sd	z	p
G-Aenial Posterior	Laktik asit	Başlangıç Ağırlık Miktarı	7	0,1745	0,175	0,174	0,175	0,0004	-2,401	0,016
		7. gün Ağırlık Miktarı	7	0,1735	0,174	0,173	0,174	0,0004		
	Tartarik asit	Başlangıç Ağırlık Miktarı	7	0,182	0,182	0,178	0,184	0,0018	-2,401	0,016
		7. gün Ağırlık Miktarı	7	0,1813	0,182	0,178	0,183	0,0018		
	Sitrık asit	Başlangıç Ağırlık Miktarı	7	0,1819	0,182	0,18	0,184	0,0016	-2,392	0,017
		7. gün Ağırlık Miktarı	7	0,1809	0,181	0,179	0,183	0,0016		
	Distile su	Başlangıç Ağırlık Miktarı	7	0,179	0,179	0,175	0,184	0,003	-2,414	0,016
		7. gün Ağırlık Miktarı	7	0,1785	0,178	0,175	0,182	0,0028		
Clearfil Majesty Posterior	Laktik asit	Başlangıç Ağırlık Miktarı	7	0,2237	0,224	0,222	0,225	0,0012	-2,371	0,018
		7. gün Ağırlık Miktarı	7	0,1116	0,112	0,11	0,114	0,0013		
	Tartarik asit	Başlangıç Ağırlık Miktarı	7	0,2208	0,222	0,216	0,224	0,0032	-2,371	0,018
		7. gün Ağırlık Miktarı	7	0,2191	0,22	0,214	0,223	0,0032		
	Sitrık asit	Başlangıç Ağırlık Miktarı	7	0,2188	0,219	0,215	0,224	0,0033	-1,183	0,237
		7. gün Ağırlık Miktarı	7	0,2185	0,218	0,213	0,224	0,0036		
	Distile su	Başlangıç Ağırlık Miktarı	7	0,2212	0,221	0,219	0,223	0,0015	-2,388	0,017
		7. gün Ağırlık Miktarı	7	0,2207	0,221	0,219	0,223	0,0015		
Estelite Sigma Quick	Laktik asit	Başlangıç Ağırlık Miktarı	7	0,2293	0,228	0,223	0,238	0,0057	-2,371	0,018
		7. gün Ağırlık Miktarı	7	0,2252	0,223	0,219	0,233	0,0058		
	Tartarik asit	Başlangıç Ağırlık Miktarı	7	0,2179	0,217	0,214	0,222	0,0029	-2,41	0,016
		7. gün Ağırlık Miktarı	7	0,2172	0,217	0,213	0,221	0,0029		
	Sitrık asit	Başlangıç Ağırlık Miktarı	7	0,2265	0,227	0,223	0,229	0,0024	-2,371	0,018
		7. gün Ağırlık Miktarı	7	0,2242	0,226	0,221	0,227	0,0023		
	Distile su	Başlangıç Ağırlık Miktarı	7	0,2347	0,236	0,232	0,237	0,0024	-2,414	0,016
		7. gün Ağırlık Miktarı	7	0,2342	0,236	0,231	0,237	0,0024		

Tüm kompozit grupları için bekletildikleri solüsyonlarda çözünürlük miktarı değerleri bakımından zamanlar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmaktadır ($p < 0,05$). Tüm kompozit gruplarının bekletildikleri tüm solüsyonlarda 7. Gün ağırlık miktarı 0. Gün başlangıç ağırlık miktarına göre anlamlı derecede düşüktür.



Şekil 9. Kompozitlerin ve solüsyonların çözünürlük miktarı bakımından grup içi farklılıkları

6.1.3. Çözünürlük Miktarı Değerlerinin Gruplar Arası Farklılıkları;

Tablo 8. Kompozit ayırımında çözünürlük miktarı değerleri bakımından solüsyonlar arasındaki farklılığa ilişkin analiz sonucu

Çözünürlük Miktarı Değerleri								Kruskal Wallis H Testi
		n	Mean	Median	Min	Max	Sd	p
G-Aenial Posterior	Laktik asit	7	9,6677	9,952	8,957	10,947	0,7521	0,002
	Tartarik asit	7	6,824	6,966	5,971	8,957	1,064	
	Sitrik asit	7	9,952	9,952	8,957	10,947	0,8124	
	Distile su	7	5,1176	3,98	2,985	13,933	3,9154	
	Toplam	28	7,8903	8,957	2,985	13,933	2,853	
Clearfil Majesty Posterior	Laktik asit	7	66,918	67,32	64,74	67,86	1,02	0,001
	Tartarik asit	7	16,9184	17,914	12,937	19,904	2,438	
	Sitrik asit	7	17,2027	17,914	12,937	21,894	3,3363	
	Distile su	7	4,4069	3,98	2,985	5,971	0,9715	
	Toplam	28	9,9108	9,454	1,079	21,894	7,644	
Estelite Sigma Quick	Laktik asit	7	41,088	40,804	36,823	44,785	3,1321	0,001
	Tartarik asit	7	7,1083	6,966	4,976	8,957	1,2092	
	Sitrik asit	7	22,3213	22,89	17,914	27,866	4,1774	
	Distile su	7	4,8336	4,976	3,98	5,971	0,687	
	Toplam	28	18,8378	13,4355	3,98	44,785	14,9833	

G-Aenial Posterior grubu kompozitlerinde çözünürlük miktarı bakımından solüsyonlar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmaktadır ($p < 0,05$). G-Aenial Posterior grubu kompozitlerde distile suda bekletilen grubun çözünürlük miktarı değeri sitrik asit ve laktik asit solüsyonlarına göre anlamlı derecede düşüktür.

Clearfil Majesty Posterior grubu kompozitlerinde çözünürlük miktarı bakımından solüsyonlar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmaktadır ($p<0,05$). Clearfil Majesty Posterior grubu kompozitlerde laktik asit solüsyonunda bekletilen kompozitlerin çözünürlük miktarı değeri sitrik asit ve tartarik asit solüsyonlarına göre anlamlı derecede yüksektir.

Estelite Sigma Quick grubu kompozitlerinde çözünürlük miktarı bakımından solüsyonlar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmaktadır ($p<0,05$). Estelite Sigma Quick kompozitlerinde distile suda bekletilen kompozitlerin çözünürlük miktarı değeri sitrik asit ve laktik asit solüsyonlarına göre; tartarik asit solüsyonunun çözünürlük miktarı değeri ise laktik asit solüsyonuna göre anlamlı derecede düşüktür.

Tablo 9. Solüsyon ayırımında çözünürlük miktarı değerleri bakımından kompozitler arasındaki farklılığa ilişkin analiz sonucu

		Çözünürlük miktarı değeri						Kruskal Wallis H Testi
		n	Mean	Median	Min	Max	Sd	p
Laktik asit	G-Aenial Posterior	7	9,6677	9,952	8,957	10,947	0,7521	0,001
	Clearfil Majesty Posterior	7	66,918	67,32	64,74	67,86	1,02	
	Estelite Sigma Quick	7	41,088	40,804	36,823	44,785	3,1321	
	Toplam	21	17,2903	9,952	1,079	44,785	17,6985	
Tartarik asit	G-Aenial Posterior	7	6,824	6,966	5,971	8,957	1,064	0,001
	Clearfil Majesty Posterior	7	16,9184	17,914	12,937	19,904	2,438	
	Estelite Sigma Quick	7	7,1083	6,966	4,976	8,957	1,2092	
	Toplam	21	10,2836	6,966	4,976	19,904	5,0682	
Sitrik asit	G-Aenial Posterior	7	9,952	9,952	8,957	10,947	0,8124	0,001
	Clearfil Majesty Posterior	7	17,2027	17,914	12,937	21,894	3,3363	
	Estelite Sigma Quick	7	22,3213	22,89	17,914	27,866	4,1774	
	Toplam	21	16,492	17,914	8,957	27,866	5,9844	
Distile su	G-Aenial Posterior	7	5,1176	3,98	2,985	13,933	3,9154	0,183
	Clearfil Majesty Posterior	7	4,4069	3,98	2,985	5,971	0,9715	
	Estelite Sigma Quick	7	4,8336	4,976	3,98	5,971	0,687	
	Toplam	21	4,786	3,98	2,985	13,933	2,2613	

Laktik asit solüsyonunda bekletilen kompozitlerin çözünürlük miktarı değerleri bakımından kompozitler arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmaktadır ($p<0,05$). Laktik asit solüsyonunda bekletilen Clearfil Majesty Posterior kompozitinin çözünürlük miktarı değeri Estelite Sigma Quick kompozitine göre anlamlı derecede yüksektir.

Tartarik asit solüsyonunda bekletilen kompozitlerin çözünürlük miktarı değerleri bakımından kompozitler arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmaktadır ($p<0,05$). Tartarik asit solüsyonunda bekletilen G-Aenial Posterior ve Estelite Sigma Quick kompozitlerin çözünürlük miktarı değeri Clearfil Majesty Posterior kompozitine göre anlamlı derecede düşüktür.

Sitrik asit solüsyonunda bekletilen kompozitlerin çözünürlük miktarı değerleri bakımından kompozitler arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmaktadır ($p<0,05$). Sitrik asit solüsyonunda bekletilen G-Aenial Posterior kompozitinin çözünürlük miktarı değeri Clearfil Majesty Posterior ve Estelite Sigma Quick kompozitlerine göre anlamlı derecede düşüktür.

6.2. RA Ölçüm Değerleri

6.2.1. RA Ölçüm Değerlerinin Gruplar Arası Farklılıkları;

Tablo 10. RA ölçüm değerleri bakımından kompozitler arasındaki farklılığa ilişkin analiz sonuçları

Kompozit		Kruskal Wallis H Testi					
		n	Mean	Median	Min	Max	Sd
Başlangıç RA Ölçümleri	G-Aenial Posterior	28	0,031	0,03	0,011	0,063	0,01
	Clearfil Majesty Posterior	28	0,039	0,038	0,017	0,068	0,01
	Estelite Sigma Quick	28	0,048	0,046	0,017	0,087	0,02
	Toplam	84	0,039	0,038	0,011	0,087	0,02
1. gün RA Ölçümleri	G-Aenial Posterior	28	0,056	0,054	0,024	0,092	0,02
	Clearfil Majesty Posterior	28	0,079	0,057	0,034	0,62	0,11
	Estelite Sigma Quick	28	0,076	0,074	0,035	0,115	0,02
	Toplam	84	0,07	0,062	0,024	0,62	0,06
7. gün RA Ölçümleri	G-Aenial Posterior	28	0,108	0,101	0,081	0,151	0,02
	Clearfil Majesty Posterior	28	1,091	0,142	0,079	1	3,47
	Estelite Sigma Quick	28	0,146	0,161	0,075	0,183	0,04
	Toplam	84	0,782	0,134	0,075	1	2,19

0. gün RA ölçüm değerleri bakımından kompozitler arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmaktadır ($p<0,05$). G-Aenial Posterior kompozitinin başlangıç RA ölçüm değeri Estelite Sigma Quick kompozitine göre anlamlı derecede düşüktür.

1. gün RA ölçüm değerleri bakımından kompozitler arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmaktadır ($p<0,05$). G-Aenial Posterior ve Clearfil Majesty Posterior kompozitlerinin 1. gün RA ölçüm değeri Estelite Sigma Quick kompozitine göre anlamlı derecede düşüktür.

7. gün RA ölçüm değerleri bakımından kompozitler arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmaktadır ($p<0,05$). G-Aenial Posterior kompozitinin 7. gün RA ölçüm değeri Clearfil Majesty Posterior ve Estelite Sigma Quick kompozitlerine göre anlamlı derecede düşüktür.

Tablo 11. RA ölçüm değerleri bakımından solüsyonlar arasındaki farklılığa ilişkin analiz sonuçları

Solüsyon		Kruskal Wallis H Testi					
		n	Mean	Median	Min	Max	Sd
Başlangıç RA Ölçümleri	Laktik asit	21	0,031	0,031	0,011	0,047	0,01
	Tartarik asit	21	0,039	0,038	0,011	0,087	0,02
	Sitrik asit	21	0,044	0,042	0,017	0,073	0,02
	Distile su	21	0,043	0,044	0,019	0,068	0,01
	Toplam	84	0,039	0,038	0,011	0,087	0,02
1. gün RA Ölçümleri	Laktik asit	21	0,059	0,055	0,035	0,092	0,02
	Tartarik asit	21	0,091	0,066	0,024	0,62	0,12
	Sitrik asit	21	0,076	0,079	0,041	0,111	0,02
	Distile su	21	0,055	0,055	0,034	0,089	0,02
	Toplam	84	0,07	0,062	0,024	0,62	0,06
7. gün RA Ölçümleri	Laktik asit	21	0,958	0,165	0,099	1	0,8
	Tartarik asit	21	0,135	0,137	0,086	0,162	0,02
	Sitrik asit	21	0,149	0,146	0,111	0,182	0,02
	Distile su	21	0,086	0,085	0,075	0,099	0,01
	Toplam	84	0,782	0,134	0,075	1	1,19

Başlangıç ve 1. gün RA ölçüm değerleri bakımından solüsyonlar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmaktadır ($p<0,05$). Laktik asit ve distile su solüsyonlarının başlangıç ve 1. gün RA ölçüm değeri sitrik asit solüsyonuna göre anlamlı derecede düşüktür.

7. gün RA ölçüm değerleri bakımından solüsyonlar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmaktadır ($p<0,05$). Distile su solüsyonunun 7. gün RA ölçüm değeri diğer tüm solüsyonlara göre anlamlı derecede düşüktür.

Tablo 12.Kompozitlerin ayırımında Ra ölçüm değerleri bakımından solüsyonlar arasındaki farklılığa ilişkin analiz sonuçları

Solüsyon									Kruskal Wallis H Testi
			n	Mean	Median	Min	Max	Sd	p
G-Aenial Posterior	Başlangıç RA Ölçümleri	Laktik asit	7	0,028	0,029	0,011	0,043	0,01	0,055
		Tartarik asit	7	0,024	0,02	0,011	0,046	0,01	
		Sitrik asit	7	0,03	0,028	0,017	0,047	0,01	
		Distile su	7	0,044	0,048	0,024	0,063	0,01	
		Toplam	28	0,031	0,03	0,011	0,063	0,01	
	1. gün RA Ölçümleri	Laktik asit	7	0,056	0,049	0,035	0,092	0,02	0,694
		Tartarik asit	7	0,051	0,051	0,024	0,084	0,02	
		Sitrik asit	7	0,061	0,056	0,041	0,092	0,02	
		Distile su	7	0,057	0,055	0,041	0,088	0,02	
		Toplam	28	0,056	0,054	0,024	0,092	0,02	
	7. gün RA Ölçümleri	Laktik asit	7	0,105	0,1	0,099	0,126	0,01	0,001
		Tartarik asit	7	0,113	0,103	0,086	0,151	0,02	
		Sitrik asit	7	0,126	0,126	0,111	0,147	0,01	
		Distile su	7	0,087	0,087	0,081	0,095	0	
		Toplam	28	0,108	0,101	0,081	0,151	0,02	
Clearfil Majesty Posterior	Başlangıç RA Ölçümleri	Laktik asit	7	0,033	0,033	0,017	0,047	0,01	0,08
		Tartarik asit	7	0,036	0,038	0,023	0,05	0,01	
		Sitrik asit	7	0,05	0,049	0,038	0,068	0,01	
		Distile su	7	0,035	0,036	0,019	0,051	0,01	
		Toplam	28	0,039	0,038	0,017	0,068	0,01	
	1. gün RA Ölçümleri	Laktik asit	7	0,052	0,048	0,038	0,078	0,01	0,001
		Tartarik asit	7	0,14	0,061	0,044	0,62	0,21	
		Sitrik asit	7	0,078	0,079	0,062	0,088	0,01	
		Distile su	7	0,045	0,04	0,034	0,057	0,01	
		Toplam	28	0,079	0,057	0,034	0,62	0,11	
	7. gün RA Ölçümleri	Laktik asit	7	1	1	1	1	0	0,001
		Tartarik asit	7	0,133	0,134	0,123	0,146	0,01	
		Sitrik asit	7	0,145	0,144	0,136	0,154	0,01	
		Distile su	7	0,087	0,084	0,079	0,099	0,01	
		Toplam	28	1,091	0,142	0,079	1	0,47	
Estelite Sigma Quick	Başlangıç RA Ölçümleri	Laktik asit	7	0,032	0,034	0,017	0,045	0,01	0,025
		Tartarik asit	7	0,056	0,051	0,038	0,087	0,02	
		Sitrik asit	7	0,053	0,057	0,032	0,073	0,01	
		Distile su	7	0,05	0,05	0,027	0,068	0,01	
		Toplam	28	0,048	0,046	0,017	0,087	0,02	
	1. gün RA Ölçümleri	Laktik asit	7	0,07	0,069	0,05	0,09	0,01	0,034
		Tartarik asit	7	0,082	0,077	0,068	0,115	0,02	
		Sitrik asit	7	0,088	0,086	0,073	0,111	0,01	
		Distile su	7	0,063	0,061	0,035	0,089	0,02	
		Toplam	28	0,076	0,074	0,035	0,115	0,02	
	7. gün RA Ölçümleri	Laktik asit	7	0,168	0,165	0,159	0,183	0,01	0,001
		Tartarik asit	7	0,157	0,159	0,151	0,162	0	
		Sitrik asit	7	0,175	0,178	0,162	0,182	0,01	
		Distile su	7	0,084	0,084	0,075	0,098	0,01	
		Toplam	28	0,146	0,161	0,075	0,183	0,04	

G-Aenial Posterior kompozitinde 7. gün RA ölçüm değerleri bakımından solüsyonlar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmaktadır ($p<0,05$). G-Aenial Posterior kompozitinde distile su solüsyonunun 7. gün RA ölçüm değeri tartarik asit ve sitrik asit solüsyonlarına göre anlamlı derecede düşüktür.

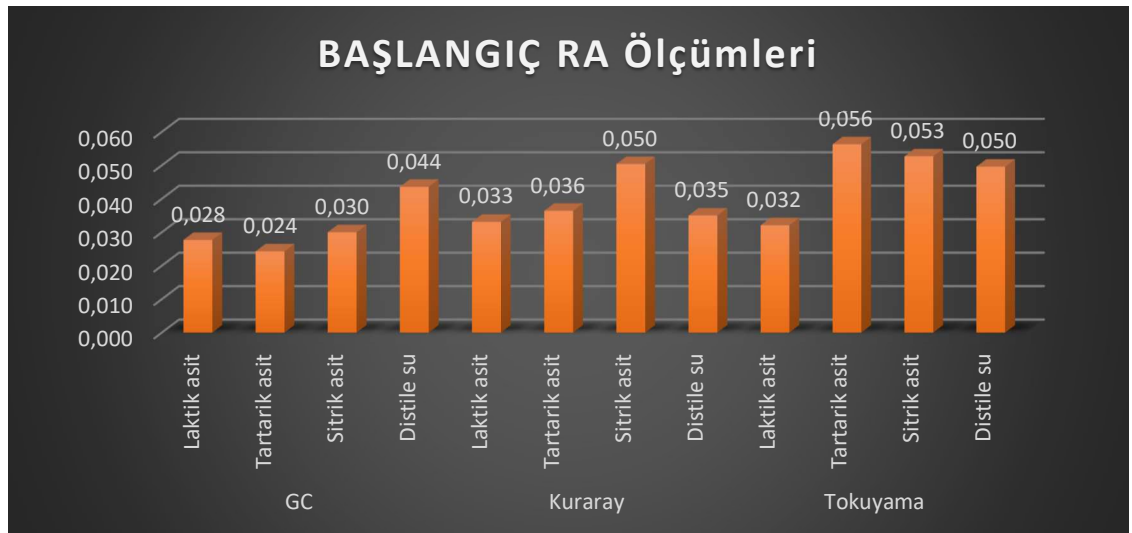
Clearfil Majesty Posterior kompozitinde 1. gün RA ölçüm değerleri bakımından solüsyonlar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmaktadır ($p<0,05$).

Clearfil Majesty Posterior kompozitinde distile su ve laktik asit solüsyonlarının 1. gün RA ölçüm değeri sitrik asit solüsyonuna göre anlamlı derecede düşüktür.

Clearfil Majesty Posterior kompozitinde 7. gün RA ölçüm değerleri bakımından solüsyonlar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmaktadır ($p<0,05$). Clearfil Majesty Posterior kompozitinde distile su solüsyonunun 7. gün RA ölçüm değeri sitrik asit ve laktik asit solüsyonlarına göre; tartarik asit solüsyonunun 7. gün RA ölçüm değeri ise laktik asit solüsyonuna göre anlamlı derecede düşüktür.

Estelite Sigma Quick kompozitinde başlangıç RA ölçüm değerleri bakımından solüsyonlar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmaktadır ($p<0,05$). Estelite Sigma Quick kompozitinde laktik asit solüsyonunun başlangıç RA ölçüm değeri tartarik asit solüsyonuna göre anlamlı derecede düşüktür.

Estelite Sigma Quick kompozitinde 1. Gün ve 7. gün RA ölçüm değerleri bakımından solüsyonlar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmaktadır ($p<0,05$). Estelite Sigma Quick kompozitinde distile su solüsyonunun 1. Gün ve 7. gün RA ölçüm değeri sitrik asit ve laktik asit solüsyonlarına göre anlamlı derecede düşüktür.



Şekil 10. Kompozitler için başlangıç RA ölçüm değerleri bakımından solüsyonlardaki farklılıklar



Şekil 11. Kompozitler için 1.gün RA ölçüm değerleri bakımından solüsyonlardaki farklılıklar



Şekil 12. Kompozitler için 7.gün RA ölçüm değerleri bakımından solüsyonlardaki farklılıklar

Tablo 13. Solüsyon ayrımında RA ölçüm değerleri bakımından kompozitler arasındaki farklılığa ilişkin analiz sonucu

Kompozit			Kruskal Wallis H Testi							
			n	Mean	Median	Min	Max	Sd	p	
Lakrik asit	Başlangıç RA Ölçümleri	G-Aenial Posterior	7	0,028	0,029	0,011	0,043	0,01	0,564	
		Clearfil Majesty Posterior	7	0,033	0,033	0,017	0,047	0,01		
		Estelite Sigma Quick	7	0,032	0,034	0,017	0,045	0,01		
		Toplam	21	0,031	0,031	0,011	0,047	0,01		
	1. gün RA Ölçümleri	G-Aenial Posterior	7	0,056	0,049	0,035	0,092	0,02	0,106	
		Clearfil Majesty Posterior	7	0,052	0,048	0,038	0,078	0,01		
		Estelite Sigma Quick	7	0,07	0,069	0,05	0,09	0,01		
		Toplam	21	0,059	0,055	0,035	0,092	0,02		
	7. gün RA Ölçümleri	G-Aenial Posterior	7	0,105	0,1	0,099	0,126	0,01	0,001	
		Clearfil Majesty Posterior	7	1	1	1	1	0		
		Estelite Sigma Quick	7	0,168	0,165	0,159	0,183	0,01		
		Toplam	21	0,958	0,165	0,099	1	0,8		
	Tartarik asit	Başlangıç RA Ölçümleri	G-Aenial Posterior	7	0,024	0,02	0,011	0,046	0,01	0,004
			Clearfil Majesty Posterior	7	0,036	0,038	0,023	0,05	0,01	
			Estelite Sigma Quick	7	0,056	0,051	0,038	0,087	0,02	
Toplam			21	0,039	0,038	0,011	0,087	0,02		
1. gün RA Ölçümleri		G-Aenial Posterior	7	0,051	0,051	0,024	0,084	0,02	0,016	
		Clearfil Majesty Posterior	7	0,14	0,061	0,044	0,62	0,21		
		Estelite Sigma Quick	7	0,082	0,077	0,068	0,115	0,02		
		Toplam	21	0,091	0,066	0,024	0,62	0,12		
7. gün RA Ölçümleri		G-Aenial Posterior	7	0,113	0,103	0,086	0,151	0,02	0,001	
		Clearfil Majesty Posterior	7	0,133	0,134	0,123	0,146	0,01		
		Estelite Sigma Quick	7	0,157	0,159	0,151	0,162	0		
		Toplam	21	0,135	0,137	0,086	0,162	0,02		
Sitrik asit		Başlangıç RA Ölçümleri	G-Aenial Posterior	7	0,03	0,028	0,017	0,047	0,01	0,016
			Clearfil Majesty Posterior	7	0,05	0,049	0,038	0,068	0,01	
			Estelite Sigma Quick	7	0,053	0,057	0,032	0,073	0,01	
	Toplam		21	0,044	0,042	0,017	0,073	0,02		
	1. gün RA Ölçümleri	G-Aenial Posterior	7	0,061	0,056	0,041	0,092	0,02	0,02	
		Clearfil Majesty Posterior	7	0,078	0,079	0,062	0,088	0,01		
		Estelite Sigma Quick	7	0,088	0,086	0,073	0,111	0,01		
		Toplam	21	0,076	0,079	0,041	0,111	0,02		
	7. gün RA Ölçümleri	G-Aenial Posterior	7	0,126	0,126	0,111	0,147	0,01	0,001	
		Clearfil Majesty Posterior	7	0,145	0,144	0,136	0,154	0,01		
		Estelite Sigma Quick	7	0,175	0,178	0,162	0,182	0,01		
		Toplam	21	0,149	0,146	0,111	0,182	0,02		
	Dizile su	Başlangıç RA Ölçümleri	G-Aenial Posterior	7	0,044	0,048	0,024	0,063	0,01	0,159
			Clearfil Majesty Posterior	7	0,035	0,036	0,019	0,051	0,01	
			Estelite Sigma Quick	7	0,05	0,05	0,027	0,068	0,01	
Toplam			21	0,043	0,044	0,019	0,068	0,01		
1. gün RA Ölçümleri		G-Aenial Posterior	7	0,057	0,055	0,041	0,088	0,02	0,091	
		Clearfil Majesty Posterior	7	0,045	0,04	0,034	0,057	0,01		
		Estelite Sigma Quick	7	0,063	0,061	0,035	0,089	0,02		
		Toplam	21	0,055	0,055	0,034	0,089	0,02		
7. gün RA Ölçümleri		G-Aenial Posterior	7	0,087	0,087	0,081	0,095	0	0,604	
		Clearfil Majesty Posterior	7	0,087	0,084	0,079	0,099	0,01		
		Estelite Sigma Quick	7	0,084	0,084	0,075	0,098	0,01		
		Toplam	21	0,086	0,085	0,075	0,099	0,01		

Laktik asit solüsyonunda başlangıç RA ölçüm değerleri bakımından kompozitler arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamaktadır ($p>0,05$). Laktik asit

solüsyonunda 1. gün RA ölçüm değerleri bakımından kompozitler arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamaktadır ($p>0,05$).

Laktik asit solüsyonunda 7. gün RA ölçüm değerleri bakımından kompozitler arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmaktadır ($p<0,05$). Laktik asit solüsyonunda G-Aenial Posterior kompozitinin 7. gün RA ölçüm değeri Clearfil Majesty Posterior kompozitine göre anlamlı derecede düşüktür.

Tartarik asit solüsyonunda başlangıç ve 1. gün RA ölçüm değerleri bakımından kompozitler arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmaktadır ($p<0,05$). Tartarik asit solüsyonunda G-Aenial Posterior kompozitinin başlangıç ve 1. gün RA ölçüm değeri Estelite Sigma Quick kompozitine göre anlamlı derecede düşüktür.

Tartarik asit solüsyonunda 7. gün RA ölçüm değerleri bakımından kompozitler arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmaktadır ($p<0,05$). Tartarik asit solüsyonunda G-Aenial Posterior ve Clearfil Majesty Posterior kompozitlerinin 7. gün RA ölçüm değeri Estelite Sigma Quick kompozitine göre anlamlı derecede düşüktür.

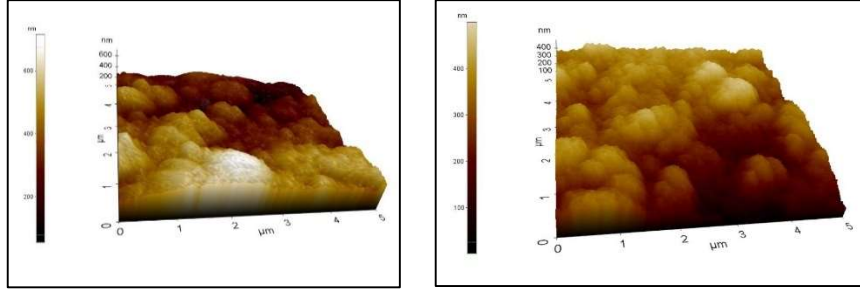
Sitrik asit solüsyonunda başlangıç, 1. Gün ve 7. gün RA ölçüm değerleri bakımından kompozitler arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmaktadır ($p<0,05$). Sitrik asit solüsyonunda G-Aenial Posterior kompozitinin başlangıç, 1. Gün ve 7. gün RA ölçüm değerleri Clearfil Majesty Posterior ve Estelite Sigma Quick kompozitlerine göre anlamlı derecede düşüktür.

Distile su solüsyonunda bekletilecek olan kompozitler arasında başlangıç RA ölçüm değerleri bakımından kompozitler arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamaktadır ($p>0,05$). Distile su solüsyonunda bekletilen kompozitlerden 1. Gün ve 7. gün RA ölçüm değerleri bakımından kompozitler arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamaktadır ($p>0,05$).

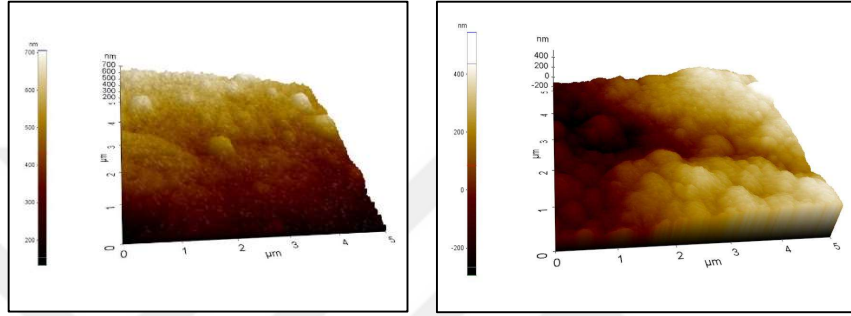
6.2.2. RA Ölçüm Değerlerinin Grup İçi Farklılıkları;

Tablo 14. Kompozitler ve solüsyonlar için RA ölçüm değerleri bakımından zamanlar arasındaki farklılığa ilişkin analiz sonucu

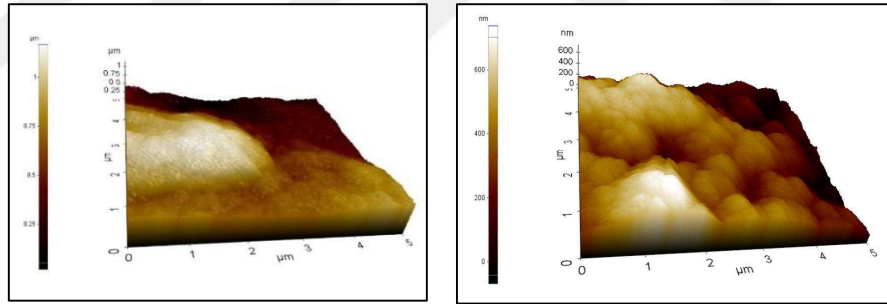
			Friedman Testi							Çoklu Karşılaştırma	
			N	Mean	Median	Min	Max	Sd	Kı Kare	p	
G-Aesial Posterior	Laktik asit	Başlangıç RA Ölçümleri	7	0,028	0,029	0,011	0,043	0,011	14	0,001	0.gün-7.gün
		1. gün RA Ölçümleri	7	0,056	0,049	0,035	0,092	0,021			
		7. gün RA Ölçümleri	7	0,105	0,1	0,099	0,126	0,01			
	Tartarik asit	Başlangıç RA Ölçümleri	7	0,024	0,02	0,011	0,046	0,013	14	0,001	0.gün-7.gün
		1. gün RA Ölçümleri	7	0,051	0,051	0,024	0,084	0,02			
		7. gün RA Ölçümleri	7	0,113	0,103	0,086	0,151	0,023			
	Sitrik asit	Başlangıç RA Ölçümleri	7	0,03	0,028	0,017	0,047	0,011	14	0,001	0.gün-7.gün
		1. gün RA Ölçümleri	7	0,061	0,056	0,041	0,092	0,018			
		7. gün RA Ölçümleri	7	0,126	0,126	0,111	0,147	0,015			
	Distile su	Başlangıç RA Ölçümleri	7	0,044	0,048	0,024	0,063	0,013	14	0,001	0.gün-7.gün
		1. gün RA Ölçümleri	7	0,057	0,055	0,041	0,088	0,015			
		7. gün RA Ölçümleri	7	0,087	0,087	0,081	0,095	0,005			
Clearfil Majesty Posterior	Laktik asit	Başlangıç RA Ölçümleri	7	0,033	0,033	0,017	0,047	0,011	14	0,001	0.gün-7.gün
		1. gün RA Ölçümleri	7	0,052	0,048	0,038	0,078	0,014			
		7. gün RA Ölçümleri	7	1	1	1	1	0			
	Tartarik asit	Başlangıç RA Ölçümleri	7	0,036	0,038	0,023	0,05	0,009	12,28	0,001	0.gün-7.gün
		1. gün RA Ölçümleri	7	0,14	0,061	0,044	0,62	0,212			
		7. gün RA Ölçümleri	7	0,133	0,134	0,123	0,146	0,009			
	Sitrik asit	Başlangıç RA Ölçümleri	7	0,05	0,049	0,038	0,068	0,012	14	0,001	0.gün-7.gün
		1. gün RA Ölçümleri	7	0,078	0,079	0,062	0,088	0,008			
		7. gün RA Ölçümleri	7	0,145	0,144	0,136	0,154	0,006			
	Distile su	Başlangıç RA Ölçümleri	7	0,035	0,036	0,019	0,051	0,012	14	0,001	0.gün-7.gün
		1. gün RA Ölçümleri	7	0,045	0,04	0,034	0,057	0,01			
		7. gün RA Ölçümleri	7	0,087	0,084	0,079	0,099	0,008			
Esteltec Sigma Quick	Laktik asit	Başlangıç RA Ölçümleri	7	0,032	0,034	0,017	0,045	0,01	14	0,001	0.gün-7.gün
		1. gün RA Ölçümleri	7	0,07	0,069	0,05	0,09	0,012			
		7. gün RA Ölçümleri	7	0,168	0,165	0,159	0,183	0,009			
	Tartarik asit	Başlangıç RA Ölçümleri	7	0,056	0,051	0,038	0,087	0,017	14	0,001	0.gün-7.gün
		1. gün RA Ölçümleri	7	0,082	0,077	0,068	0,115	0,017			
		7. gün RA Ölçümleri	7	0,157	0,159	0,151	0,162	0,005			
	Sitrik asit	Başlangıç RA Ölçümleri	7	0,053	0,057	0,032	0,073	0,015	14	0,001	0.gün-7.gün
		1. gün RA Ölçümleri	7	0,088	0,086	0,073	0,111	0,014			
		7. gün RA Ölçümleri	7	0,175	0,178	0,162	0,182	0,007			
	Distile su	Başlangıç RA Ölçümleri	7	0,05	0,05	0,027	0,068	0,015	14	0,001	0.gün-7.gün
		1. gün RA Ölçümleri	7	0,063	0,061	0,035	0,089	0,017			
		7. gün RA Ölçümleri	7	0,084	0,084	0,075	0,098	0,008			



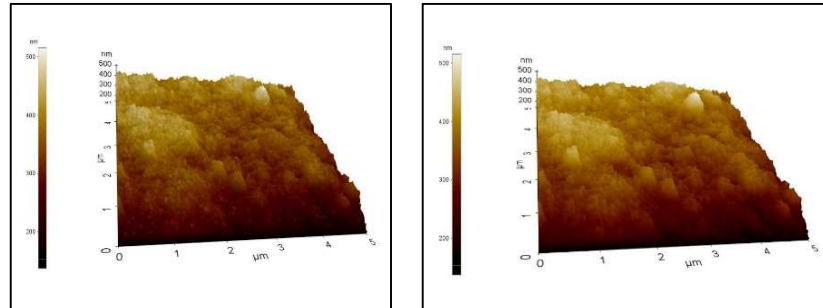
Resim 10. G-AENİAL POSTERİÖR 1 başlangıç ve LAKTİK ASİT içerisinde bekletme sonrası AFM görüntüleri



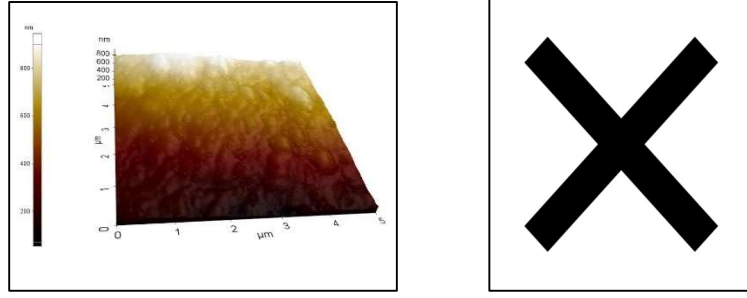
Resim 11. G-AENİAL POSTERİÖR 2 başlangıç ve TARTARİK ASİT içerisinde bekletme sonrası AFM görüntüleri



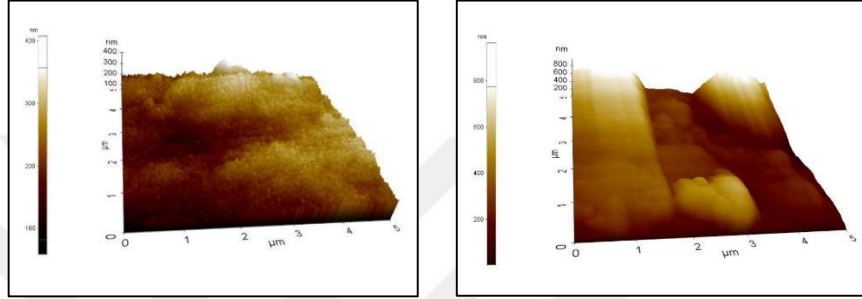
Resim 12. G-AENİAL POSTERİÖR 3 başlangıç ve SİTRİK ASİT içerisinde bekletme sonrası AFM görüntüleri



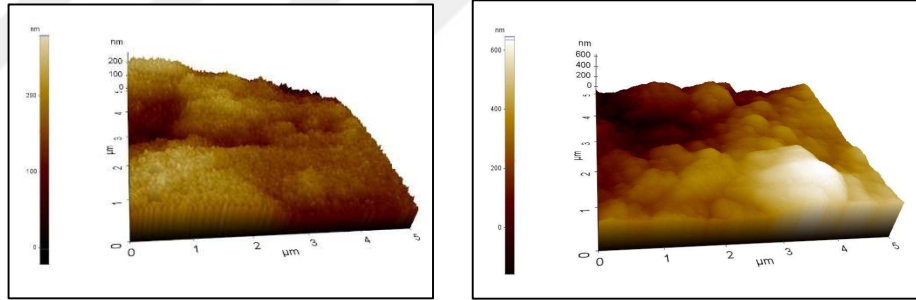
Resim 13. G-AENİAL POSTERİÖR 4 başlangıç ve DİSTİLE SU içerisinde bekletme sonrası AFM görüntüleri



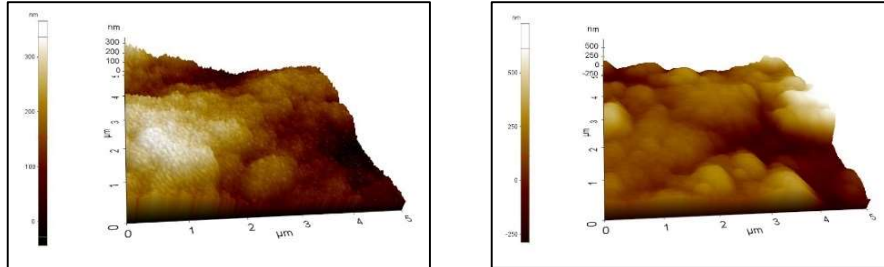
Resim 14. CLEARFIL MAJESTY POSTERİOR başlangıç ve LAKTİK ASİT içerisinde bekletme sonrası AFM görüntüleri



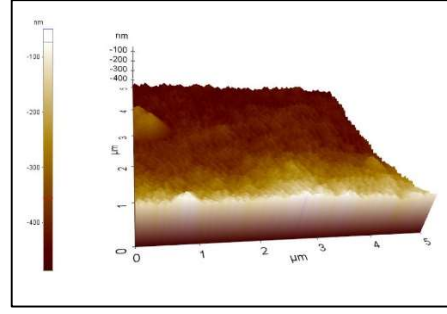
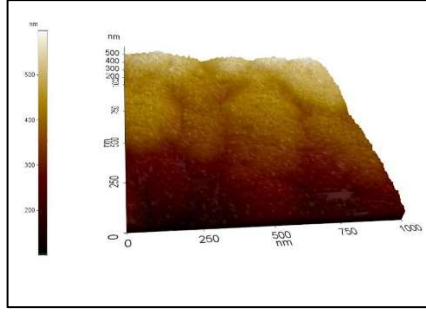
Resim 15. CLEARFIL MAJESTY POSTERİOR başlangıç ve TARTARİK ASİT içerisinde bekletme sonrası AFM görüntüleri



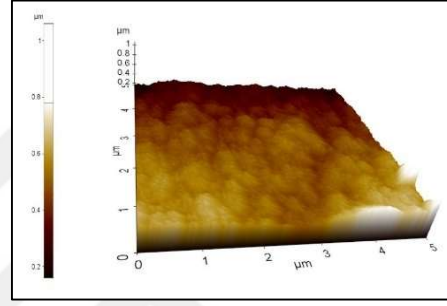
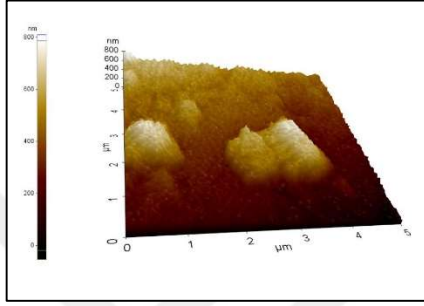
Resim 16. CLEARFIL MAJESTY POSTERİOR başlangıç ve SİTRİK ASİT içerisinde bekletme sonrası AFM görüntüleri



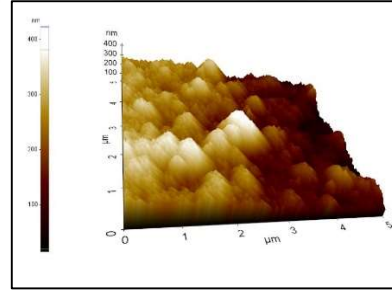
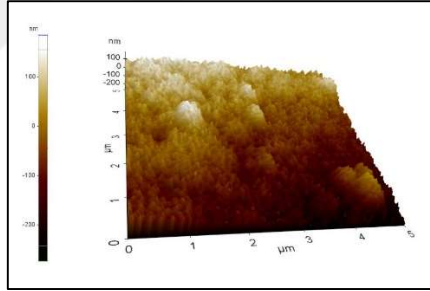
Resim 17. CLEARFIL MAJESTY POSTERİOR başlangıç ve DİSTİLE SU içerisinde bekletme sonrası AFM görüntüleri



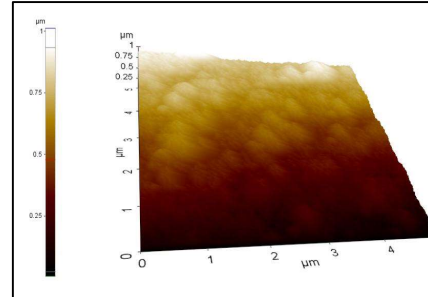
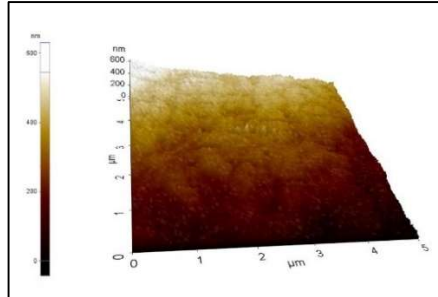
Resim 18. ESTELİTE SİGMA QUICK başlangıç ve LAKTİK ASİT içerisinde bekletme sonrası AFM görüntüleri



Resim 19. ESTELİTE SİGMA QUICK başlangıç ve TARTARİK ASİT içerisinde bekletme sonrası AFM görüntüleri

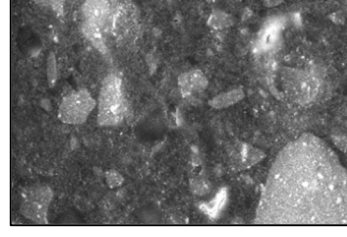
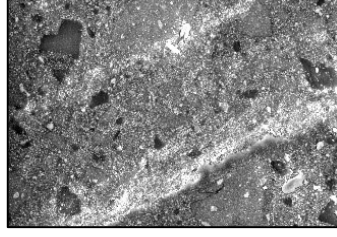


Resim 20. ESTELİTE SİGMA QUICK başlangıç ve SİTRİK ASİT içerisinde bekletme sonrası AFM görüntüleri

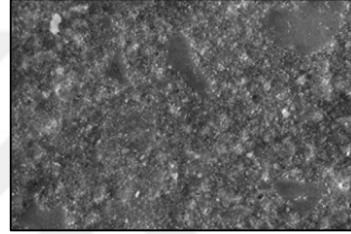
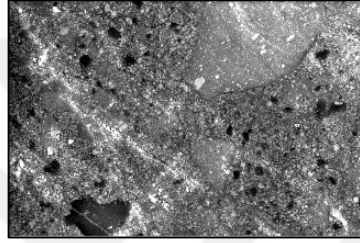


Resim 21. ESTELİTE SİGMA QUICK başlangıç ve DİSTİLE SU içerisinde bekletme sonrası AFM görüntüleri

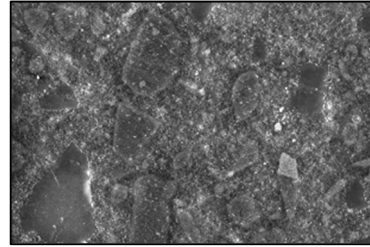
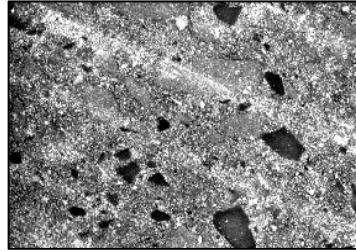
SEM GÖRÜNTÜLERİ



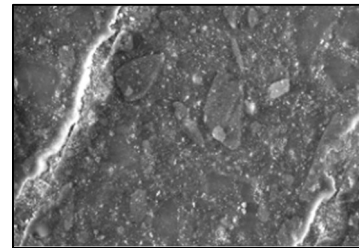
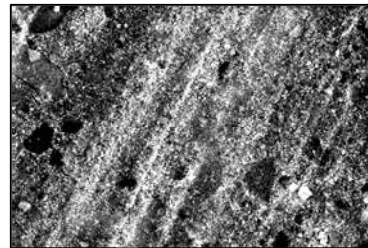
Resim 22. G-AENİAL POSTERİOR 1 başlangıç ve LAKTİK ASİT içerisinde bekletme sonrası SEM görüntüleri



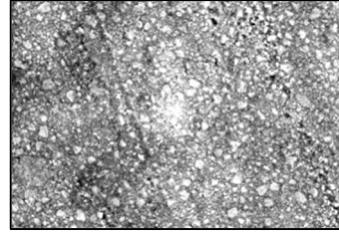
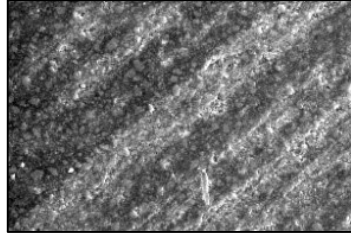
Resim 23. G-AENİAL POSTERİOR 2 başlangıç ve TARTARİK ASİT içerisinde bekletme sonrası SEM görüntüleri



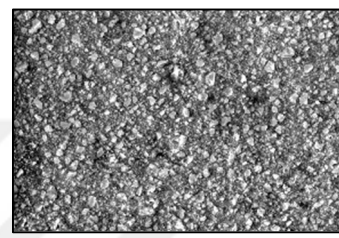
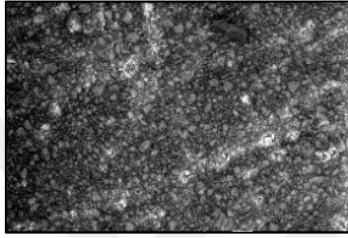
Resim 24. G-AENİAL POSTERİOR 3 başlangıç ve SİTRİK ASİT içerisinde bekletme sonrası SEM görüntüleri



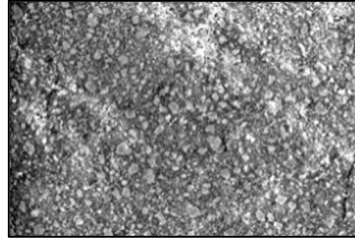
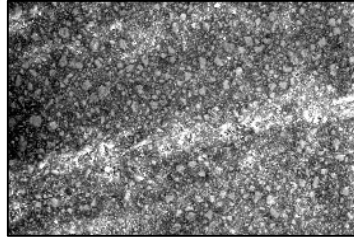
Resim 25. G-AENİAL POSTERİOR 4 başlangıç ve DİSTİLE SU içerisinde bekletme sonrası SEM görüntüleri



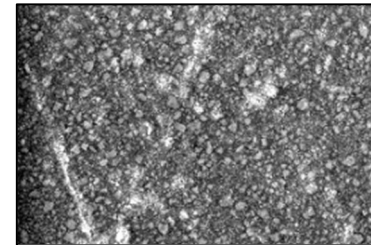
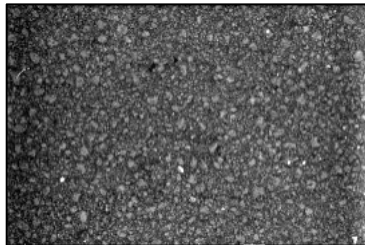
Resim 26. CLEARFIL MAJESTY POSTERİOR başlangıç ve LAKTİK ASİT içerisinde bekletme sonrası SEM görüntüleri



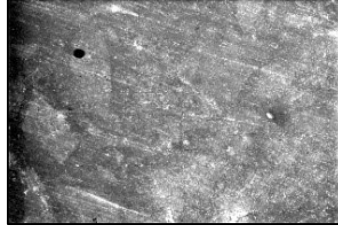
Resim 27. CLEARFIL MAJESTY POSTERİOR başlangıç ve TARTARİK ASİT içerisinde bekletme sonrası SEM görüntüleri



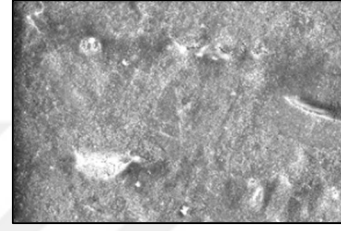
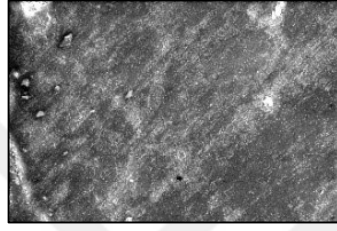
Resim 28. CLEARFIL MAJESTY POSTERİOR başlangıç ve SİTRİK ASİT içerisinde bekletme sonrası SEM görüntüleri



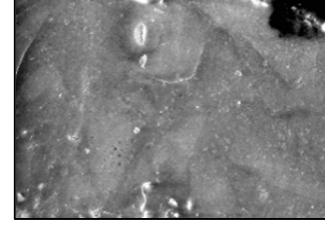
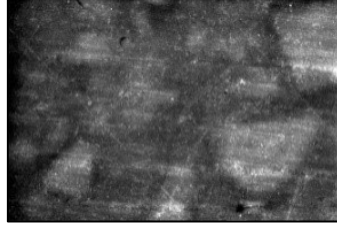
Resim 29. CLEARFIL MAJESTY POSTERİOR başlangıç ve DİSTİLE SU içerisinde bekletme sonrası SEM görüntüleri



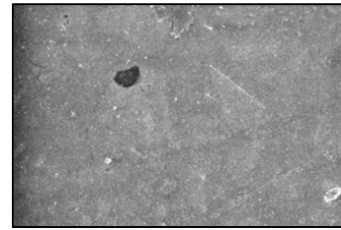
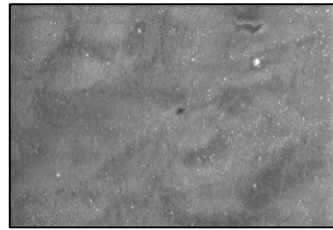
Resim 30. ESTELİTE SİGMA QUICK başlangıç ve LAKTİK ASİT içerisinde bekletme sonrası SEM görüntüleri



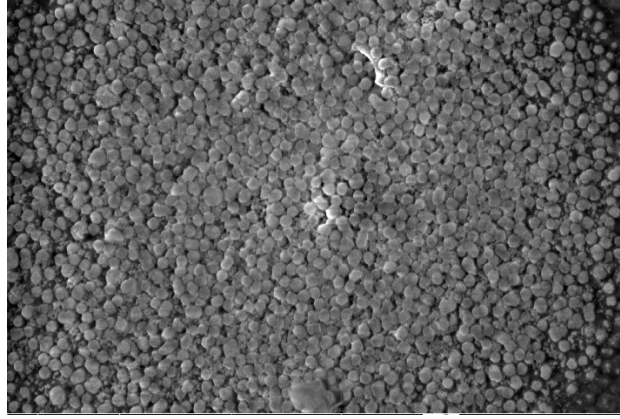
Resim 31. ESTELİTE SİGMA QUICK başlangıç ve TARTARİK ASİT içerisinde bekletme sonrası SEM görüntüleri



Resim 32. ESTELİTE SİGMA QUICK başlangıç ve SİTRİK ASİT içerisinde bekletme sonrası SEM görüntüleri



Resim 33. ESTELİTE SİGMA QUICK başlangıç ve DİSTİLE SU içerisinde bekletme sonrası SEM görüntüleri



Resim 34. Estelite Sigma Quick Kompozit 30.000 büyütmedeki görüntüsü

6.2.3. RA Değişimlerinin (Farkların) Gruplar Arası Farklılıkları;

Tablo 15. Kompozit ayırımında 1. gündeki RA değişim (başlangıca göre fark) değerleri bakımından solüsyonlar arasındaki farklılığa ilişkin analiz sonucu

		1. Gündeki RA Değişim						Kruskal Wallis H Testi
		n	Mean	Median	Min	Max	Sd	p
G-Aenial Posterior	Laktik asit	7	0,028	0,023	0,014	0,049	0,013	0,055
	Tartarik asit	7	0,027	0,027	0,006	0,038	0,011	
	Sitrik asit	7	0,031	0,027	0,014	0,051	0,013	
	Distile su	7	0,013	0,01	0,006	0,025	0,008	
	Toplam	28	0,025	0,024	0,006	0,051	0,013	
Clearfil Majesty Posterior	Laktik asit	7	0,018	0,019	0,008	0,033	0,009	0,007
	Tartarik asit	7	0,104	0,023	0,013	0,597	0,217	
	Sitrik asit	7	0,028	0,027	0,016	0,039	0,008	
	Distile su	7	0,01	0,008	0,001	0,021	0,008	
	Toplam	28	0,04	0,021	0,001	0,597	0,11	
Estelite Sigma Quick	Laktik asit	7	0,038	0,035	0,027	0,049	0,009	0,001
	Tartarik asit	7	0,026	0,027	0,017	0,039	0,008	
	Sitrik asit	7	0,035	0,037	0,027	0,041	0,005	
	Distile su	7	0,013	0,012	0,006	0,024	0,006	
	Toplam	28	0,028	0,029	0,006	0,049	0,012	

Clearfil Majesty Posterior kompozitinde 1. gündeki RA değişim (başlangıca göre fark) değeri bakımından solüsyonlar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmaktadır ($p < 0,05$). Clearfil Majesty Posterior kompozitinde distile su solüsyonundaki 1. Günü başlangıca göre RA değişim (artış) değeri sitrik asit solüsyonuna göre anlamlı derecede düşüktür.

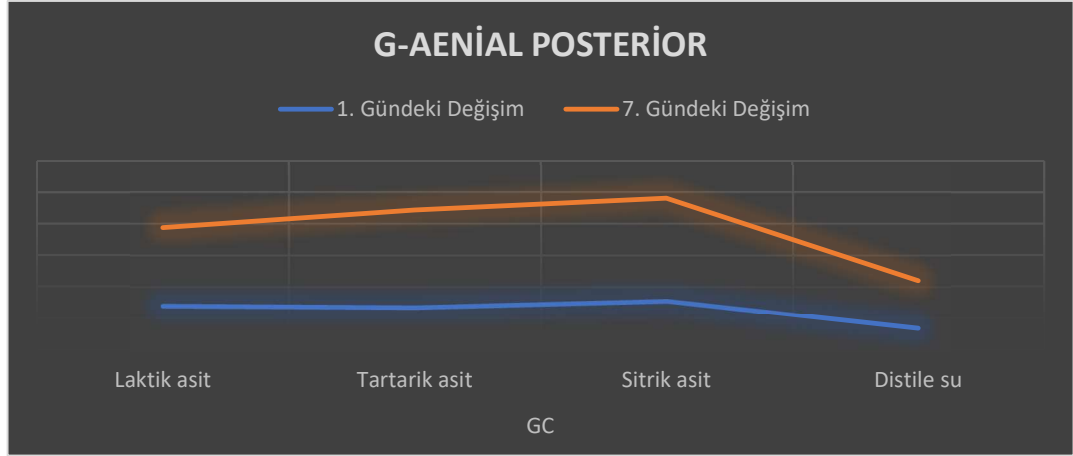
Estelite Sigma Quick kompozitinde 1. gündeki RA değişim (başlangıca göre fark) değeri bakımından solüsyonlar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmaktadır ($p < 0,05$). Estelite Sigma Quick kompozitinde distile su solüsyonundaki 1. Günü başlangıca göre RA değişim (artış) değeri sitrik asit ve laktik asit solüsyonlarına göre anlamlı derecede düşüktür.

Tablo 16. Kompozit ayrımında 7. gündeki RA değişim (başlangıca göre fark) değerleri bakımından solüsyonlar arasındaki farklılığa ilişkin analiz sonucu

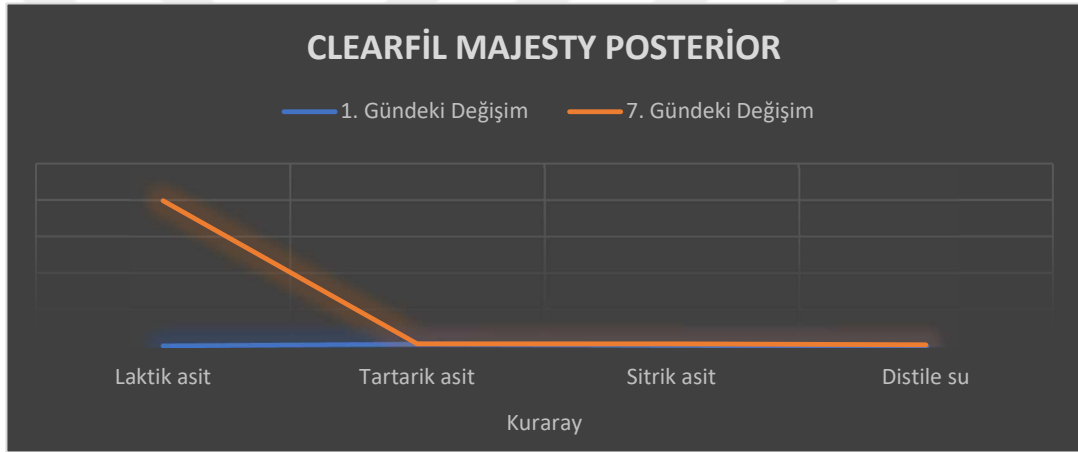
7. Gündeki RA Değişim							Kruskal Wallis H Testi
		n	Mean	Median	Min	Max	P
G-Aenial Posterior	Laktik asit	7	0,077	0,076	0,07	0,088	0,001
	Tartarik asit	7	0,089	0,084	0,066	0,116	
	Sitrik asit	7	0,096	0,094	0,066	0,116	
	Distile su	7	0,044	0,043	0,028	0,061	
	Toplam	28	0,077	0,081	0,028	0,116	
Clearfil Majesty Posterior	Laktik asit	7	0,967	0,967	0,953	0,983	0,001
	Tartarik asit	7	0,097	0,096	0,087	0,111	
	Sitrik asit	7	0,095	0,094	0,078	0,116	
	Distile su	7	0,052	0,051	0,028	0,077	
	Toplam	28	0,953	0,095	0,028	0,983	
Estelite Sigma Quick	Laktik asit	7	0,136	0,14	0,122	0,148	0,001
	Tartarik asit	7	0,101	0,104	0,064	0,121	
	Sitrik asit	7	0,123	0,125	0,089	0,148	
	Distile su	7	0,035	0,033	0,018	0,048	
	Toplam	28	0,099	0,114	0,018	0,148	

G-Aenial Posterior , Clearfil Majesty Posterior ve Estelite Sigma Quick grubu kompozitlerde 7. gündeki RA değişim (başlangıca göre fark) değeri bakımından solüsyonlar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmaktadır ($p<0,05$). G-Aenial Posterior kompozitinde distile su solüsyonundaki 7. günün başlangıca göre RA değişim (artış) değeri sitrik asit ve tartarik asit solüsyonlarına göre anlamlı derecede düşüktür.

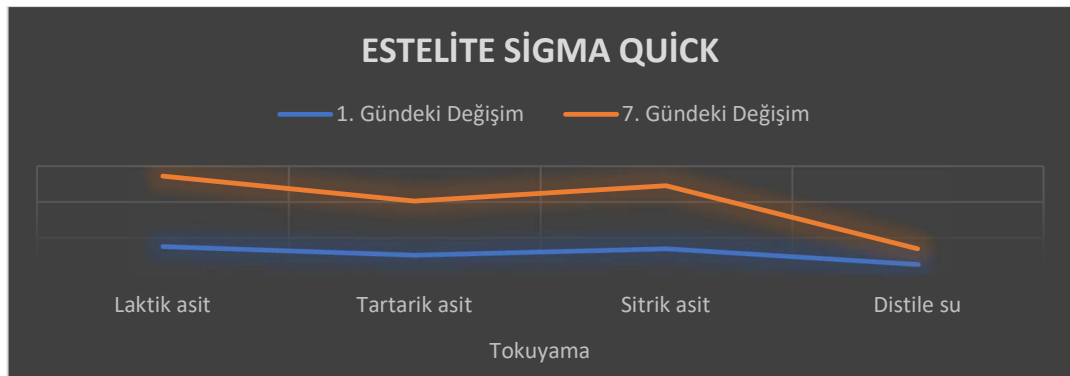
Clearfil Majesty Posterior grubu kompozitlerde distile su solüsyonundaki 7. günün başlangıca göre RA değişim (artış) değeri laktik asit solüsyonuna göre anlamlı derecede düşük iken Estelite Sigma Quick kompozitinde distile su solüsyonundaki 7. günün başlangıca göre RA değişim (artış) değeri sitrik asit ve laktik asit solüsyonlarına göre anlamlı derecede düşüktür.



Şekil 13. G-AENİAL POSTERİOR kompozit için RA ölçümü değişim değerleri bakımından solüsyonlardaki farklılıklar



Şekil 14. CLEARFİL MAJESTY Posterior kompozit için RA ölçümü değişim değerleri bakımından solüsyonlardaki farklılıklar



Şekil 15. ESTELİTE SİGMA QUICK kompozit için RA ölçümü değişim değerleri bakımından solüsyonlardaki farklılıklar

7. TARTIŞMA

Restoratif diş hekimliğindeki son gelişmeler ve yeni nesil dental materyaller sayesinde, dental restorasyonların stabilitesi ve sağkalımı her geçen gün artmaktadır. (117) . Konuyla ilgili çalışmaların artması; çürükleri restore etmek ve estetik sonuçlar elde etmek amacıyla kullanılan, yüksek klinik başarı ve hayatta kalma oranları gösteren güncel kompozit rezinlerin ortaya çıkmasına yol açmıştır (5,73,118,119). Bununla birlikte, estetik ve fonksiyonu sağlamada avantaj sağlayan kompozit materyaller; materyalin bozunması, organik matriksin plastisitesinin artması, silan çapraz bağlarının hidrolizi ve doldurucu partiküllerin korozyonu gibi dezavantajlara sahiptir (120,121). Diş dokusuna kıyasla daha düşük aşınma direncine sahip olması da materyalin ömrünü belirleyen özelliklerinden biridir. (48)

Dental erozyon, asidik maddelerle temasa bağlı dişte meydana gelen sert doku kaybı olarak tanımlanır. Asit saldırısı, diş yüzeyini aşındırıp yumuşatarak aşınmaya karşı hassas hale getirir (122). Asidik diyetle birlikte dental sert dokular aşınabilir ve dental restorasyonların bozunma riski artar (123,124). Ağız ortamında bulunan asitlerin etkisi dişlerde dental erozyon şeklinde görülürken, kompozit restorasyonlarda yüzey pürüzlülüğü ve çözünme şeklinde gözlenmektedir.

Al Dlaigan ve ark. çocuklar ve ergenler üzerinde yaptıkları çalışmada asitli meyveler, gazlı içecekler ve meyve bazlı içecekleri dental erozyon ile ilişkilendirmişlerdir (125). Yine Hasselkvist ve ark. İsveç'te yaptıkları çalışmada yaşam tarzına bağlı beslenme alışkanlıklarının dental erozyonu anlamlı şekilde etkilediğini tespit etmişler, uzun dönem takipte pozitif ilişki bulmuşlardır (126).

Oral kavite, içsel ve dışsal faktörlerin, restoratif materyallerin estetiğini, işlevini ve uzun ömürlülüğünü tehlikeye atabileceği karmaşık bir ortamdır. Geçtiğimiz son yirmi yılda beslenme alışkanlıklarının değişmiş, eroziv potansiyeli olan içeceklerin kullanımı artmıştır. Bu durum diyetin, dental materyaller üzerindeki etkisiyle ilgili araştırmaların önemini ortaya koymaktadır(127-131).

Asidik likitlerin teması sonucunda diş sert dokularında erozyon meydana gelmektedir. Dental etkilerin restorasyon materyallerinde de oluşup oluşmadığı araştırmacılar için merak konusu olmaktadır. Bu amaçla çalışmamızda universal, supra nanohibrit ve mikrohbrit üç farklı güncel kompozit rezin, mekanik etki olmadan sadece değişik gıda taklidi likitler içerisinde bekletilmiştir. AFM ve SEM cihazları yardımı ile yüzey pürüzlülükleri, hassas terazi yardımı ile de çözünürlük değerleri incelenmiş; solüsyon olarak laktik asit, tartarik asit, sitrik asit ve kontrol grubu olarak da distile su kullanılmıştır.

Çalışmamızda, farklı asidik solüsyonların, posterior dişlerin restorasyonlarında kullanılan farklı güncel kompozitlerin yüzey yapısı ve çözünürlüklerine etkisi incelendi. Literatürde günümüzde sıklıkla kullanılan mikrohbrit ve nanohibrit kompozitler üzerine, gıda taklidi likitlerin (heptan, etanol, sitrik asit) etkileri ile ilgili çalışmalar bulunmaktadır. Çalışmamızın özgün değeri; laktik asit, sitrik asit ve tartarik asit gibi sınırlı sayıda çalışmaya konu olabilmiş solusyonların kullanılmasıdır. Solüsyonlar, ağız ortamında restorasyonların maruz kaldığı asit ortamını (132) simüle etmesi nedeniyle seçilmiştir.

Diş hekimliğinde restoratif materyallerin mekanik ve fiziksel özelliklerini inceleyen farklı bir çok çalışma mevcuttur. Yüzey pürüzlülüğü, materyal yapısal değişimleri, çözünürlük miktarı değeri gibi parametrelerin incelendiği bir çok çalışmada deney süreleri genel olarak yirmi dört saat ve bir ay aralığında değişmekte olup; bir yılı bulan takip süreli çalışmalar da yapılmaktadır (133,134).

Günlük ortalama 25 ons alkolsüz içecek tüketimini ve ağızda beş saniyelik kalma süresini baz alacak olursak, içeceklere toplam maruz kalma süresi yılda 22.750 saniyeye (380 dakika veya 6.3 saat) eşit olmaktadır. Bununla birlikte, -tükürük ile yıkanmadan önce- bir dişin içeceğe maruz kalma süresinin, 20 saniyeye yakın olması daha olasıdır; bu durum diş minesinin yıllık maruziyetini yaklaşık 90.000 saniyeye (yani 1.500 dakika veya 25 saat) çıkaracaktır. J.Anthony ve ark.ları yaptıkları çalışmada süreç olarak 336 saatlik yani 14 günlük test süresini baz alarak, bunun yaklaşık 13 yıllık normal içecek tüketimiyle karşılaştırılabilir olduğunu vurgulamışlar;

çocuklarda ve ergenlerde olası diş minesini asit atağını ve buna bağlı dental erozyon riskini değerlendirmek için makul bir zaman dilimi olduğunu belirtmişlerdir (135).

Kaga ve ark. (136) laktik asit ile gerçekleştirdikleri çalışmada örnekler (n=6) taze laktik asit solüsyonları içeren tüplere aktararak ve 37 °C'de 24 saat inkübe edilmiştir. Bu işlem yedi gün boyunca tekrarlamıştır. Toplam yedi günlük inkübasyon sürecinden sonra hazırlanan kompozit bloklar tüplerden çıkarılmış ve SEM ile incelenmiştir. Test solüsyonlarının pH değerleri her gün tekrar ayarlanarak oral ortam simüle edilmiştir. Farklı asidik solüsyonların incelendiği çalışmamızda n=7 olarak belirlenmiş, solüsyonlar her gün değiştirilerek aynı şekilde oral ortam simüle edilmiştir.

Yine Kumari ve arkadaşları gıda simüle edici sıvılara daldırıldıktan sonra güncel nanoposterior kompozit rezinlerin yüzey pürüzlülüğü ve sertliğini değerlendirdikleri çalışmalarında önceki çalışmalarda önerildiği gibi yedi gün boyunca 37°C'de ağız ortamını simüle eden cam kaplar içinde bekletmişlerdir. Önceki çalışmalar baz alınarak çalışmamızın süreci yedi gün olarak belirlenmiştir (137).

Poggio ve ark. (138) yaptıkları asidik içeceklerin farklı estetik restoratif materyaller üzerindeki etkisini inceledikleri çalışmada her grupta örneklem sayısını n=10 olarak belirlemişlerdir. Badra ve arkadaşlarının (139) farklı içeceklerin kompozit rezinlerin üzerindeki etkisini inceledikleri çalışmada ise grup başına örneklem boyutunu n=6 olarak almışlardır. Erdemir ve ark. (140) kompozit rezin materyallerin sporcu ve enerji içeceklerinin yüzey yapısına etkisini inceledikleri bir çalışmada örneklem boyutunu n=7 olarak belirlemişlerdir. Biz de çalışmamızı yapılan çalışmalar ışığında n=7 kabul ederek gerçekleştirdik.

Led ışık kaynakları, Quartz Tungsten Halojen ışık kaynaklarına göre daha verimli olup daha yüksek biyouyumluluğa, daha derin polimerizasyona ve materyal polimerizasyonu sonrası daha yüksek yüzey sertliğine sebep olduğu için çalışmamızda da LED ışık cihazları kullanılmıştır (141).

Etkili bir bitirme ve cilalama sistemi, restoratif materyalin doldurucu kısmından daha yüksek sertliğe sahip aşındırıcı partiküller içermelidir, aksi takdirde kompozit rezinin sadece organik bileşeni aşındırılacaktır (142,143). Oliveira (144) ve Eden

(145) yaptıkları çalışmalarda Sof-Lex bitirme ve polisaj sisteminin, çok yüksek verimliliğe sahip alüminyum oksit disklerden oluştuğunu tespit etmişlerdir. Çalışmamızda da bitirme ve polisaj işlemleri için iki aşamalı Sof-Lex Disk sistemi kullanılmıştır. Yapılan önceki çalışmalarda da görüldüğü üzere, bu bitirme ve cilalama sisteminin diğer sistemlerle karşılaştırıldığında daha verimli olduğu gözlemlenmiştir (146).

Da Silva ve ark. (147) yaptıkları çalışmada rezin kompozitlerin yüzeyinde ortamın etkisini karakterize etmek için kompozit yüzeylerin taramalı elektron mikroskobu (SEM) görüntülerini almışlardır. Bu amaçla, besiyerine daldırılmadan önce ve sonra her bir malzemeden iki numune analiz edilmiştir. Numune yüzeyleri, geri saçılan elektron modunda çalışan bir SEM kullanılarak gözlemlenmiştir. SEM görüntülerinin materyal yüzeyini detaylandırma avantajları nedeniyle biz de çalışmamızda kullanarak kompozitin pürüzlenen yüzey yapısını detaylandırdık.

Karatas ve arkadaşlarının kola, kahve ve kırmızı şarabın kompozit yüzey yapısı üzerindeki etkilerini inceledikleri çalışmada hem yüksek görüntü çözünürlüğü hem de yüzey üzerinde herhangi bir değişime sebep olmadan hassas ölçüm yapılabildiği için AFM yi tercih etmişlerdir. (148) Biz de önceki çalışmalar ışığında çözünürlük ve pürüzlülük açısından yüksek görüntü kalitesi, aynı zamanda hassas ölçüm yapabilmek amacıyla çalışmamızda AFM cihazını non-kontakt modda tercih ettik.

Fu ve ark. ları (149) yaptıkları örnek çalışmada, hidroksiapatit partiküllerini 72 saat boyunca %15'lik tartarik asit ile karıştırmışlar; tartarik asidin hidroksiapatit ve mine ile arayüzey etkileşimini araştırmışlardır. Bu çalışma diş sert dokuları üzerinde tartarik asit ile yapılan ilk çalışma olma özelliği taşımaktadır. Ulgey ve ark. 2021 de yaptıkları ve farklı asidik solüsyonları inceledikleri çalışmada kullandıkları tartarik asidin yüzdesini %15, sitrik asidin yüzdesini %10 olarak belirlemişlerdir (150). Biz de çalışmamızdaki benzer çalışmalardaki tartarik asit ve sitrik asit solüsyon yüzdeslerini göz önünde bulundurarak %15 lik tartarik asit ve % 10 lük sitrik asit solüsyonu kullanmayı tercih etmekteyiz.

Dental kompozitlerin zorlu ağız ortamında sağlam kalmaları, yapısal, estetik, kimyasal ve biyolojik özelliklere ayak uydurmaları gereken karmaşık bir sistemdir.

Karmaşıklık, dental kompozitlerin diş hekimliğinde kullanımları için gerekli olan "istenilen" özelliklerin bir kombinasyonuna sahip olması gerekliliği gerçeğinden kaynaklanmaktadır (48).

Doğru bir doldurucu ve rezin kombinasyonu materyallerin bireysel özellikleri göz önünde bulundurularak detaylı tasarlanmalıdır. Bir kompozit rezinin organik matriksini değiştirmek, polimerizasyon büzülmesini azaltmada önemli bir etkiye sahiptir. Öte yandan; doldurucu faz ve organik matriks arasındaki ara yüzey bağıntı doldurucu partiküllerin oranı, boyutu, şekli, gözenekliliği, yüzey modifikasyonu gibi kriterlerle geliştirilerek, kompozitlerin mekanik özellikleri de iyileştirilebilir (48).

Camilotti ve arkadaşlarının 2022 yılında mikrohibrit kompozitler üzerine yaptıkları bir çalışmada tartarik asit kaynağı olarak kullandıkları kırmızı şarabın Bis-GMA, BisEMA ve TEGDMA içeren kompozit rezinler üzerinde önemli aşındırıcı etkide olduğunu gösterilmiştir (151).

Yine Ulgey ve arkadaşları tartarik asidi %15, sitrik asidi %10 olarak belirledikleri, asidik solüsyonların restoratif materyallerin bağlanma dayanımlarına etkisini inceledikleri çalışmada “Termal yorgunluk içeren ve içermeyen her iki prosedürde; etkinlik sırasına göre sitrik asitin tartarik asitten bağlantı dayanımını arttırmada daha başarılı olduğunu belirtmişlerdir. (150) Sitrik asidin kompoziti tartarik asitten daha fazla pürüzlendirdiği, bunun da bağlanma dayanımında büyük etken olduğu düşünüldüğünde çalışmamızdaki yüzey pürüzlülüğü değerleri Ulgey ve arkadaşlarının çalışması ile benzer sonuçlara sahiptir.

Münchow ve ark. asidik çözeltilerin mikro-hibrit kompozit rezinlerin yüzey bozunması üzerine yaptıkları çalışmada kullandıkları laktik asidin yüzdesini %85 olarak belirlemiştir (152). Bu yüzde literatürde (153), kompozit rezin materyallerin içeriğindeki Bis-GMA ve UDMA monomerlerinin çözünürlük parametrelerinin, %85’lik laktik çözeltisinin çözünürlük değerine en yakın olduğu değeri ifade etmektedir. Aynı gerekçe çalışmada kullanılan %75’lik etanol ve %10’luk sitrik asit çözeltisinin çözünürlük değeri için de geçerlidir.

Literatürde yapılan bir çok çalışma, asidik materyallerin kompozit rezin materyalleri deforme etme potansiyeline sahip olduğunu göstermiştir (154). Yüzeysel bozunma süreçlerinde yer alan faktörlerden bağımsız olarak, yapılan çalışmalardan elde edilen veri analizleri, asidik çözeltilerin incelenen kompozitlerin sertliğini ve yüzey pürüzlülüğünü değiştirdiğini ortaya koymaktadır (132). Bu sonuç; çalışmamızda da elde ettiğimiz gibi, tüm kompozit türlerinin, kullanılan solüsyonlardan distile su hariç tüm asidik solüsyonlarda istatistiksel olarak anlamlı olacak şekilde yüzey pürüzlülüğü ve çözünürlük miktarı değeri taşımasıyla desteklenmektedir.

Kaga ve ark. (136) laktik asidin sığır dişi minesinin demineralizasyonuna etkisini inceledikleri çalışmadan elde ettikleri SEM görüntülerinde, düşük pH ortamına maruz kalmanın neden olduğu mineral doku kaybını gözlemlemişlerdir. Ayrıca, Ca iyonlarının salınım hızı ile mine demineralizasyon derecesi arasında güçlü bir korelasyon tespit etmişlerdir. Bulunan verilerin ışığında, Ca iyonlarının salınım hızının etkilendiği, mine incelenirse farklı asitlerde farklı demineralizasyon seviyeleri tespit edileceği öngörülmekte, bu durum SEM görüntülerindeki pürüzlenmiş mine görüntüleriyle desteklenmektedir. Çalışmamızın sonucuna göre, asidik solüsyonların pH ve derişim gibi farklı özelliklerinin, restorasyonların yüzey pürüzlülüğünü de etkilediği söylenebilir.

Bagheri ve arkadaşlarına göre, bekletilen depolama çözeltisinin tipi ve materyalin bileşimi, kompozit rezin materyallerin bozunması için önemli faktörlerdendir. Öte yandan, depolama çözeltisine (çözücü) ve materyale (çözünen) bağlı çözünürlük değeri, rezinin organik matriksinin çapraz bağ yapısı ve çözücü absorbsiyon gücü gibi faktörler; polimerik materyalin bozunma hızını doğrudan etkileyebilir. Sonuç olarak, bu faktörlerin kombinasyonu, restoratif materyalin maruz kaldığı aşınmayı ve dayanıklılığını etkileyebilmektedir (155).

Çalışmamızda Clearfil Majesty Posterior /Sitrik asit grubu başlangıç ağırlık miktarı 0. gün değeri Laktik asit grubuna göre anlamlı derecede düşüktür. Fakat Clearfil Majesty Posterior /Laktik asit grubu ağırlık miktarı 7. gün değeri diğer solüsyonlara göre anlamlı derecede düşük tespit edilmiştir. Bu da Clearfil Majesty

Posterior grubu kompozitlerin, çözünürlük açısından sitrik asite göre laktik asitten daha çok etkilendiğini göstermektedir. Kompozitler arası gözlemlenen çözünürlük değeri farklılıklarının; bekletilen depolama çözeltisinin tipi, materyalin bileşimi aynı zamanda; rezinin organik matriksinin çapraz bağ yapısı ve çözücü absorpsiyon gücü gibi faktörlerin kompozit rezin materyallerin bozunmasını farklı şekillerde etkilenmesinden kaynaklandığını düşünmekteyiz.

Düşük pH' lı herhangi bir çözeltinin, pH' ı daha yüksek olan asidik çözeltilerden daha agresif olarak yüzey bozunmasını artırması beklenir. Bununla birlikte, yapılan başka bir çalışmada en düşük ve en yüksek pH değerlerinin kompozitin yüzeyel özelliklerini benzer şekilde değiştirdiği, aynı zamanda sadece solüsyon pH' ının, kompozit üzerindeki solüsyon agresifliğini belirleyemeyeceği; diğer faktörlerin rezin esaslı malzemelerin yüzey ve yapı bozulmasını daha fazla etkilediği kabul edilmiştir (156). Bu veriler çalışmamızdaki laktik asidin kompozitleri daha fazla etkilemesini, Estelite Sigma Quick grubu kompozitlerin tartarik asite göre sitrik asitten daha fazla etkilenmesini, G-Aenial Posterior grubu kompozitlerin çözünürlük miktarı değeri açısından solüsyonlardan daha az etkilenmesini açıklamaktadır.

Cabadağ ve arkadaşları yaptıkları çalışmada sitrik asidi de içeren dört farklı solüsyon kullanmış; gıda taklidi likitler arasından en fazla yüzey pürüzlülüğünü %10' luk sitrik asitte bekletilen kompozitlerin yüzeyinde gözlemlemişlerdir. Bu durum çalışmamızdaki asidik solüsyonlarda bekletilen tüm kompozitlerde gözlemlenen yüzey pürüzlülüğü ile paralellik göstermektedir. Çalışmamızda kullanılan kompozitlerden sitrik asitte bekletilenlerin tümü anlamlı şekilde yüzey pürüzlülüğü ve çözünürlük miktarı değeri göstermiştir (157).

Cabadağ ve ark. çalışmalarında elde ettikleri çözünürlük değerlerine göre, inceledikleri Beautifil-Bulk Restorative' in en yüksek düzeyde sitrik asitte çözündüğünü, bu durumun Beautifil-Bulk Restorative materyalinin içeriğinde bulunan, zayıf asitlere karşı hassas cam doldurucu maddelerden kaynaklanabileceğini belirtilmiştir. Çalışmamızdaki cam doldurucu materyal içeren Clearfil Majesty Posterior kompozitin diğer kompozit gruplarına kıyasla asidik solüsyonlardan daha fazla etkilenmesini bu görüşe dayandırabileceğimizi düşünmekteyiz. (157)..

Beun ve ark. nanofil ve mikrofil kompozitleri inceledikleri çalışmalarında mikrosertliğin aksine, tüm solüsyonların numunelerin yüzey pürüzlülüğünü arttırdığını tespit etmişlerdir. Yüzey pürüzlülüğü malzemenin topografyasını yansıtır. Doldurucu materyallerin türü, boyutları, şekli ve konsantrasyonu (158), rezin organik matriksi dönüşüm yüzdesi (159), organik matriksin etkileşimi ve materyalin sertliği gibi çeşitli faktörlerin pürüzlülüğü etkilediği unutulmamalıdır (156). Bu nedenle Beun ve ark. (158) tarafından yapılan çalışmada bu faktörler standardize edilmiş; dolayısıyla elde edilen farklılıklar; özellikle kullanılan solüsyonların kompozit rezin materyalin yüzeyi ve yapısı üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Bizim çalışmamızda da incelenen tüm kompozit diskleri aynı boyutlarda hazırlanmış, aynı polimerizasyon cihazı kullanılmış, örnekler aynı sıcaklıkta, aynı sürede etüvde bekletilmiştir.

Ferracane ve ark. yaptıkları çalışmada, deiyonize su ve %80 lik laktik asit solüsyonu kullanarak kompozit numunesinin sertliğini ölçmüşlerdir. Çalışmada mikrosertlik önemli ölçüde değişmemesine rağmen, numunenin yüzey pürüzlülüğünün arttığını tespit etmişlerdir, bu durum absorpsiyon ve çözünürlük fenomeni ile açıklanabilir (160). Absorpsiyon ve çözünürlük fenomeni, şişme ve plastisite süreçleriyle yapısı değişebilen kompozit rezin organik matriksine solvent girişi, artık monomer salınımı ile ilişkilendirilmektedir. Ferracane ve arkadaşlarının yaptıkları çalışma; çalışmamızdaki laktik asit ve distile suyun etkileriyle paralellik taşımaktadır.

Da silva ve ark. yaptıkları çalışmaya göre laktik asidin kompozit rezinler üzerindeki etkisini inceledikleri çalışmalarında, çözünürlük açısından kompozit rezinin laktik asitten olumsuz etkilendiğini gözlemlemişlerdir. Bu sonuç, çalışmamızdaki Clearfil Majesty Posterior ve Estelite Sigma Quick grubu 7. gün RA ölçüm değerlerinin, Laktik asit solüsyonunda yüksek çıkması ile örtüşmektedir (147).

Propiyonik asit, asetik asit ve laktik asitin dimetakrilat rezinlerinin yumuşaması üzerindeki etkisini analiz eden Asmussen, önceki iki asidin laktik asitten daha yüksek bir yumuşatma etkisi ürettiğini ve bu durumun, asitlerin çözünürlük parametreleri ile arasındaki benzerliği yansıttığını iddia etmiştir. İlk bakışta, bu sonuç propiyonik asit ve asetik asitin kompozit rezinler üzerinde laktik asitten daha zararlı etkilerinin

olduğunun kabul edilmesine yol açmıştır (155). Fakat laktik asidin beslenmemizde sıklıkla tercih ettiğimiz fermante gıdalar, süt ve süt ürünleri, turşular, salamura ve soslarda bulunduğunu düşünecek olursak; kompozit üzerindeki etkisinin ne kadar yoğun olduğunu öngörebiliriz. Aynı zamanda bir *in vivo* çalışmada, Distler ve Kröncke, (161) asetik aside ek olarak, laktik asidin, insan diş plaklarında bulunan toplam asitlerin yaklaşık %70'ini oluşturduğunu göstermişlerdir. Bu sonuç da laktik asitin mine ve dentin üzerinde ne kadar önemli bir etki taşıdığını göstermektedir.

Ayrıca, aynı çalışmada, en çok tüketilen şeker olan sükroz ile karşılaştığında laktik asitte asetik ve propiyonik asitlere göre daha dik bir artış olduğu tespit edilmiştir. Distler ve Kröncke' e (161) göre, bu durum "Streptococcus mutans gibi laktat üreten bakterilerin sükrozu hızlı bir şekilde bozmasından kaynaklanmaktadır ve diğer asitlerin yüzdelerindeki azalma ile ilişkilidir".

Buna dayanarak, şekerin parçalanması sırasında insan diş plağında bulunan bakterilerin, örneğin S. Mutans ' ın laktik asit üretimini , dolayısıyla diş plağındaki miktarını artıracığı tahmin edilebilir. Esas olarak tükürüğün tamponlama etkisinin daha az etkili olduğu ve diş plağının kompozit yüzeylere yapıştığı alanlarda, yani özellikle proksimal alanlarda, laktik asit miktarındaki bu artış, kompozitin bozunmasını artırmaktadır. Beech ve ark.ları yaptıkları çalışmaya göre insan diş plağında bulunan en düşük pH' 4'tür ve en önemli pay laktik aside aittir (162). Bu nedenle, laktik asidin kompozit rezinler üzerindeki etkileri ile ilgili çalışmalar, ağız ortamında kompozitlerin bozunması açısından gerekli verilere katkı sağlayabilir.

Da Silva ve ark. nın yaptıkları çalışmada, her iki kompozit türü için de en kötü hasarın laktik asit tarafından oluşturulduğu tespit edilmiştir. Polimerik yapıda olan kompozit rezin dolgu, yapay tükürük ve suda olduğu gibi diş plağında üretilen asitleri taklit eden solusyonlarda da absorbsiyon ve çözünürlük davranışı gösterebilir. (147). Czarnecka ve ark. laktik asidin restoratif materyal üzerindeki etkisini inceledikleri çalışmada, diğer tüm açılardan benzer davranışlar sergilediğini gözlemlemiş, laktik asit çözeltisinin saf suya göre daha fazla iyon salınımı yaptığını tespit etmişlerdir (163). Bu da çalışmamızda kullanılan laktik asidin distile suya göre kullanılan tüm farklı tip doldurucu içeren kompozitler üzerinde daha fazla yüzey pürüzlülüğü ve

çözünürlük miktarı değeri göstermesini desteklemektedir. Kaga ve ark. (136) tespit ettiği üzere Ca iyonlarının salınım hızı ile mine demineralizasyon derecesi arasında çok güçlü bir korelasyon olduğu ve asidik solüsyonların bunu hızlandıracağı unutulmamalıdır.

Güncel klinik uygulamada, %30 ila %40 arasındaki fosforik asit (Pa) konsantrasyonu, bonding ajanın uygulanmasından önce yüzeyi pürüzlendirmek amacıyla kullanılır. Fakat aslında mineyi demineralize etmek için asidik yapılı bir primer aşındırıcının kullanılması, yüzey pürüzlülüğünü, serbest enerjiyi ve yapışma alanını arttırmakla beraber; smear tabakasını kaldırır, nemliliği artırır ve adeziv monomerlerin infiltrasyonu için bir ağ olarak hizmet etmek üzere organik matriksi açığa çıkarır (123,124).

Tartarik asit esas olarak şarap ve üzümde bulunur, bu asidin diş sert dokuları için oldukça aşındırıcı olduğu kabul edilir. Bu amaçla yapılan çalışmalara bakıldığında ; ilk kez 2005 yılında tartarik asitin mineye ve hidroksiapatite etkisini inceleyen Fu ve ark. ları (149) tartarik asidin temas ettiği yüzeyleri dekalsifiye edebildiğini göstermişlerdir. Bu nedenle tartarik asit, ilk kez self-etch primerlerde aşındırıcı ve fonksiyonel bir bileşen olarak kullanılabilmiştir (164).

Distile suyun, kompozit materyalinin sertliğini azaltmadığı kabul edilir. Ancak Ogliari ve arkadaşları mikrohibrit yapılı %60 doldurucu (47) oranına sahip olan Filtek Z-250 kullandıkları bir çalışmada, hidrofilik olan ve absorpsiyonu arttırabilen TEG-DMA içermesi nedeniyle kompozit rezinin su alımına duyarlı olduğunu iddia etmişlerdir. Bununla birlikte, değerlendirilen tüm çözeltiler benzer absorpsiyon sonuçları göstermiştir. Bu veriler göz önünde bulundurulduğunda absorpsiyon ve çözünürlüğün materyale daha bağımlı olduğu, yani solvent tipinden çok rezin organik matriksinin hidrofilikliğinden ve çapraz bağlanma yapısından etkilendiği sonucuna varmışlardır (165). Biz de çalışmamızda kullanılan CLEARFIL MAJESTY Posterior grubu mikrohibrit kompozitlerin asidik solüsyonlardan daha fazla etkilenmesinin nedenini; içeriğindeki TEG-DMA varlığına bağlamaktayız. Aynı gerekçe daha az TEG-DMA içeren ve Bis-GMA içermeyen G-AENİAL POSTERİOR grubu

kompozitlerin solüsyonlardan en az etkilenecek en az yüzey pürüzlülüğü ve en az çözünürlük miktarı değeri göstermesi sonucu için de geçerlidir

Chadwick ve arkadaşları yaptıkları çalışmada, laktik asit solüsyonunda (pH 4.0) saklanan tüm numunelerin yüzey yapısında bozulma tespit etmişlerdir. Bu davranışın, rezin matriksinde bulunan ester gruplarının hidrolizinden ve laktik asidin 6'lı C halkası oluşturma afinitesinden kaynaklandığını öne sürmüşlerdir (166). Bu asit katalizli reaksiyon çok eski bir çalışmayla literatüre sunulmuştur (167).

Asit, rezin organik matriksini pH'a bağlı etkilediği gibi, kompozit rezinin doldurucu partiküllerini de bozunmaya uğrattır. Tüm kompozitler, cam doldurucu partikülleri üzerindeki stres ve korozyon saldırılarının bir sonucu olarak silikon salmaktadır (168). Çinko ve baryum cam partikülü içeren materyallerin, kuvars içerenlere göre suya karşı daha hassas olması; aynı zamanda aktif monomer salınımı, matriks ve doldurucu ara yüzeyinde malzemeyi zayıflatabilecek çatlaklar üretmesi (167,168) çalışmamızdaki baryum cam tozu içeren Clearfil Majesty Posterior grubu kompozitlerin asitlerden neden daha çok etkilendiğini açıklar niteliktedir (169).

Bunun tam tersi olarak asitlerden en az etkilenen kompozit olan G-Aenial Posterior grubu kompozitler içeriğinde baryum içermemekle birlikte bunun yerine silika içerikli stronsiyum, lantanit ve flor içerikli inorganik doldurucular içermektedir. Xu ve arkadaşları yaptıkları çalışmada silika içerikli doldurucu içeren materyallerin, gelişmiş aşınma direnci ve eğilme mukavemeti gösterdiğini tespit etmişlerdir (170). Bu da çalışmamızdaki solüsyonlardan en az etkilenen kompozit rezin olan G-Aenial Posterior 'nin neden daha düşük yüzey pürüzlülüğü ve çözünürlük miktarı değerine sahip olduğunu bize göstermektedir.

Clearfil Majesty Posterior grubu kompozitlerde çözünürlük miktarı bakımından solüsyonlar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmaktadır ($p<0,05$). Clearfil Majesty Posterior grubu kompozitlerden laktik asit solüsyonunda bekletilen kompozitlerin çözünürlük miktarı değeri sitrik asit ve tartarik asit solüsyonlarında bekletilenlere göre anlamlı derecede yüksektir. Bu sonuçlar bize göstermektedir ki, aslında düşük pH değeri, değerlendirilen kompozit rezinin yüzey bozulmasını etkileyen tek faktör değildir. Kullanılan tüm solüsyonların pH değerleri birbirlerine

çok yakındır. Buna rağmen elde edilen sonuçlarda solüsyonlar arası farklılıklar bulunmaktadır.

Değerlendirilen materyallerin (monomerler, doldurucu partiküller ve bağlayıcı ajanlar) bileşimi de sonuçlar açısından büyük önem taşımaktadır. Örneğin Filtek Supreme XTE, organik matriksinde yüksek moleküler ağırlığa sahip Bis-EMA monomerini taşır ve absorpsiyona ve çözünürlüğe duyarlı olan OH grubu terminallerinin çıkarılması nedeniyle bozulmaya karşı Bis-GMA taşıyanlara göre daha dirençlidir.

Bununla birlikte, TEGDMA ve Bis-GMA gibi monomerler, alkol ile temas ettiklerinde, organik matriksin yumuşamasına ve bozulmasına neden olabilecek absorpsiyon ve çözünürlüğe karşı çok hassastırlar (50,44). Bu bilgiler göz önünde bulundurulduğunda Bis-GMA içermeyen G-aenial Posterior kompozitin başlangıç 0. Gün ve 7. Gün pürüzlülük ve çözünürlük miktarı değerlerinin Bis-GMA içeren Clearfil Majesty Posterior ve Estelite Sigma Quick kompozitlere kıyasla daha düşük çıkması yapılan çalışmalarla paralellik göstermektedir. Bununla birlikte Estelite Sigma Quick grubu kompozitler partikül özellikleri gereği, yüzey pürüzlendirmesi sonucu hibrit yerine düzenli sferik görünümde inorganik doldurucu açığa çıkarırlar.

Bir dizi çalışma, kompozitlerin aşınma direncinin, kompozit rezine yüklenen inorganik partiküllerin tipi, boyutu ve derecesi ile ilgili olduğu sonucuna varmıştır [20,28]. 2022 yılında yapılan bir çalışmada nanohibrit kompozit rezinler (Filtek Z550 ve Herculite XRV Ultra) incelenmiş, bir yıllık hidroklorik asit etkisinin ardından test edilen mikrohhibrit kompozitler (Filtek Z250 ve Herculite XRV) ile karşılaştırılmış, daha düşük yüzey pürüzlülüğü gösterdiği kaydedilmiştir (171). Bu da çalışmamızdaki Bis-GMA içeren iki kompozitten, daha büyük doldurucu içeren Clearfil Majesty Posterior kompozitin, Estelite Sigma Quick kompozite göre pürüzlülük değerinin genel olarak daha yüksek olmasını desteklemektedir. Bu sonuç partikül boyutunun farklılığının yüzey pürüzlülüğünü etkileyebileceği şeklinde yorumlanabilir. Bununla birlikte mikrohhibrit G-Aenial Posterior grubu kompozitlerin tüm solüsyonlardan en az etkilenen grup olması; kompozit rezinin bozunma analizinde absorpsiyon ve

çözünürlükle birlikte difüzyon katsayısının da dikkate alınması gerektiğini ve materyalin yapısal içeriğinin büyük önem taşıdığını göstermektedir.

Çalışmamızda test edilen mikrohibrit kompozit rezinin doldurucu ağırlığı %92, doldurucu hacmi %82; test edilen suprananohibrit rezinin doldurucu ağırlığı %82 ve doldurucu hacmi %71 olmuştur. Yapılan çalışmalar nanohibrit kompozitlerin daha düşük doldurucu hacmine sahip olmasının; organik matrikste parçacıkların düzgün bir şekilde dağılmasını sağladığını ve dolayısıyla aşınma direncini arttırdığını göstermiştir (175, 176).

Yapılan bir çok çalışmaya göre daha küçük doldurucu parçacıklara sahip kompozit rezinler daha yüksek aşınma direncine sahiptirler (5, 172). Mikrohibrit kompozitlerde aşınma nedeniyle büyük doldurucu parçacıklar kaybolurken; nano doldurucu olanlara kıyasla daha büyük yüzey kusurları oluşmaktadır (173,174).

Yüzey pürüzlülüğü, dolgu materyallerinin çiğneme sırasında kimyasal çözünmeye ve mekanik kuvvetlere maruz kalması sonucu artar (175, 176). pH ne kadar düşükse, bir maddenin aşındırıcı potansiyelinin o kadar büyük olduğu bilinmektedir.⁵⁴

Yapılan bir çok çalışma, asidik çözeltilerin uygulanan yüzeyleri zamanla yumuşatarak kompozit rezin materyallerin aşınıp çözünmesine ve doldurucu parçacıklarının yer değiştirmesine yol açtığını, sonuç olarak bu sürecin kompozitlerin pürüzlülüğünü arttırdığını göstermektedir (139,177). Çalışmamızda elde ettiğimiz yüzey pürüzlülüğü ve çözünürlük miktarı değeri sonuçları yapılan çalışmalarla paralellik göstermektedir.

Çalışmamızda kullanılan posterior kompozitler tüm asidik çözeltilerde farklı oranlarda çözünürlük ve yüzey pürüzlülüğü sonuçları göstermiş olup; bu durumun kullanılan materyalin yapısal özelliğine bağlı olduğu düşünülmüştür. Solvent tipinden çok rezin matriksinin hidrofilik yapısı ve çapraz bağlanma özelliği etkili bulunmuştur (134).

Organik matriks yapısında TEGDMA ve BİSGMA, inorganik yapısında ise cam doldurucu bulunduran kompozit rezinlerin asit ataklarına daha dayanıksız olduğu,

dental endüstrinin gelişmesi ile birlikte daha dirençli materyallerin tercih edilmesi ile restoratif materyallerin kullanım ömrünün artacağı kanaatindeyiz.

Hastanın diyeti göz önünde bulundurularak kullandığı besinlerin sıklığına ve asit içeriğine bağlı olarak kullanılacak restoratif materyalin tipini belirlemek mümkündür.

Restorasyon öncesi alınan anamnezde hastanın beslenmesinde tercih ettiği farklı tip asidik likitler içeren içecek ve gıdaların sıklığına bağlı olarak; kompozit seçimi yaparken asit ataklarına daha dirençli olan G-Aenial Posterior grubu kompozitlerin, Clearfil Majesty Posterior grubuna kıyasla tercih nedeni olabileceği düşünülmüştür.

Çalışmamızı tamamladığımız yedi günlük sürenin sonucunda, yüzey pürüzlülük artışı ve kullanılan materyallerin çözünürlük oranlarında anlamlı artış tespit edilmesine rağmen, kullanılan kompozit rezin örneklem sayısı ve araştırmanın daha uzun bir süre (ör. 30 gün) üzerinden değerlendirilmesi de çok daha sağlıklı ve tutarlı sonuçlar verecektir. Çalışmamızın ana sınırlılığı, in vitro gerçekleştirilmiş olmasıdır, bu nedenle asitlerin aşındırıcı etkisine zıt olan tükürüğün tamponlama kapasitesi dikkate alınamamıştır.

Çalışmamızda standart kalıplar kullanılarak hazırlanan kompozit materyal örnekleri, diskler kullanılarak cilalanmış ve parlatılmışlardır. Bitirme ve cilalama işlemlerinin özellikle ulaşılması daha zor olan posterior bölgede yapılması ve çalışmamızdaki gibi kolay ulaşılabilir, düz ve pürüzsüz yüzeylerin elde edilmesinin her zaman mümkün olmaması ağız içi ortamın tam olarak çalışmaya yansıtılamayacağını düşündürmelidir.

Bununla birlikte çalışmamızda her bir restoratif materyalin spesifik bileşimi ve yapısal özellikleri değerlendirilmiştir. Asidik solüsyonların neden olduğu değişikliklerin şiddetini etkileyen pek çok faktör bulunmaktadır. Konuyla ilgili yapılması planlanan çalışmalarda beslenme alışkanlıkları ve ağız hijyeni prosedürleri gibi diğer in vivo faktörler de dikkate alınmalıdır. Ayrıca bu çözeltilerin kompozit rezinin mekanik ve yüzey özellikleri üzerindeki etkisini değerlendiren daha ileri araştırmalara; farklı tip, boyut ve içerikte doldurucu maddesi içeren materyallerin değerlendirilmesine ihtiyaç duyulmaktadır.

Çalışmamızda kompozit örnekleri gün içerisi rutin ağız içi sıcaklık değişimlerine maruz kalmamış; çiğneme, kesme, koparma gibi ağız içi oklüzal streslerle karşı karşıya gelmemiştir. Bu nedenle yapılan çalışmaların sayıları artırılarak, tüm bu ağız içi şartların yerine getirildiği ve örneklem sayısının artırıldığı araştırmaların bu alandaki gelişmeleri destekleyeceğine inanmaktayız.

Son olarak yapılan tüm işlemlerde operatör hatası olabileceği unutulmamalı, hata payı göz önünde bulundurulmalıdır. Bu nedenle konuyla ilgili daha geniş örneklem sayısını içeren, daha çok sayıda çalışmaya ihtiyaç vardır.



8. SONUÇ VE ÖNERİLER

1. Çalışmamızın sonuçlarına göre en düşük başlangıç/son yüzey pürüzlülük değerinin G-Aenial Posterior kompozit rezin grubunda meydana geldiği görülmüştür.
2. Kullanılan posterior kompozitler farklı oranlarda çözünürlük ve yüzey pürüzlülüğü sonuçları göstermiş; bu durumun kullanılan materyalin yapısal özelliğine ve içeriğine bağlı olduğu düşünülmüştür.
3. Clearfil Majesty Posterior /Laktik asit-Tartarik asit grubu çözünürlük değerinin Estelite Sigma Quick ve G-Aenial Posterior grubu kompozitlere göre yüksek olduğu gözlemlenmiştir.
4. Clearfil Majesty Posterior ve Estelite Sigma Quick kompozitlerin en çok laktik asitten etkilendikleri tespit edilmiştir

9. KAYNAKLAR

1. Lynch CD, Opdam NJ, Hickel R, Brunton PA, Gurgan S, Kakaboura A, Shearer AC, Vanherle G, Wilson NHF. Guidance on posterior resin composites: Academy of Operative Dentistry - European Section. *J Dent* 2014; 42(4):377–383.
2. Coelho A, Paula A, Amaro I, Marto CM, Costa N, Saraiva J, Ferreira MM, Antunes P, Carrilho E. Mechanical characterization of two dental restorative materials after acidic challenge. *J Compos Sci* 2021; 5:31.
3. Yilmaz E, Sadeler R. Effect of artificial aging environment and time on mechanical properties of composite materials. *J Dent Res Rev* 2018; 5:111.
4. Wilson NHF, Dunne SM, Gainsford ID. Current materials and techniques for direct restorations in posterior teeth. Part 2: resin composite systems. *Int Dent J* 1997; 47:185-193.
5. Opdam NJM, Bronkhorst EM, Loomans BAC, Huysmans MC. 12-year survival of resin composite vs amalgam restorations. *J Dent Res* 2010; 89:1063-1067.
6. Christensen GJ. Longevity of posterior tooth dental restorations. *J Am Dent Assoc* 2005; 136:201-203.
7. Da Silva EM, Almeida GS, Poskus LT, Guimarães JGA. Relationship between the degree of conversion, solubility and salivary sorption of a hybrid and a nanofilled resin composite. *J Appl Oral Sci* 2008; 16(2):161-166.
8. Da Silva MAB, Vitti RP, Sinhoreti MA, Consani RL, Silva-Junior JG, Tonholo J. Effect of alcoholic beverages on surface roughness and microhardness of dental composites. *Dent Mater J* 2016; 35:621–626.
9. Toledano M, Osorio R, Osorio E, Fuentes V, Prati C, Garcia-Godoy F. Sorption and solubility of resin-based restorative dental materials. *J Dent* 2003; 31:43-50. [CrossRef]
10. Festuccia MS, Garcia Lda F, Cruvinel DR, Pires-De-Souza Fde C. Color stability, surface roughness and microhardness of composites submitted to mouthrinsing action. *J Appl Oral Sci* 2012; 20:200–205.
11. Briso AL, Caruzo LP, Guedes AP, Catelan A, dos Santos PH. In vitro evaluation of surface roughness and microhardness of restorative materials submitted to erosive challenges. *Oper Dent* 2011; 36:397–402.
12. Frencken JE, Sharma P, Stenhouse L, Green D, Laverty D, Dietrich T. Global epidemiology of dental caries and severe periodontitis—A comprehensive review. *J Clin Periodontol* 2017, 44:S94–S105.
13. Pepla E, Besharat LK, Palaia G, Tenore G, Migliau G. Nano-hydroxyapatite and its applications in preventive, restorative and regenerative dentistry: A review of literature. *Ann Stomatol* 2014; 5:108-114.

14. Buonocore MG. A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces, *J Dent Res* 1955; 34(6):849–853.
15. Steele J. An Independent Review of NHS Dental Services in England. England: COI for the Department of Health; 2009, p:113
16. Bowen RL. Use of epoxy resins in restorative materials. *J Dent Res* 1956; 35(3):360–369.
17. Habib E, Wang R, Zhu XX. Monodisperse silica-filled composite restoratives mechanical and light transmission properties. *Dental Materials*, 2017; 33(3): 280-287.
18. Donovan TE, Sulaiman TA, Oliveira GMS, Bayne SC, Thompson JY. Dental biomaterials. In Ritter AV, Boushell LW, Walter R, eds., *Sturdevant's Art and Science of Operative Dentistry*, 7th ed. St. Louis: Elsevier; 2019, p:453-510.
19. Dickens SH, Stansbury JW, Choi KM, Floyd CJE. Photopolymerization kinetics of methacrylate dental resins. *Macromolecules* 2003; 36(16):6043-6053.
20. Floyd CJE, Dickens SH. Network structure of Bis-GMA- and UDMA-based resin systems. *Dent Mater* 2006; 22(12):1143-1149.
21. Gonçalves F, Kawano Y, Pfeifer C, Stansbury JW, Braga RR. Influence of BisGMA, TEGDMA, and BisEMA contents on viscosity, conversion, and flexural strength of experimental resins and composites. *Eur J Oral Sci* 2009; 117(4):442–446.
22. Asmussen E. Restorative resins: hardness and strength vs. quantity of remaining double bonds. *Eur J Oral Sci* 1982; 90(6):484–489.
23. Feilzer AJ, Dauvillier BS. Effect of TEGDMA/BisGMA ratio on stress development and viscoelastic properties of experimental Two-paste composites. *J Dent Res* 2003; 82(10):824–828.
24. Gonçalves F, Pfeifer CCS, Stansbury JW, Newman SM, Braga RR. Influence of matrix composition on polymerization stress development of experimental composites. *Dent Mater* 2010; 26(7):697–703.
25. Gonçalves F, Azevedo CLN, Ferracane JL, Braga RR. BisGMA/TEGDMA ratio and filler content effects on shrinkage stress. *Dent Mater* 2011; 27(6):520–526.
26. Amirouche-Korichi A, Mouzali M, Watts DC. Effects of monomer ratios and highly radiopaque fillers on degree of conversion and shrinkage-strain of dental resin composites. *Dent Mater* 2009; 25(11):1411–1418.
27. Peutzfeldt A. Resin composites in dentistry: the monomer systems. *Eur J Oral Sci* 1997; 105(2):97-116.
28. Sigma Aldrich, Homepage, <https://www.sigmaaldrich.com/GB/en>, 2022.

29. Danso R, Hoedebecke B, Whang K, Sarraimi S, Johnston A, Flipse S, Wong N, Rawls HR. Development of an oxirane/acrylate interpenetrating polymer network (IPN) resin system. *Dent Mater* 2018; 34(10):1459-1465.
30. Łukaszczyk J, Janicki B, Frick A. Investigation on synthesis and properties of isosorbide based bis-GMA analogue. *J Mater Sci Mater Med* 2012; 23(5):1149–1155.
31. Aminoroaya A, Neisiany RE, Khorasani SN, Panahi P, Das O, Madry H, Cucchiaroni M, Ramakrishna S. A review of dental composites: challenges, chemistry aspects, filler influences, and future insights. *Compos B Eng* 2021; 216:108852.
32. Yang DL, Sun Q, Niu H, Wang RL, Wang D, Wang JX. The properties of dental resin composites reinforced with silica colloidal nanoparticle clusters: effects of heat treatment and filler composition. *Compos B Eng* 2020; 186:107791.
33. Algellai AA, Tomic N, Vuksanovic MM, Dojcinovic M, Volkov-Husovic T, Radojevic V, Jancic-Heinemann R. Adhesion testing of composites based on Bis-GMA/TEGDMA monomers reinforced with alumina based fillers on brass substrate. *Compos B Eng* 2018; 140:164-173.
34. Matinlinna JP, Lassila LVJ, Ozcan M, Yli-Urpo A, Vallittu PK. An introduction to silanes and their clinical applications in dentistry. *Int J Prosthodont* 2004; 17(2):155-164.
35. Moszner N, Volkel T, von Clausbruch SC, Geiter E, Batliner N, Rheinberger V. Sol-gel materials, 1. Synthesis and hydrolytic condensation of new cross-linking alkoxysilane methacrylates and light-curing composites based upon the condensates. *Macromol Mater Eng* 2002; 287(5):339-347.
36. Rebholz-Zaribaf N, Ozcan M. Adhesion to zirconia as a function of primers/silane coupling agents, luting cement types, aging and test methods. *J Adhes Sci Technol* 2017; 31(13):1408-1421.
37. Cramer NB, Stansbury JW, Bowman CN. Recent advances and developments in composite dental restorative materials. *J Dent Res* 2010; 90(4):402-416.
38. Cho K, Sul JH, Stenzel MH, Farrar P, Prusty BG. Experimental and computational investigation on interfacial and mechanical behavior of short glass fiber reinforced dental composites. *Compos B Eng* 2020; 200:108294.
39. Tanimoto Y, Kitagawa T, Aida M, Nishiyama N. Experimental and computational approach for evaluating the mechanical characteristics of dental composite resins with various filler sizes. *Acta Biomater* 2006; 2(6):633-639.
40. Karabela MM, Sideridou ID. Effect of the structure of silane coupling agent on sorption characteristics of solvents by dental resin-nanocomposites. *Dent Mater* 2008; 24(12):1631-1639.
41. Habib E, Wang R, Wang Y, Zhu M, Zhu XX. Inorganic fillers for dental resin composites: present and future. *ACS Biomater Sci Eng* 2016; 2(1):1–11.

42. Anusavice KJ, Phillips RW, Shen C, Rawls HR. Phillips' Science of Dental Materials, 12th ed. St. Louis, Mo: Elsevier/Saunders; 2013, p:334-9
43. Jakubiak J, Sionkowska A, Linden LA, Rabek JF. Isothermal photo differential scanning calorimetry. Crosslinking polymerization of multifunctional monomers in presence of visible light photoinitiators. *J Therm Anal Calorim* 2001; 65(2):435-443.
44. Jan CM, Nomura Y, Urabe H, Okazaki M, Shintani H. The relationship between leachability of polymerization initiator and degree of conversion of visible light-cured resin. *J Biomed Mater Res* 2002; 58(1):42-46.
45. Randolph LD, Palin WM, Leloup G, Leprince JG. Filler characteristics of modern dental resin composites and their influence on physico-mechanical properties. *Dent Mater* 2016; 32(12):1586-1599.
46. Barghamadi H, Atai M, Imani M, Esfandeh M. Effects of nanoparticle size and content on mechanical properties of dental nanocomposites: experimental versus modeling. *Iran Polym J* 2015; 24(10):837-848.
47. Randolph LD, Palin WM, Leprince JG. Developing a more appropriate classification system for modern resin-based composite technologies. In Miletic V, ed., *Dental Composite Materials for Direct Restorations*. Champaign: Springer; 2017, p:89–96.
48. Elfakhri F, Alkahtani R, Li C, Khaliq J. Influence of filler characteristics on the performance of dental composites: A comprehensive review. *Ceram Int* 2022; 48(19):27280-27294.
49. Spiller MS. *Dental Composites: A Comprehensive Review*. USA: Academy of Dental Learning & OSHA Training; 2012, p: 23:1–36.
50. Alla RK, Mohammed S. *of Dental Sciences*, 2014.
51. Sideridou ID, Karabela MM, Micheliou CN, Karagiannidis PG, Logothetidis S. Physical Properties of a Hybrid and a Nanohybrid Dental Light-Cured Resin Composite. *Journal of Biomaterials Science, Polymer Edition*, 2009; 20: 1831-1844.
52. Lindberg A. *Sandwich Restorations and Curing Techniques*. Doctoral Thesis, Umea University, Sweden; 2005, p: 65.
53. Craig RG, Powers JM, Sakaguchi RL. *Craig's Restorative Dental Materials*, 13th ed. St. Louis, Mo: Mosby Elsevier; 2006, p: 166-70
54. Geraldi S, Perdigao J. Microleakage of a new restorative system in posterior teeth. *J Dent Res* 2003; 81:1276.
55. Hervas García A, Martínez Lozano MA, Cabanes Vila J, Barjau Escribano A, Fos Galve P. Composite resins. A review of the materials and clinical indications. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal* 2006; 11(2):215–220.

56. Kruzic JJ, Arsecularatne JA, Tanaka CB, Ho MJ, Cesar PF. Recent advances in understanding the fatigue and wear behavior of dental composites and ceramics. *J Mech Behav Biomed Mater* 2018; 88:504–533.
57. Bocalon ACE, Mita D, Narumya I, Shouha P, Xavier TA, Braga RR. Replacement of glass particles by multidirectional short glass fibers in experimental composites: effects on degree of conversion, mechanical properties and polymerization shrinkage. *Dent Mater* 2016; 32(9):e204-e210.
58. Garoushi S, Vallittu PK, Lassila L. Effect of short fiber fillers on the optical properties of composite resins. *J Mater Sci Res* 2012; 1(2):174–180.
59. Manhart J, Chen HY, Hickel R. The suitability of packable resinbased composites for posterior restorations. *J Am Dent Assoc* 2001; 132:639-645.
60. Hervás-García A, Martínez-Lozano MA, Cabanes-Vila J, Barjau Escribano A, Fos-Galve P. Composite resins. A review of the materials and clinical indications. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal* 2006; 11:215-220
61. Suzuki S. Does the wear resistance of packable composite equal that of dental amalgam?. *J Esthet Restor Dent* 2004; 16:355-365.
62. Van Noort R. *Introduction to Dental Materials*. 4th ed. Edinburgh: Mosby/Elsevier; 2013. p. 231-45.
63. Rueggeberg FA, Giannini M, Arrais CAG, Price RBT. Light curing in dentistry and clinical implications: a literature review. *Braz Oral Res* 2017; 31(Suppl. 1):e61.
64. Stansbury JW. Curing dental resin and composite by photopolymerization. *J Esth Dent* 2000; 12(6):300-308.
65. Wilder Jr AD, May Jr KN, Bayne SC, Taylor DF, Leinfelder KF. Seventeen-year clinical study of ultraviolet-cured posterior composite class I and II restorations. *J Esthet Dent* 1999; 11(3):135–142.
66. Ereifej NS, Oweis YG, Eliades G. The effect of polishing technique on 3-D surface roughness and gloss of dental restorative resin composites. *Oper Dent* 2013; 38(1):E1-12.
67. Patel B, Chhabra N, Jain D. Effect of different polishing systems on the surface roughness of nano- hybrid composites. *J Conserv Dent* 2016; 19:37-40.
68. Sapra V, Taneja S, Kumar M. Surface geometry of various nanofiller composites using different polishing systems: A comparative study. *J Conserv Dent* 2013; 16:559-63.
69. Kadhon TH. A study to compare the efficiency of different finishing-polishing systems on surface roughness of nanohybrid composite resin. *Ann Rom Soc Cell Biol* 2021; 25:9709–9717.
70. Janus J, Fauxpoint JG, Arntz Y, Pelletier H, Etienne O. Surface roughness and morphology of three nanocomposites after two different polishing treatments by a multitechnique approach. *Dent Mater* 2010; 26:416-425.

71. Erdemir U, Yildiz E, Eren MM, Ozsoy A, Topcu FT. Effects of polishing systems on the surface roughness of tooth-colored materials. *J Dent Sci* 2013; 8:160-169.
72. Moraschini V, Fai CK, Alto RM, dos Santos GO. Amalgam and resin composite longevity of posterior restorations: A systematic review and meta-analysis, *J Dent* 2015; 43(9):1043-1050.
73. Pallesen U, van Dijken JWV, Halken J, Hallosten AL, Höigaard R. Longevity of posterior resin composite restorations in permanent teeth in Public Dental Health Service: A prospective 8 years follow up. *J Dent* 2013; 41:297–306.
74. Montagner AF, van de Sande FH, Müller C, Cenci MS, Susin AH. Survival, reasons for failure and clinical characteristics of anterior/posterior composites: 8-year findings. *Braz Dent J* 2018; 29:547–554.
75. Beck F, Lettner S, Graf A, Bitriol B, Dumitrescu N, Bauer P, Moritz A, Schedle A. Survival of direct resin restorations in posterior teeth within a 19-year period (1996–2015): a meta-analysis of prospective studies. *Dent Mater* 2015; 31(8):958–985.
76. Demarco FF, Collares K, Coelho-de-Souza FH, Correa MB, Cenci MS, Moraes RR, Opdam NJM. Anterior composite restorations: a systematic review on longterm survival and reasons for failure. *Dent Mater* 2015; 31(10):1214–1224.
77. Heintze SD, Rousson V. Clinical effectiveness of direct class II restorations-a meta-analysis. *J Adhesive Dent* 2012; 14(5):407-431.
78. Albuquerque PPAC, Bertolo ML, Cavalcante LMA, Pfeifer C, Schneider LFS. Degree of conversion, depth of cure, and color stability of experimental dental composite formulated with camphorquinone and phenanthrenequinone photoinitiators. *J Esthetic Restor Dent* 2015; 27:49-57.
79. Furuse AY, Mondelli J, Watts DC. Network structures of Bis-GMA/TEGDMA resins differ in DC, shrinkage-strain, hardness and optical properties as a function of reducing agent. *Dent Mater* 2011; 27(5):497–506.
80. Ono M, Nikaido L, Ikeda M, Imai S, Hanada N, Tagami J, Matin K. Surface properties of resin composite materials relative to Biofilm formation. *Dent Mater J* 2007; 26(5):613–622.
81. Ilie N, Hilton TJ, Heintze SD, Hickel R, Watts DC, Silikas N, Stansbury JW, Cadenaro M, Ferracane JL. Academy of dental materials guidance—resin composites: Part I—mechanical properties. *Dent Mater* 2017; 33(8):880–894.
82. Drummond JL. Degradation, fatigue, and failure of resin dental composite materials. *J Dent Res* 2008; 87(8):710–719.
83. Fonseca ASQS, Moreira ADL, de Albuquerque PPAC, de Menezes LR, Pfeifer CS, Schneider LFJ. Effect of monomer type on the CC degree of conversion, water sorption and solubility, and color stability of model dental composites. *Dent Mater* 2017; 33(4):394–401.

84. Youngson CC, Barclay CW. A pilot study of intraoral temperature changes. *Clin Oral Investig* 2000; 4(3):183-189.
85. Helvatjoglu-Antoniades M, Koliniotou-Kubia E, Dionyssopoulos P. The effect of thermal cycling on the bovine dentine shear bond strength of current adhesive systems. *J Oral Rehabil* 2004; 31(9):911-917.
86. Mystkowska J, Dąbrowski JR. Tribological characteristics of the kinematics couple: tooth – composite material for permanent dental fillings. *Maintain Reliab* 2010; 3:4–9.
87. Lussi A. Erosive tooth wear-a multifactorial condition of growing concern and increasing knowledge. *Monogr Oral Sci* 2006; 20:1-8.
88. Addy M, Shellis, RP. Interaction between attrition, abrasion and erosion in tooth wear. *Monogr Oral Sci* 2006; 20:17-31.
89. Lussi A, Jaeggi T, Zero D. The role of diet in the etiology of dental erosion. *Caries Res* 2004; 38:34-44.
90. Lussi A, Jaeggi T. Chemical factors. *Monogr Oral Sci* 2006; 20:77-87.
91. Bartlett D. Intrinsic causes of erosion. *Monogr Oral Sci* 2006; 20:119-139.
92. Bartlett DW, Fares J, Shirodaria S, Chiu K, Ahmad N, Sherriff M. The association of tooth wear, diet and dietary habits in adults aged 18–30 years old. *J Dent* 2011; 39:811-816.
93. Gambon DL, Brand HS, Veerman EC. Dental erosion in the 21st century: what is happening to nutritional habits and lifestyle in our society? *Br Dent J* 2012; 213:55-57.
94. Johansson AK, Omar R, Carlsson GE, Johansson A. Dental erosion and its growing importance in clinical practice: from past to present. *Int J Dent* 2012; 2012:632907.
95. Vashist H, Sharma D. A report on percentage yields of calcium citrate from citrus fruits and hydrodistillation of dried orange peel and cinnamon bark powder. *Int J Pharm Pharm Sci* 2013; 5:401-403.
96. Hotha KK, Pate T, Roychowdhury S, Subramanian V. Development of better-quality assay method for the citric acid and sodium citrate in ophthalmic/oral solutions and their application to deformation studies. *Am J Analytical Chemistry* 2014; 5(17):1249-1260.
97. Kanse NG, Deepali M, Kiran P, Priyanka B, Dhanke P. A review on citric acid production and its applications. *Int J Curr Adv Res* 2017; 6(9):5880-5883.
98. Gurtler JB, Mai TL. Traditional Preservatives – Organic Acids. In Batt CA, Tortorello ML, eds., *Encyclopedia of Food Microbiology*, 2nd ed., New York: Elsevier; 2014, p:119–130.
99. Ozer S, Sen Tunc E, Tuloglu N, Bayrak S. Solubility of two resin composites in different mouthrinses. *Biomed Res Int* 2014; 2014:580675.

100. Aljabo A, Xia W, Liaqat S, Khan MA, Knowles JC, Ashley P, Young AM. Conversion, shrinkage, water sorption, flexural strength and modulus of remineralizing dental composites. *Dent Mater* 2015; 31(11):1279-1289.
101. ISO 4049 – Dentistry — Polymer-based filling, restorative and luting materials; 2000.
102. Biazuz J, Zardo P, Rodrigues-Junior SA. Water sorption, solubility and surface roughness of resin surface sealants. *Braz J Oral Sci* 2015; 14(1):27–30.
103. Müller JA, Rohr N, Fischer J. Evaluation of ISO 4049: water sorption and water solubility of resin cements. *Eur J Oral Sci* 2017; 125(2):141–150.
104. Watanabe T, Miyazaki M, Takamizawa T, Kurokawa H, Rikuta A, Ando S. Influence of polishing duration on surface roughness of resin composites. *J Oral Sci* 2005; 47:21-25.
105. Scheibe KGBA, Almeida KGB, Medeiros IS, Costa JF, Alves CMC. Effect of different polishing systems on the surface roughness of microhybrid composites *J Appl Oral Sci* 2009; 17(1):21-26.
106. Jones CS, Billington RW, Pearson GJ. Interoperator variability during polishing. *Quintessence Int* 2006; 37:183-190.
107. Paravina RD, Roeder L, Lu H, Vogel K, Powers JM. Effect of finishing and polishing procedures on surface roughness, gloss and color of resin-based composites. *Am J Dent*. 2004; 17(4):262-266.
108. Bollen CM, Lambrechts P, Quirynen M. Comparison of surface roughness of oral hard materials to the threshold surface roughness for bacterial plaque retention: a review of the literature. *Dent Mater* 1997; 13:258-269.
109. Sarac D, Sarac YS, Kulunk S, Ural C, Kulunk T. The effect of polishing techniques on the surface roughness and color change of composite resins. *J Prosthet Dent* 2006; 96(1):33-40.
110. Uppal M, Arora, Kataria P. Profilometric analysis of nanohybrid composite surface polished with three polishing systems: an in vitro study. *Int J Oral Care Res* 2016; 4(4):255-258.
111. Naves LZ, Gerdolle DA, de Andrade OS, Gresnigt MM. Seeing is believing? When scanning electron microscopy (SEM) meets clinical dentistry: The replica technique. *Microsc Res Tech* 2020; 83(9):1118-1123.
112. Ekici Ö, Aslantaş K, Kanık Ö, Keleş A. Evaluation of surface roughness after root resection: An optical profilometer study. *Microsc Res Tech* 2021; 84(4):828-836.
113. Veerapandian M, Yun K. Study of atomic force microscopy in pharmaceutical and biopharmaceutical interactions - a mini review. *Curr Pharmaceut Anal* 2009; 5(3):256–268.

114. Varanda E, Do Prado M, Simao RA, Dias KR. Effect of in- office bleaching agents on the surface roughness and morphology of different dental composites: An AFM study. *MRT* 2013; 76(5):481–485.
115. Vaidya A, Pathak K. Mechanical stability of dental materials. In Asiri AM, Inamuddin AM, eds., *Applications of Nanocomposite Materials in Dentistry*. Cambridge: Woodhead Publishing; 2019, p:285-305.
116. Elkaffas AA, Eltoukhy RI, Elnegoly SA, Mahmoud SH. The effect of preheating resin composites on surface hardness: a systematic review and meta-analysis. *Restor Dent Endod* 2019; 44(4):e41.
117. Chan D, Hu W, Chung KH, Larsen R, Jensen S, Cao D, Gaviria L, Ong JL, Whang K, Eiampongpaiboon T. Reactions: antibacterial and bioactive dental restorative materials: Do they really work? *Am J Dent* 2018; 31:32B–36B.
118. Da Rosa Rodolpho PA, Donassollo TA, Cenci MS, Loguercio AD, Moraes RR, Bronkhorst EM, Opdam NJM, Demarco FF. 22-year clinical evaluation of the performance of two posterior composites with different filler characteristics. *Dent Mater* 2011; 27(10):955-963.
119. Lempel E, Tóth Á, Fábián T, Krajczár K, Szalma J. Retrospective evaluation of posterior direct composite restorations: 10-Year findings. *Dent Mater* 2015; 31:115–122.
120. Sideridou I, Tserki V, Papanastasiou G. Study of water sorption, solubility and modulus of elasticity of light-cured dimethacrylate based dental resins. *Biomaterials* 2003; 24:655-665.
121. Sarkar NK. Internal corrosion in dental composite wear: its significance and simulation. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater* 2000; 53(4):371-380.
122. Attin T, Wegehaupt FJ. Impact of erosive conditions on tooth-colored restorative materials. *Dent Mater* 2014; 30(1):43-49.
123. Kazak M, Tiryaki M, Turkes Basaran, E, Gokce BY. Evaluating the effects of different beverages with daily consumption habits on the wear of restorative materials. *Odontology* 2020; 108:636–645.
124. de Luca Cunha CMB, Wambier LM, Dias GF, Reis A, Alves FBT, Chibinsk AC, Wambier DS. In vitro evaluation of the impact of erosive/abrasive challenge in glass ionomer cements. *Biomed J Sci Tech Res* 2017; 1:1263–1266.
125. Al-Dlaigan YH, Al-Meedania LA, Anil S. The influence of frequently consumed beverages and snacks on dental erosion among preschool children in Saudi Arabia *Nut J* 2017; 16:80.
126. Hasselkvist A, Johansson A, Johansson AK. A 4 year prospective longitudinal study of progression of dental erosion associated to lifestyle in 13–14 year-old Swedish adolescents. *J Dent* 2016; 47:55-62.

127. Cheng R, Yang H, Shao MY, Hu T, Zhou XD. Dental erosion and severe tooth decay related to soft drinks: A case report and literature review. *J Zhejiang Univ Sci B* 2009; 10:395–399.
128. Wongkhantee S, Patanapiradej V, Maneenut C, Tantbirojn D. Effect of acidic food and drinks on surface hardness of enamel, dentine, and tooth-coloured filling materials. *J Dent* 2006; 34:214-220.
129. Santos MJ, Rego HM, Mukhopadhyay A, El Najjar M, Santos G-AENIAL POSTERIOR Jr. Effect of artificial aging on the surface roughness and microhardness of resin-based materials. *Gen Dent* 2016; 64:e13–e17.
130. De Moraes RR, Marimon JL, Schneider LF, Sinhoreti MA, Correr-Sobrinho L, Bueno M. Effects of 6 months of aging in water on hardness and surface roughness of two microhybrid dental composites. *J Prosthodont* 2008; 17:323-326.
131. Noble WH, Donovan TE, Geissberger M. Sports drinks and dental erosion. *J Calif Dent Assoc* 2011; 39:233–238.
132. Kooi T, Tan Q, Yap A, Guo W, Tay K, Soh M. Effects of food-simulating liquids on surface properties of giomer restoratives. *Oper Dent* 2012; 37:665-671.
133. De Paula A, De Fucio SBP, Alonso RCB, Ambrosano GMB, Puppim-Rontani RM. Influence of chemical degradation on the surface properties of nano restorative materials. *Oper Dent* 2014; 39(3):109-117.
134. Honório HM, Rios D, Francisconi LF, Magalhaes AC, Machado MAAM, Buzalaf MAR. Effect of prolonged erosive pH cycling on different restorative materials. *J Oral Rehab* 2008; 35(12):947-953.
135. Von Fraunhofer JA, Rogers MM. Dissolution of dental enamel in soft drinks. *Gen Dent* 2004; 52(4):308-312.
136. Kaga N, Nagano-Takebe F, Nezu T, Matsuura T, Endo K, Kaga M. Protective effects of GIC and S-PRG filler restoratives on demineralization of bovine enamel in lactic acid solution. *Materials* 2020; 13(9):2140.
137. Kumari CM, Bhat KM, Bansal R, Singh N, Anupama A, Lavanya T. Evaluation of surface roughness and hardness of newer nanoposterior composite resins after immersion in foodsimulating liquids. *Contemp Clin Dent* 2019; 10:289-93.
138. Poggio C, Viola M, Mirando M, Chiesa M, Beltrami R, Colombo M. Microhardness of different esthetic restorative materials: Evaluation and comparison after exposure to acidic drink. *Dent Res J (Isfahan)* 2018; 15(3):166-172.
139. Badra VV, Faraoni JJ, Ramos RP, Palma-Dibb RG. Influence of different beverages on the microhardness and surface roughness of resin composites. *Oper Dent* 2005; 30(2):213-219.

140. Erdemir U, Yildiz E, Eren MM, Ozel S. Surface hardness evaluation of different composite resin materials: influence of sports and energy drinks immersion after a short-term period. *J Appl Oral Sci* 2013; 21(2):124-31.
141. Shetty V, Richhawal A, Khade A, Mandwe A, Shetty H, Sachdev SS. Effect of quartz tungsten halogen and light-emitting diode curing units on the polymerization of microfilled and nanofilled composites: a comparative in-vitro study. *Eur J Mol Clin Med* 2022; 9(8):1368-1379.
142. Fawad N. Effect of different polishing procedures on color stability of nanocomposites in different mouth rinses. *Int Arab J Dent* 2013; 4:172–179.
143. Taraboanta I., Geletu G, Stoleriu S, Iovan G, Tofan N, Taraboanta-Gamen AC, Georgescu A, Popa CG, Andrian S. In vitro evaluation of gastric acid and toothbrushing effect on the surface state of different types of composite resins. *Medicina* 2022; 58(9):1281.
144. De Oliveira GU, Mondelli R, Rodrigues MC, Franco EB, Ishikiriama S, Wang L. Impact of filler size and distribution on roughness and wear of composite resin after simulated toothbrushing. *J Appl Oral Sci* 2012; 20:510–516.
145. Eden E, Cogulu D, Attin T. The effect of finishing and polishing systems on surface roughness, microhardness and microleakage of a nanohybrid composite. *J Int Dent Med Res* 2012; 5:155–160.
146. Colombo M, Vialba L, Beltrami R, Federico R, Chiesa M, Poggio C. Effect of different finishing/polishing procedures on surface roughness of ormocer-based and different resin composites. *Dent Res J* 2018; 15:404–410.
147. Da Silva EM, Gonçalves L, Guimarães JGA, Poskus LT, Fellows CE. The diffusion kinetics of a nanofilled and a midifilled resin composite immersed in distilled water, artificial saliva, and lactic acid. *Clin Oral Inves* 2010; 15:393-401.
148. Karatas O, Gul P, Gündoğdu M, Iskenderoglu DT. An evaluation of surface roughness after staining of different composite resins using atomic force microscopy and a profilometer. *MRT* 2020; 83(10):1251-1259.
149. Fu B, Shen Q, Qian W, Zeng Y, Sun X, Hannig M. Interfacial interaction of tartaric acid with hydroxyapatite and enamel. *J Mater Sci Mater Med* 2005; 16(9):827–831.
150. Ulgey M, Gorler O. The effect of different acid treatments on shear bond strength between monolithic zirconia and dentin surface. *Cumhuriyet Dent J* 2021; 24(1):1-9.
151. Camilotti V, Detogni A, Ambrosano G, Mendonça M, Ueda J, Goes M. Effect of acidic solutions present in the diet on the surface roughness of microhybrid composite resins. *Res Soc Dev* 2022; 11(4):e46111426588.
152. Münchow EA, Ferreira ACA, Machado RMM, Ramos TS, Rodrigues-Junior SA, Zanchi CH. Effect of acidic solutions on the surface degradation of a micro-hybrid composite resin. *Braz Dent J* 2014; 25(4):321–326.

153. Yap AUJ, Tan SHL, Wee SSC, Lee CW, Lim ELC, Zeng KY. Chemical degradation of composite restoratives. *J Oral Rehab* 2001; 28(11):1015-1021.
154. Silva KG, Pedrini D, Delbem AC, Cannon M. Effect of pH variations in a cycling model on the properties of restorative materials. *Oper Dent* 2007; 32:328-335.
155. Bagheri R, Tyas MJ, Burrow MF. Subsurface degradation of resin-based composites. *Dent Mater* 2007; 23:944-951.
156. Munchow EA, Correa MB, Ogliari FA, Piva E, Zanchi CH. Correlation between surface roughness and microhardness of experimental composites with varying filler concentration. *J Contemp Dent Pract* 2012; 13:299-304.
157. Cabadag, ÖG, Gönülol N. The effects of food-simulating liquids on surface roughness, surface hardness, and solubility of bulk-fill composites. *J Adv Oral Res* 2021; 12(2):245-253.
158. Beun S, Glorieux T, Devaux J, Vreven J, Leloup G. Characterization of nanofilled compared to universal and microfilled composites. *Dent Mater* 2007; 23:51-59.
159. Marghalani HY. Effect of filler particles on surface roughness of experimental composite series. *J Appl Oral Sci* 2010; 18:59-67.
160. Ferracane JL. Hygroscopic and hydrolytic effects in dental polymer networks. *Dent Mater* 2006; 22:211-222.
161. Distler W, Kröncke A. The acid pattern in human dental plaque. *J Dent Res* 1983; 62:87–91.
162. Beech DR, Bandyopadhyai S (1983) A new laboratory method for evaluating the relative solubility and erosion of dental cements. *J Oral Rehabil* 10:57–63
163. Czarnecka B, Nicholson JW. Ion release by resin-modified glass-ionomer cements into water and lactic acid solutions. *J Dent* 2006; 34(8):539–543.
164. Wiktorsson AM, Zimmerman M, Angmar-Månsson B. Erosive tooth wear: prevalence and severity in Swedish winetasters. *Eur J Oral Sci* 1997; 105:544-550.
165. Ogliari FA, Ely C, Zanchi CH, Fortes CB, Samuel SM, Demarco FF. Influence of chain extender length of aromatic dimethacrylates on polymer network development. *Dent Mater* 2008; 24:165-171.
166. Chadwick RG, McCabe JF, Walls AWG, Storer R. The effect of storage media upon the surface microhardness and abrasion resistance of three composites. *Dent Mater* 1990; 6(2):123–128.
167. Roberts JD, Caserio MC. Alcohols and esters. In *Basic Principles of Organic Chemistry*. New York: W.A. Benjamin, Inc., 1965, p:388-391.
168. Oysaed HI, Ruyter IE. Water sorption and filler characteristics of composites for use in posterior teeth. *J Dent Res* 1986; 65:1315-1318.

169. Söderholm KJM. Leaking of fillers in dental composites. *J Dent Res* 1983; 62:126-130.
170. Xu HHK, Sun L, Weir MD, Antonucci JM, Takagi S, Chow LC, Peltz M. Nano DCPA-whisker composites with high strength and Ca and PO₄ release. *J Dent Res* 2006; 85(8):722–727.
171. Taraboanta I, Geletu G, Stoleriu S, Iovan G, Tofan N, Taraboanta-Gamen AC, Georgescu A, Popa CG, Andrian S. In vitro evaluation of gastric acid and toothbrushing effect on the surface state of different types of composite resins. *Medicina* 2022; 58(9):1281.
172. Ghiorghie CA, Iovan G, Pancu G, Topoliceanu C, Georgescu A, Rusu LC, Andrian, S. Effects of hydrochloric acid on enamel adjacent to composite restorations an in vitro study. *Mater Plast* 2015; 52:301.
173. St-Pierre L, Martel C, Crépeau H, Vargas MA. Influence of polishing systems on surface roughness of composite resins: Polishability of composite resins. *Oper Dent* 2019; 44:122–132.
174. Costa GD, Fernandes AC, Carvalho LA, de Andrade AC, de Assunção IV, Borges BC. Effect of additional polishing methods on the physical surface properties of different nanocomposites: SEM and AFM study. *Microsc Res Tech* 2018; 81:1467–1477.
175. Reis AF, Giannini M, Lovadino JR, Ambrosano GM. Effects of various finishing systems on the surface roughness and staining susceptibility of packable composite resins. *Dent Mater* 2003; 19(1):12-18.
176. Catelan A, Briso AL, Sundfeld RH, Dos Santos PH. Effect of artificial aging on the roughness and microhardness of sealed composites. *J Esthet Restor Dent* 2010; 22(5):324-330.
177. Abu-Bakr N, Han L, Okamoto A, Iwaku M. Changes in the mechanical properties and surface texture of compomer immersed in various media. *J Prosthet Dent* 2000; 84:444-452.

EKLER

EK-1. ORJİNALLİK RAPORU

ORJİNALLİK RAPORU			
% 11	% 10	% 4	% 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	% 1	
3	acikerisim.dicle.edu.tr:8080 İnternet Kaynağı	% 1	
4	Submitted to Istanbul Medeniyet Üniversitesi Öğrenci Ödevi	<% 1	
5	Submitted to Dicle University Öğrenci Ödevi	<% 1	
6	www.atamanchemicals.com İnternet Kaynağı	<% 1	
7	www.dicle.edu.tr İnternet Kaynağı	<% 1	
8	docplayer.biz.tr İnternet Kaynağı	<% 1	
9	www.ataman-chemicals.com İnternet Kaynağı	<% 1	

10	Submitted to Istanbul Medipol Üniversitesi Öğrenci Ödevi	<% 1
11	www.kuraraynoritake.eu İnternet Kaynağı	<% 1
12	nek.istanbul.edu.tr:4444 İnternet Kaynağı	<% 1
13	estudogeral.sib.uc.pt İnternet Kaynağı	<% 1
14	tokuyamaturkiye.com İnternet Kaynağı	<% 1
15	Submitted to Konya Necmettin Erbakan University Öğrenci Ödevi	<% 1
16	dergipark.org.tr İnternet Kaynağı	<% 1
17	www.gecekitapligi.com İnternet Kaynağı	<% 1
18	Bibiana Gabardo Perez, Bruna Gaidarji, Danielle Zorzo Righes, Oscar E. Pecho et al. "Masking ability of resin composites: A scoping review", Journal of Esthetic and Restorative Dentistry, 2022 Yayın	<% 1
19	Buruiana, T., V. Melinte, F. Jitaru, H. Aldea, and E. C. Buruiana. "Photopolymerization	<% 1

experiments and properties of some urethane/urea methacrylates tested in dental composites", Journal of Composite Materials, 2012.

Yayın

20	dt.mahidol.ac.th İnternet Kaynağı	<% 1
21	prezi.com İnternet Kaynağı	<% 1
22	worldwidescience.org İnternet Kaynağı	<% 1
23	"Full Issue", Operative Dentistry, 2021 Yayın	<% 1
24	acikerisim.medipol.edu.tr İnternet Kaynağı	<% 1
25	dspace.ankara.edu.tr İnternet Kaynağı	<% 1
26	pdfcoffee.com İnternet Kaynağı	<% 1
27	www.researchgate.net İnternet Kaynağı	<% 1
28	PAMİR, Tijen, KORKUT, Ziya Onur, TEZEL, Hüseyin, KÖSE, Timur and ÖZATA, Ferit. "Aşındırıcılık değerleri farklı beyazlatıcı diş macunlarının kompozit rezinlerin yüzey	<% 1

pürüzlülüğü ve mikrosertliğine etkilerinin incelenmesi", Gazi Üniversitesi, 2007.

Yayın

-
- 29 Selen BOZKAYA, Neslihan TEKÇE, Emre ÖZEL. "Effects of Characterization Material and Bleaching Agent Application on Surface Properties and Color Change of Composite Materials", Türkiye Klinikleri Journal of Dental Sciences, 2018

Yayın

-
- 30 cdj.cumhuriyet.edu.tr

İnternet Kaynağı

-
- 31 discovery.ucl.ac.uk

İnternet Kaynağı

-
- 32 search.trdizin.gov.tr

İnternet Kaynağı

-
- 33 "Oral Biofilms and Modern Dental Materials", Springer Science and Business Media LLC, 2021

Yayın

-
- 34 TUNCER, Duygu, HALAÇOĞLU, Derya Merve, ÇELİK, Çiğdem and ARHUN, Neslihan. "Bitirme ve parlatma sistemlerinin farklı tipteki kompozit rezinlerin yüzey pürüzlülüğüne etkisi", Yeditepe Üniversitesi Rektörlüğü, 2016.

Yayın

dspace.gazi.edu.tr



ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı-Soyadı	ÖZGÜN KOKOZ ÇİTAKER
Doğum Yeri	
Doğum Tarihi	
Uyruğu	
Mail Adresi	

Eğitim Bilgileri

Üniversite	Süleyman Demirel Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi
Lise	Manisa Anadolu Öğretmen Lisesi
İlkokul	Ali Rıza Çevik İlköğretim Okulu / Manisa

İş Deneyimleri

Görev	Kurum	Süre
Araştırma Görevlisi	Dicle Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Restoratif Diş Tedavisi Ana Bilim Dalı, Diyarbakır	2020-2023

Yabancı Dil Sınav Notu	
TİPDİL	56