

T.C.
ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİ FAKÜLTESİ
PEDODONTİ ANABİLİM DALI

KİTOSAN MODİFİYE CAM İYONOMER SİMAN ÜZERİNE GASTRİK ASİT ETKİSİNİN ARAŞTIRILMASI

Dt. Arzu SOYGUN

PEDODONTİ ANABİLİM DALI UZMANLIK TEZİ

TEZ DANIŞMANI
Prof. Dr. M. Cem DOĞAN

ADANA – 2018

T.C.
ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİ FAKÜLTESİ
PEDODONTİ ANABİLİM DALI

KİTOSAN MODİFİYE CAM İYONOMER SİMAN ÜZERİNE GASTRİK ASİT ETKİSİNİN ARAŞTIRILMASI

Dt. Arzu SOYGUN

PEDODONTİ ANABİLİM DALI UZMANLIK TEZİ

TEZ DANIŞMANI
Prof. Dr. M. Cem DOĞAN

Bu çalışma TDH-2018-9924 nolu proje olarak Çukurova Üniversitesi Araştırma Projeleri tarafından desteklenmiştir.

ADANA – 2018

KABUL VE ONAY

Pedodonti Anabilim Dalı Uzmanlık Programı Çerçevesinde yürütülmüş olan “Kitosan Modifiye Cam İyonomer Siman Üzerine Gastrik Asit Etkisinin Araştırılması” adlı çalışma, aşağıdaki jüri tarafından Uzmanlık Tezi olarak kabul edilmiştir.

Tarihi: 15/11/2018

TEZ SINAV JÜRİSİ

Prof. Dr. M.Cem DOĞAN
Çukurova Üniversitesi
Başkan

Doç. Dr. Tamer TÜZÜNER
Karadeniz Teknik Üniversitesi
Üye

Dr. Öğr. Üyesi Ayşe Buse SERİN
Çukurova Üniversitesi
Üye

Dr. Öğr. Üyesi Ceren DEVECİ
Çukurova Üniversitesi
Üye

Dr. Öğr. Üyesi Ebru DELİKAN
Mersin Üniversitesi
Üye

Yukarıdaki Tez, Yönetim Kurulunun 21/11/2018 tarih ve 43/2 sayılı kararı ile kabul edilmiştir.

ETİK BEYANI

T.C. ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ DIŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ YÜKSEK LİSANS TEZ ÇALIŞMASI ETİK BEYANI

Çukurova Üniversitesi Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Yönergesini okuduğumu ve anladığımı ve Çukurova Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde ve ortaya çıkan sonuçlarda herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Tez olarak sunduğum bu çalışmanın özgün olduğunu,

bildirir, aksi bir durumda bu konuda hakkımda yapılacak tüm yasal işlemleri ve aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim. 15/11./2018

İMZA
Adı Soyadı
Dt. Arzu SOYGUN

Kayıtlı olunan Program : Pedodonti Anabilim Dalı
Tezin Konusu : Kitosan Modifiye Cam İyonomer Siman Üzerine Gastrik Asit Etkisinin Araştırılması
Tezin Türü : Uzmanlık Yüksek Lisans : Doktora:
Danışmanın Adı-Soyadı : Prof. Dr. M. CEM DOĞAN
Danışmanın İletişim Bilgileri
Telefon : 05333724073
E-Posta : cemdogan@cu.edu.tr
Öğrencinin İletişim Bilgileri
Telefon : 05053136971
E-Posta : asoygun@cu.edu.tr
Adresi : Çukurova Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi
Pedodonti Anabilim Dalı
/ADANA

TEŞEKKÜR

Uzmanlık eğitimim boyunca anlayış ve hoşgörüsüyle bilgi ve deneyimini paylaşan, her zaman beni destekleyen bana özgüven kazandıran, karakterini kendime hayatım boyunca örnek alacağım öğrencisi olmaktan gurur duyduğum danışman hocam Prof. Dr. M. Cem Doğan'a,

Sayın Dekanım Prof. Dr. Serdar TOROĞLU'na, tezimin laboratuvar aşamasında bilgi ve tecrübesini benimle paylaşan Endodonti Anabilim Dalı Başkanı Prof. Dr. Oğuz YOLDAŞ hocam'a,

Uzmanlık eğitimim boyunca destek ve yardımını benden esirgemeyen uzmanlık eğitimimi keyifle yapmamı sağlayan Dr. Öğr. Üyesi A. Buse SERİN, Dr. Öğr. Üyesi İffet YAZICIOĞLU SANRI, Dr. Öğr. Üyesi Ceren DEVECİ, Dr. Öğr. Üyesi Volkan ÇİFTÇİ hocam'a, her zaman yanımda olan beni cesaretlendiren Dr. Öğr. Üyesi Nilgün ALPAY'a,

İstatistiksel verilerin elde edilmesinde büyük emeği geçen Bioistatistik Uzmanı Çağla SARITÜRK'e asistanlığım boyunca arkadaşlıkları ve dostlukları ile her zaman yanımda olan tüm asistan arkadaşlarıma; çalışma hayatım boyunca gösterdikleri tüm anlayış ve sabır için tüm personelimize ve sekreterimize,

Her zaman yanımda olan annem Suzan DAVULCU, babam Tuğrul DAVULCU'ya Abilerim; Dr. Fatih DAVULCU'ya ve Doç. Dr. Asım DAVULCU 'ya,

Huzur ve mutluluk kaynağım canım oğullarım İbrahim Ata ve Kerem Alp'e, Sayesinde uzmanlık yapmaya karar verdiğim, sevgi, bilgi ve desteğini her koşulda hissettiğim ömür boyunca yanımda olmasını dilediğim eşim Doç. Dr. Koray SOYGUN'a sonsuz teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
KABUL VE ONAY	ii
ETİK BEYANI	iii
TEŞEKKÜR	iv
İÇİNDEKİLER	v
ÇİZELGELER DİZİNİ	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ	ix
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	xii
ÖZET	xiii
ABSTRACT	xiv
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	3
2.1. Cam İyonomer Simanlar	3
2.1.1. Cam İyonomer Simanların Sınıflandırılması	4
2.1.1.1. Cam iyonomer simanların kullanımına göre sınıflandırılması.....	4
2.1.1.2. Cam iyonomer simanların içeriklerine göre sınıflandırılması	5
2.1.1.2.1. Geleneksel Cam İyonomer Simanlar (GCİS).....	5
2.1.1.2.1.1. GCİS Toz Yapısı Ve Bileşimi.....	6
2.1.1.2.1.2. GCİS Likitinin Yapısı ve Bileşimi	7
2.1.1.2.1.3. GCİS’lerin Sertleşme Reaksiyonu	7
2.1.1.2.1.4. GCİS Avantaj- Dezavantajları, Endikasyon- Kontrendikasyonları	9
2.1.1.2.2. Rezin Modifiye Cam İyonomer Simanlar (RMCİS).....	10
2.1.1.2.3. Poliasit Modifiye Kompozit Rezinler (Kompomerler)	10
2.1.1.2.4. Yüksek Viskoziteli Cam İyonomer Simanlar (YVCİS).....	11
2.1.1.2.4.1. YVCİS; Fuji IX	11
2.1.1.2.5. Giomerler	11
2.1.1.2.6. Nano-iyonmerler	12
2.1.2. Cam iyonomer simanların fiziksel-mekanik özelliklerinin artırılması	12
2.1.2.1. Poliakrilik Asidin Modifiye Edilmesi	12

2.1.2.2. Toz/Likit Oranının Artırılması	12
2.1.2.3. Amalgam İlavesi	13
2.1.2.4. Gümüş İlavesi.....	13
2.1.2.5. Fiber İlavesi.....	13
2.1.2.6. Kitosan İlavesi.....	14
2.1.2.6.1. Kitosan	14
2.1.2.6.2. Kitosanın Kimyasal Yapısı	14
2.1.2.6.3. Kitosanın Özelliklerine Etki Eden Parametreler	16
2.1.2.6.3.1. Deasetilasyon Derecesi	16
2.1.2.6.3.2. Molekül Ağırlığı.....	16
2.1.2.6.3.3. Çözünürlük	16
2.1.2.6.4. Diş Hekimliğinde Kitosan.....	17
2.1.2.6.4.1. Kitosanın antibakteriyel etkisi.....	17
2.1.2.6.4.2. Diş macunlarında Kitosan	18
2.1.2.6.4.3. Kitosan esaslı adezivler.....	19
2.2. Gastroözofageal Reflü.....	19
2.3. Mekanik Testler	21
2.3.1. Mikrosertlik Testi.....	21
2.3.1.1. Vickers Sertlik Ölçüm Testi.....	22
2.3.2. Yüzey Pürüzlülük Testi.....	23
2.3.2.1. Optik profilometre.....	24
2.3.3. Atomik Kuvvet Mikroskobu	26
2.3.4. Taramalı Elektron Mikroskop - Element Analizi.....	27
2.4. Amaç Ve Hipotezler.....	28
3. GEREÇ ve YÖNTEM	29
3.1. Deney Gruplarının Oluşturulması	30
3.2. Deney Ortamlarının Oluşturulması	34
3.2.1. Yapay Tükürük hazırlanışı	34
3.2.2. Gastrik asit hazırlanışı.....	34
3.2.3. Gastrik asit eroziv siklus	36
3.3. Ağırlık Ölçüm Testi	37
3.4. Mikrosertlik Testi.....	37

3.5. Optik Profilometre İle Yüzey Pürüzlülüğü	38
3.6. Atomik Kuvvet Mikroskobu (Afm) İle Yüzey Analizi.....	39
3.7. Taramalı Elektron Mikroskop (Sem) Ve Element Analizi	40
3.8. İstatistiksel Analiz.....	42
4. BULGULAR	43
4.1. Ağırlık Ölçüm Test Sonuçları	43
4.2. Mikrosertlik Test Sonuçları.....	44
4.3. Optik Profilometre Yüzey Pürüzlülüğü Test Sonuçları	46
4.4. Atomik Kuvvet Mikroskop (Afm) Test Sonuçları	52
4.5. Taramalı Elektron Mikroskop (Sem) Ve Elementel (Eds, Enerji Saçınım Spektrometresi) Analiz Sonuçları	57
5. TARTIŞMA	66
6. SONUÇLAR ve ÖNERİLER	82
KAYNAKLAR	83
EKLER	96
EK-1 Etik Kurul Onayı	96
ÖZGEÇMİŞ	97

ÇİZELGELER DİZİNİ

<u>Çizelge No:</u>	<u>Sayfa No:</u>
Çizelge 2.1. Cam iyonomer siman tozunu oluşturan bileşenler ve ağırlıkça yüzdeleri	6
Çizelge 2.2. Kitosanın çeşitli organik asitler içinde çözünübilirliği (80).....	17
Çizelge 2.3. Knoop ve Vickers testlerinin avantajları ve dezavantajları	23
Çizelge 3.1. Çalışmada yapılan deney- test işlemleri ve yapıldığı laboratuvarlar	29
Çizelge 3.2. Çalışmada kullanılan materyaller ve üretici firmalar	30
Çizelge 4.1. Yapay tükürük içerisinde bekletilmeden önce ve sonrasındaki örneklerin ağırlık(mg) sonuçları	43
Çizelge 4.2. Gastrik asit eroziv siklusa maruz bırakılmadan önce ve sonrasında örneklerin ağırlık(mg) sonuçları	43
Çizelge 4.3. Çalışmamızdaki örnek gruplarının Vickers mikrosertlik test sonuçları (n=10).....	44
Çizelge 4.4. Optik profilometre ortalama yüzey pürüzlülüğü (Ra, nm) test sonuçları	46
Çizelge 4.5. CG grubuna ait EDS Analizi	63
Çizelge 4.6. K5G grubunun EDS Analizi.....	64
Çizelge 4.7. K10G grubunun EDS analizi.....	65

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Şekil No:</u>		<u>Sayfa No:</u>
Şekil 2.1.	ASPA'nın kimyasal yapısı.....	4
Şekil 2.2.	Floroaluminosilikat cam partiküllerinin şematik yapısı (43).....	5
Şekil 2.3.	Cam iyonomer simanların sertleşme mekanizması (50).....	8
Şekil 2.4.	Selüloz, Kitin ve Kitosan kimyasal yapıları (81).....	15
Şekil 2.5.	Vickers sertlik ölçüm testinin şematik görünümü.....	22
Şekil 2.6.	Ra parametresi diagramı.....	25
Şekil 2.7.	Rz parametresi diagramı.....	25
Şekil 2.8.	Rpm parametresi diagramı.....	26
Şekil 3.1.	Çalışma da kullanılan Cam iyonomer siman.....	30
Şekil 3.2.	Düşük molekül ağırlıklı Kitosan.....	31
Şekil 3.3.	Çalışmada kalıp için kullanılan şeffaf pleksi levha.....	32
Şekil 3.4.	Çalışmada elde edilen örnek grupları.....	32
Şekil 3.5.	Nüve cooled inkübatör ES 110 (Nüve, Ankara, Türkiye).....	33
Şekil 3.6.	Yapay tükürük hazırlanması için kullanılan kimyasallar.....	34
Şekil 3.7.	Çalışmamızda kullanılan HCl ve Pepsin.....	35
Şekil 3.8.	Çalışmada kullanılan örnek gruplarının cam deney tüplerindeki görüntüsü.....	36
Şekil 3.9.	Gastrik asit eroziv siklusunun yapılışı.....	36
Şekil 3.10.	Hassas terazi Shimadzu AX120 (Shimadzu corparation, Kyota, Japonya).....	37
Şekil 3.11.	Çalışmada kullanılan mikrosertlik cihazı (Buehler MMT-3 digital microhardness tester Lake Bluff, IL,USA) ve alınan görüntü.....	38
Şekil 3.12.	Phaze View / Zee Scope, France.....	39
Şekil 3.13.	Atomik Kuvvet Mikroskobu.....	40
Şekil 3.14.	SEM analizi için örneklerin altın ile kaplanması.....	41
Şekil 3.15.	Taramalı elektron mikroskop cihazı Quanta FEG 650 (FEI Company, Hillsboro, Oregon, USA).....	41
Şekil 4.1.	Çalışmamızda örnek gruplarına ait mikrosertlik test sonuçlarının çizgi grafiği ile gösterimi.....	45
Şekil 4.2.	Çalışmamızdaki tüm gruplara ait optik profilometre yüzey pürüzlülüğü test sonuçlarının çizgi grafiği ile gösterimi.....	47
Şekil 4.3.	Cam iyonomer siman- Başlangıç grubunun a) üç boyutlu ve b) profil pürüzlülüğüne ait optik profilometre görüntüsü.....	48
Şekil 4.4.	% 5 Kitosan modifiye Cam iyonomer siman- Başlangıç grubunun a) üç boyutlu ve b) profil pürüzlülüğüne ait optik profilometre görüntüsü.....	48
Şekil 4.5.	%10 Kitosan modifiye Cam iyonomer siman- Başlangıç grubunun a) üç boyutlu ve b) profil pürüzlülüğüne ait optik profilometre görüntüsü.....	49

Şekil 4.6.	CS grubunun a) üç boyutlu ve b) profil pürüzlülüğüne ait optik profilometre görüntüsü	49
Şekil 4.7.	K5S grubunun a) üç boyutlu ve b) profil pürüzlülüğüne ait optik profilometre görüntüsü	50
Şekil 4.8.	K10S grubunun a) üç boyutlu ve b) profil pürüzlülüğüne ait optik profilometre görüntüsü	50
Şekil 4.9.	CG grubunun a) üç boyutlu ve b) profil pürüzlülüğüne ait optik profilometre görüntüsü	51
Şekil 4.10.	K5G grubunun a) üç boyutlu ve b) profil pürüzlülüğüne ait optik profilometre görüntüsü	51
Şekil 4.11.	K10G grubunun a) üç boyutlu ve b) profil pürüzlülüğüne ait optik profilometre görüntüsü	52
Şekil 4.12.	CİS – Başlangıç grubuna ait a) üç boyutlu AFM görüntüsü ve b) yüzey pürüzlülük değerleri (Ra= 67.778 nm).....	53
Şekil 4.13.	% 5 Kitosan modifiye CİS- Başlangıç grubuna ait a) üç boyutlu AFM görüntüsü ve b) yüzey pürüzlülük değerleri (Ra= 53,607 nm)	53
Şekil 4.14.	% 10 Kitosan modifiye CİS- Başlangıç grubuna ait a) üç boyutlu AFM görüntüsü ve b)yüzey pürüzlülük değerleri (Ra= 42,474 nm)	54
Şekil 4.15.	CS grubuna ait a) üç boyutlu AFM görüntüsü ve b)yüzey pürüzlülük değerleri (Ra= 38,393 nm)	54
Şekil 4.16.	K5S grubuna ait a) üç boyutlu AFM görüntüsü ve b)yüzey pürüzlülük değerleri (Ra= 102,21 nm).....	55
Şekil 4.17.	K10S grubuna ait a) üç boyutlu AFM görüntüsü ve b)yüzey pürüzlülük değerleri (Ra= 32,494 nm).....	55
Şekil 4.18.	CG grubuna ait a) üç boyutlu AFM görüntüsü ve b)yüzey pürüzlülük değerleri (Ra= 82,198 nm).....	56
Şekil 4.19.	K5G grubuna ait a) üç boyutlu AFM görüntüsü ve b)yüzey pürüzlülük değerleri (Ra= 108,98 nm).....	56
Şekil 4.20.	K10G grubuna ait a) üç boyutlu AFM görüntüsü ve b)yüzey pürüzlülük değerleri (Ra= 56,462 nm).....	57
Şekil 4.21.	CİS- Başlangıç grubuna ait a) X500, b) X5000 büyütmedeki SEM görüntüsü.....	58
Şekil 4.22.	%5 Kitosan modifiye CİS- Başlangıç grubuna ait a) X500, b) X5000 büyütmedeki SEM görüntüsü.....	58
Şekil 4.23.	%10 Kitosan modifiye CİS- Başlangıç grubuna ait a) X500, b) X5000 büyütmedeki SEM görüntüsü.....	59
Şekil 4.24.	CS grubuna ait a) X500, b) X5000 büyütmedeki SEM görüntüsü.....	59
Şekil 4.25.	K5S grubuna ait a) X500, b) X5000 büyütmedeki SEM görüntüsü.....	60
Şekil 4.26.	K10S grubuna ait a) X500, b) X5000 büyütmedeki SEM görüntüsü.....	60
Şekil 4.27.	CG grubuna ait a) X500, b) X5000 büyütmedeki SEM görüntüsü	61

Şekil 4.28.	K5G grubuna ait a) X500, b) X5000 büyütmedeki SEM görüntüsü.....	61
Şekil 4.29.	K10G grubuna ait a) X500, b) X5000 büyütmedeki SEM görüntüsü.....	62
Şekil 4.30.	CG grubuna ait SEM-EDS görüntüsü.....	63
Şekil 4.31.	CG grubuna ait EDS analiz grafiği.....	63
Şekil 4.32.	K5G grubuna ait SEM-EDS görüntüsü.....	64
Şekil 4.33.	K5G grubuna ait EDS analiz grafiği.....	64
Şekil 4.34.	K10G grubuna ait SEM-EDS görüntüsü.....	65
Şekil 4.35.	K10G grubuna ait EDS analiz grafiği.....	65



SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

AFM	: Atomik Kuvvet Mikroskobu (Atomic Force Microscopy)
ART	: Atravmatik Restoratif Tedavi
BisGMA	: Bisfenol A glisidil dimetakrilat
C°	: Santigrat derece
CAD-CAM	: Bilgisayar Yardımı ile Tasarım-Bilgisayar Yardımı ile Üretim (Computer Aided Design-Computer Aided Manufacturing)
CİS	: Cam iyonomer Siman
HEMA	: Hidroksietillmetakrilat
Ra	: Ortalama yüzey pürüzlülüğü
M	: Mol
mg	: Miligram (kütle birimi)
nm	: Nanometre (uzunluk birimi)
mm	: Milimetre (uzunluk birimi)
mm²	: Milimetrekare
Rq	: Merkez çizgisinden sapmalarının geometik ortalamasıdır
RMCS	: Rezin Modifiye Cam İyonomer Siman
SEM	: Taramalı elektron mikroskobu (Scanning Electron Microscopy)
TEGDMA	: Trietilenglikol dimetakrilat
UDMA	: Üretan dimetakrilatlar
µm	: Mikron
VHN	: Vickers Mikrosertlik Değeri (Vickers Hardness Number)
GÖR	: Gastroözofageal Reflü
GÖRH	: Gastroözofageal Reflü Hastalığı
RMCİS	: Rezin modifiye cam iyonomer simanlar
VHN	: Vickers mikrosertlik değerleri
YVCİS	: Yüksek viskoziteli cam iyonomer simanlar

ÖZET

Kitosan Modifiye Cam İyonomer Siman Üzerine Gastrik Asit Etkisinin Araştırılması

Bu çalışmanın amacı; antibakteriyel özelliğe sahip olan kitosanın, cam iyonomer siman likiti içerisine farklı oranlarda ilave edilmesi ile birlikte elde edilen kitosan modifiye cam iyonomer siman ve kitosan ilave edilmeyen cam iyonomer siman örneklerinin yapay tükürük ve gastrik asit eroziv siklus ortamlarına maruz bırakılması ile yüzey mikrosertlik ve pürüzlülük özelliklerinin araştırılmasıdır.

Düşük moleküler ağırlığa sahip kitosan % 1 lik asetik asit içerisinde çözüldükten sonra konvansiyonel cam iyonomer olan (GC Fuji IX GP EXTRA, GC Corporation, Tokyo, Japonya) siman likiti içerisine hacimce % 5 ve % 10 oranında ilave edildi. Böylece kontrol ve deney grupları oluşturuldu. Oluşturulan bu grupların yarısı günde 6 defa 60 saniye boyunca gastrik asit eroziv siklus işlemine maruz bırakıldı. Örnekler her bir siklus arasında 30 dakika boyunca önceden hazırlanan yapay tükürük içerisinde bekletildi. Grupların diğer yarısı ise 10 gün boyunca sadece yapay tükürük içerisinde bekletildi. Tüm gruplara ait örneklerin mikrosertlik ölçümleri (Buehler MMT-3 digital microhardness tester Lake Bluff, IL,USA) cihazı ile Vickers testi ve yüzey pürüzlülüğü ölçümleri optik profilometre cihazı (Phaze View/Zee Scope, France), atomik mikroskop değerlendirmesi Veeco Multimode 8 (Santa Barbara, CA, USA) cihazı ile yapıldı. Kalitatif yüzey topografik değerlendirmeler ise Taramalı elektron mikroskop cihazı Quanta FEG 650 (FEI Company, Hillsboro, Oregon, USA) yardımıyla yapıldı.

Sonuçların istatistiksel analizleri Kruscall Wallis ve Wilcoxon Signed Ranks Testleri ile gerçekleştirildi. Kitosan ilave edilmesi sonucunda cam iyonomer simanın mikrosertlik ve yüzey pürüzlülük özellikleri olumlu yönde etkilenmiştir. Yapay tükürük, çalışmamızdaki kontrol ve deney gruplarının mikrosertlik değerlerini artırmıştır. Fakat yüzey pürüzlülük açısından kitosan modifiye CİS grupları olumsuz yönde etkilenmiştir. Gastrik asit eroziv siklus uygulaması, örnek gruplarında mikrosertlik ve yüzey pürüzlülük özelliklerini olumsuz yönde etkilemiştir.

İn vitro çalışmamızda, kitosan modifiye cam iyonomer siman örnekleri klinik açıdan kabul edilebilir yüzey pürüzlülük değerlerine sahiptir. Kitosan ilavesi mikrosertlik değerlerini olumlu yönde etkilemiştir. Kitosan modifiye cam iyonomer siman için in vitro ve in vivo çalışmalara gereksinim duyulmaktadır.

Anahtar Sözcükler: Gastrik asit, kitosan modifiye cam iyonomer siman, mikrosertlik, SEM-EDS, yüzey pürüzlülük

ABSTRACT

Investigation of Gastric Acid Effect On Chitosan Modified Glass Ionomer Cement

The aim of this study is to investigate surface microhardness and roughness properties of a modified glass ionomer cement composed by adding different ratios of Chitosan, with antibacterial properties, exposed to saliva and acid erosive gastric acid cycle environments.

Chitosan with low molecular weight was added in conventional glass ionomer (GC Fuji IX GP EXTRA, GC Corporation, Tokyo, Japan) liquid by volume of 5% and 10% , after dissolution in 1% acetic acid, chitosan modified glass ionomer was used for experimental group whereas tradiotanal glass ionomer was formed the control. All the groups were derided to two subgroups an done subgroups was subjected to gastric acid erosive cycle 6 times a day for 60 seconds and at the and of the each cycle the examples were immersed in prepared artificial saliva the other subgroup was immersed in artificial saliva for 10 days. Microhardness measurements of all the samples were done by Buehler MMT-3 digital microhardness tester (Lake Bluff, IL, USA). The surface roughness measurements were made with the optical profilometer device (Phaze View / Zee Scope, France) and the atomic force microscope device Veeco Multimode 8 (Santa Barbara, CA, USA). Qualitative surface topographic evaluations were performed with the help of the scanning electron microscope device Quanta FEG 650 (FEI Company, Hillsboro, Oregon, USA).

Statistical analyzes of the results were performed with Kruscall Wallis and Wilcoxon Signed Ranks Tests. As a result of the addition of chitosan, the microhardness and surface roughness properties of glass ionomer cement have been affected positively. Artificial saliva increased the microhardness values of the control and experimental groups in our study. However, in terms of surface roughness, chitosan modified glass ionomer cement groups were adversely affected. Gastric acid erosive cycle application negatively affected the microhardness and surface roughness properties of the sample groups.

In our in vitro study, chitosan modified glass ionomer cement samples have shown clinically acceptable surface roughness values. The addition of chitosan positively affected the microhardness values. Further, In vitro and in vivo studies are needed for chitosan modified glass ionomer cement.

Keywords: Chitosan modified glass ionomer cement, gastric acid, microhardness, SEM-EDS, surface roughness

1. GİRİŞ

Çocuk diş hekimliğinin en büyük hedefi, süt dişlerine yapılacak olan minimal girişim ile maksimum yararın sağlanabilmesidir. Hastanın yaşının küçük olması, dental tedaviye karşı ön yargılı olması hekimin yapacağı tedavinin kısa ve etkili olmasını gerektirmektedir. Hekimin hastaya uygulayacağı tedavi sırasında kullanacağı restorasyon materyalinin mekanik ve kimyasal özelliklerinin süt dişleri ile biyouyumlu olması istenmektedir. Geleneksel cam iyonomer simanlar, dişin mine ve dentin dokusuna tek başlarına tutunabilmeleri, florid salınım yapabilmeleri, çürük oluşumunu inhibe edebilmeleri ve düşük ph ortamı yaratarak antibakteriyel özellik göstermeleri açısından Çocuk Diş Hekimliğinde önemli kullanım avantajı sağlamaktadır (1).

Cam iyonomer simanların kırılma yapıları ve kuvvet altında uzun dönem performanslarının iyi olmaması (2), erken nem hassasiyeti, yeterli mikrosertlik ve aşınma dirençlerinin olmaması gibi zayıf mekanik özelliklerinden dolayı (3) bazı dezavantajlara ve sınırlandırmalara sahiptir.

Atravmatik Restoratif Tedavi (ART) anlayışının 1990'lardan günümüze kadar yaygınlaşması, bu simanın kullanımını arttırmıştır. ART uygulamaları esnasında, kavite içerisinde bırakılan çürüğün restorasyonun başarısızlığına neden olacağı ve restorasyonların altında canlı kalabilen bakterilerin yaşamını devam ettirebileceği bildirilmektedir.(4, 5) Bu sebepten ART tekniğinde kullanım özelliği bulunan cam iyonomer siman (CİS)'lerin antibakteriyel etkinliğinin artırılması istenmektedir.

Bu nedenlerden dolayı araştırmacılar cam iyonomer simanların antibakteriyel ve fiziksel özelliklerinin artırılması için; zirkonya (6), cam fiber (7), hidroksi apatit (8), bioaktif cam partikülleri (9), kazein fosfopeptit-amorf kalsiyum fosfat (10), gümüş (11), Cetrimide, cetylpyridinium chloride, chlorhexidine (12) ve kitosan (13-16) ilaveleri ile çeşitli modifikasyonlar üzerinde çalışmaktadır (15).

Kitosan, kabuklu deniz hayvanlarının dış iskeletlerinin önemli bir bileşenini oluşturan kitinden türetilen doğal bir biyopolimerdir. Kitosan, biyolojik olarak uyumlu bir biyopolimer olup, halen çeşitli biyolojik özelliklerinden dolayı diş hekimliğinde çeşitli uygulamalar için kullanılmaktadır. Enfeksiyonu önlemek ve dokuları onarmanın yanı sıra yara iyileşmesini hızlandırmak için konak savunmalarını aktive edebilmektedir (17).

Gastroözofageal reflü (GÖR); gastrik mide içeriğinin özofagusa kaçışı olarak tanımlanır. GÖR hastalığı (GÖRH) çocuklarda dental erozyona sebep olduğu çocuk gastroenterolojistleri tarafından konsensus kararı olarak 2009 yılında bildirilmiştir (18). GÖRH ile dental erozyon arasında hem çocuklarda hem de yetişkinlerde güçlü bir ilişki tespit edilmiştir (19).

Dental restoratif materyallerin istenilen mikrosertlik ve yüzey pürüzlülüğüne sahip olmaması ağız içindeki durumunu olumsuz yönde etkiler. Dental materyallerde yüzey pürüzlülüğü intrinsik ve ekstrinsik olmak üzere pek çok faktörden etkilenmektedir. Pürüzlü yüzeyler daha düzgün yüzeylere göre daha fazla plak birikimine neden olmakla birlikte, materyallerin daha kolay aşınmasına sebep olur (20, 21). Restoratif materyallerin yüzey pürüzlülüğündeki artış mikrobiyal kolonizasyon için hazırlayıcı bir etken ve ağız içinde meydana gelebilecek hastalıklar için bir risk olmaktadır (22).

Bu çalışmanın amacı; antibakteriyel özelliğe sahip olan kitosanın, cam iyonomer siman likiti içerisine farklı oranlarda ilave edilmesi ile birlikte elde edilen kitosan modifiye cam iyonomer siman ve kitosan ilave edilmeyen cam iyonomer siman örneklerinin yapay tükürük ve gastrik asit eroziv siklus ortamlarına maruz bırakılması ile yüzey mikrosertlik ve pürüzlülük özelliklerinin araştırılmasıdır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Cam İyonomer Simanlar

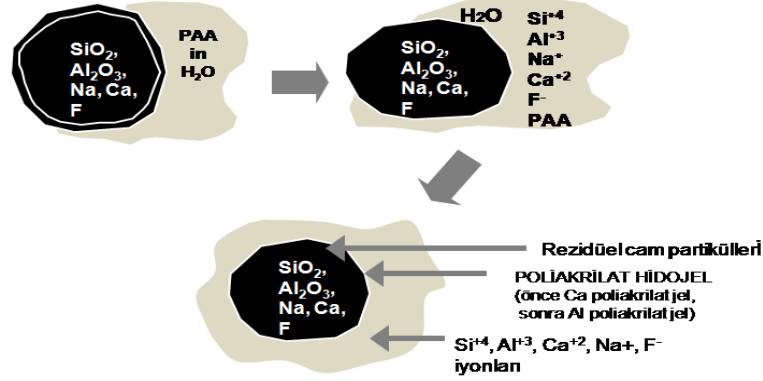
Cam iyonomer simanlar (CIS); ilk kez 1972 yılında Wilson A.D. ve Kent B.E. tarafından ASPA I floroalüminasilikat cam ve poliakrilik asidin sulu ortamda karıştırılarak gerçekleştirilen asit-baz reaksiyonun sonucu oluşmuştur. Cam iyonomer simanların üretiminde; silikat simanların düşük termal genleşme katsayısı, yüksek aşınma direnci ve flor salınımı sayesinde oluşan antikaryojenik etkisi ile kompozit rezinlerin estetik; polikarboksilat simanların ise diş yapısına uygun adezyon özelliğinin bir araya getirilmesi amaçlanmıştır (23-26).

Materyalin klinik kullanım güçlüğü ve yavaş donmasından dolayı önceleri yaygınlaşamamıştır. Çalışma süresinin uzun olması nedeniyle ASPA 1, Wilson ve Crisp tarafından 1972 yılında, likitine %5 tartarik asit ilave edilerek yeniden geliştirilmiş ve ASPA II adıyla piyasaya sürülmüştür. Bu yeni ürünün kullanımı önceki versiyona göre daha pratiktir. Ancak poliakrilik asitte şelasyon oluşmaktadır. Bunu engellemek için Wilson ve Crisp poliakrilik asit solüsyonuna metil alkol ekleyerek ASPA III simanını geliştirmişlerdir. ASPA III'ün raf ömrü kendinden önceki simanlardan daha uzundur. McLean, ASPA III'ün ağız içinde renklendiğini gösterdikten sonra; Wilson ve Crisp akrilik asit kopolimerleri olan itakonik, alkenoik, maleik ve fumerik asitlerden oluşan bir kopolimere dönüştürülmüş ASPA IV simanını 1977'de geliştirmişlerdir (27-32).

ASPA IV'ün ince granüllü şekli, yapıştırma ajanı ve fissür örtülemeye uygulanabilir bir materyal olmasına olanak sağlamıştır. Hidrojen bağlanmasının istenen düzeyde olduğu ASPA IV'de, simanın homojen bir yapı gösterdiği ve klinik açıdan istenilen özelliklere sahip olduğu bildirilmiştir. Debrislerin uzaklaştırılması ve adezyonun artması için dişin yüzeyine sitrik asit sürülmesi önerilmiştir (33). Asitin kurutulup cam tozuna katılmasıyla ASPA V elde edilmiştir. Donma süresi kısaltılmış, dayanıklılığı artırılmıştır (34).

ASPA (Şekil 2.1), silikat ve polikarboksilat simanların kombinasyonudur. Dişe bağlanması polikarboksilat simana benzerdir. Cam iyonomer simanın saydam olması nedeniyle polikarboksilat simandan daha estetikdir. Her iki simanın dayanıklılığı benzerdir, fakat cam iyonomer simanların yüzey özelliklerinin daha üstün olması nedeniyle asit ataklarına daha dirençlidirler (35).

SS (toz) + PKS (likit) = ASPA



Şekil 2.1. ASPA'nın kimyasal yapısı

Cam iyonomer simanların neme hassasiyetinin olması, başlangıç donma süresinin uzun olması 1980 'lerin ortalarına kadar kabul görmemesine sebep olmuştur (36). Bu dönemde amalgamdaki civanın güvenilirliği tartışılırken amalgama alternatif cam iyonomer siman daha güvenilir materyal olarak görülmüştür. Klinik uygulamada teknik hassasiyetten dolayı daha çok kaide maddesi, kor yapımında, kök kanal materyali olarak kullanılan cam iyonomer siman; günümüzde ise genelde erozyon-abrazyon tedavisinde, fissür örtücü olarak, yapıştırma simanı olarak ve süt ve daimi diş restorasyonlarında kullanılmaktadır. Günümüzde biyouyumluluğu, mine ve dentine adezyonu ve flor salınımı sayesinde oluşturduğu çürük önleyici etkilerinden dolayı tercih edilen bir materyal olarak kabul edilmektedir (37).

2.1.1. Cam İyonomer Simanların Sınıflandırılması

2.1.1.1. Cam iyonomer simanların kullanımına göre sınıflandırılması

Cam iyonomer simanın kullanım şekline göre yapılan bu sınıflamada CIS'in kimyasal yapıları birbirleri ile aynıdır. Buna karşın, gerekli fonksiyonel özelliğin verilmesi amacı ile simanın toz-likit oranında ve toz partiküllerinin boyutlarında çeşitli modifikasyonlar yapılmıştır (38).

Tip I; Kupon, köprü ve braketlerin yapıştırılmasında kullanılan yapıştırma simanları: düşük çözünürlükleri, sekonder çürükleri önlemesi gibi avantajları sayesinde

günümüzde sıklıkla kullanılmaktadır. Ortalama 20µm veya daha az partikül büyüklüğüne sahiptirler (39).

Tip II: Restoratif simanlar: ortalama 45µm partikül büyüklüğüne sahiptir ve gerilimin az olduğu bölgelerde kullanılır.

Tip III: Fissür örtücü; ortalama 25-35 µm partikül büyüklüğüne sahiptirler.

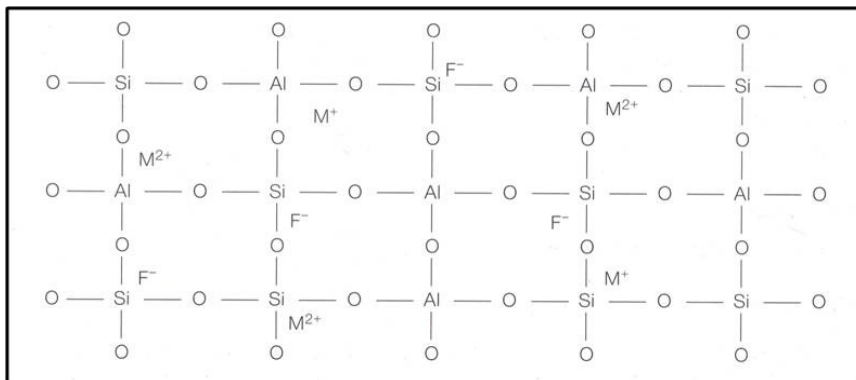
Tip IV: Kanal dolgu patı olarak kullanılan cam iyonomer esaslı simanlardır (38).

2.1.1.2. Cam iyonomer simanların içeriklerine göre sınıflandırılması

- I. Geleneksel cam iyonomer simanlar (GCİS)
- II. Rezin modifiye cam iyonomer simanlar (RMCİS)
- III. Poliasit modifiye kompozit rezinler (Kompomerler)
- IV. Yüksek viskoziteli cam iyonomer simanlar (YVCİS)
- V. Giomerler
- VI. Nano-iyonomerler (40).

2.1.1.2.1. Geleneksel Cam İyonomer Simanlar (GCİS)

GCİS, Floroalüminosilika cam (Şekil 2.2) tozu ve ve poliakrilik asitin sulu solüsyonu arasındaki asit baz reaksiyonu sonucu oluşan bir materyaldir (41). Günümüze kadar orijinal CİS'in kimyasal yapısı bir çok değişiklik ve modifikasyon geçirmiştir. Geleneksel CİS'lerin uzun dönem F^- salımı ve buna bağlı antikaryojenik özellik göstermesi, biyouyumlu olması, düşük sitotoksik etkisi ve diş dokusuna aracı ajan gerektirmeden bağlanması gibi birçok üstünlüğü bulunmaktadır (42, 43).



Şekil 2.2. Floroalüminosilikat cam partiküllerinin şematik yapısı (43)

2.1.1.2.1.1. GCİS Toz Yapısı Ve Bileşimi

GCİS tozu erimiş alümina (Al_2O_3), silika (SiO_2), metal florür, metal oksit, metal fosfatın 1100-1300 C° sıcaklıkta erimesi ile meydana gelir. Metal iyonları sodyum (Na^{+1}), çinko (Zn^{+2}), stronsiyum (Sr^{+2}), kalsiyum (Ca^{+2}), alüminyum (Al^{+3}), lantanyum (La^{+3}) ve potasyum'dan (K^{+1}) oluşmaktadır. Üretim sürecinde, erime ısını arttırmada fosfat (P^{+3}) ve florid (F^{-}) iyonları kullanılır. Na^{+1} ve Ca^{+2} ise, sertleşme reaksiyonunda etkili olmaktadır (38, 42). Camda yüksek miktarda Al^{+3} ve F^{-} ile birlikte önemli oranda Ca^{+2} , Na^{+1} ve SiO_2 molekülü bulunmaktadır (31). Stronsiyum oksit (SrO), baryum sülfat ($BaSO_4$) ve lantanyum oksit (La_2O_3) molekülleri CİS'e radyoopasite sağlamak amacı ile camın tozuna eklenmekte, ancak cam bileşimi içine katılmamaktadır (44). Cam iyonomer siman tozunu oluşturan bileşenler ve ağırlıkça yüzdeleri Çizelge 2.1' de sunulmuştur.

Çizelge 2.1. Cam iyonomer siman tozunu oluşturan bileşenler ve ağırlıkça yüzdeleri

GCİS kompozisyonu	Ağırlıkça yüzdesi
SiO_2	35.2
Al_2O_3	20.1
CaF_2	20.1
AlF_3	2.4
NaF	3.6
$AlPO_4$	12.0

Cam iyonomer simanlar karmaşık bir yapıya sahiptir ve birçok bileşen içerirler. Bunlar; SiO_2 , Al_2O_3 ve kalsiyum oksittir (CaO). Alüminyum oksit ve silisyum dioksit, camın iskeletini oluşturmaktadır. Yapı, üç boyutlu silikat yapısıyla tetrahedral bir yapıdır. Genellikle SrO ve çinko oksit (ZnO), CaO'in yerini almaktadır. CaF_2 , rezervuar görevi görmek üzere yapıya dahil olmuştur. Ayrıca, fosfor pentoksit (P_2O_5) ve sodyum oksit (Na_2O) içerirler (32).

Na^{+1} iyonunun varlığı simanın hidrolitik stabilitesi üzerinde istenmeyen bir etki oluşturur. İdeal simanın yapısında Na^{+1} 'un düşük oranlarda olması istenmektedir (42). Florid iyonu içeriğinin %23 oranında olması için Al_2O_3/SiO_2 oranının 1/2 veya daha

fazla olması gerekmektedir (45). Asit difüzyonu evresinde F^- ; NaF molekülünden serbestleşmektedir. Cam iyonomer simanın fiziksel özelliği F^- salınımına rağmen bozulmamaktadır. Araştırmalar CİS'in F^- reşarj edebilme özelliğinin olduğunu ve uzun süre F^- iyonu salabileceğini bildirilmektedir (46).

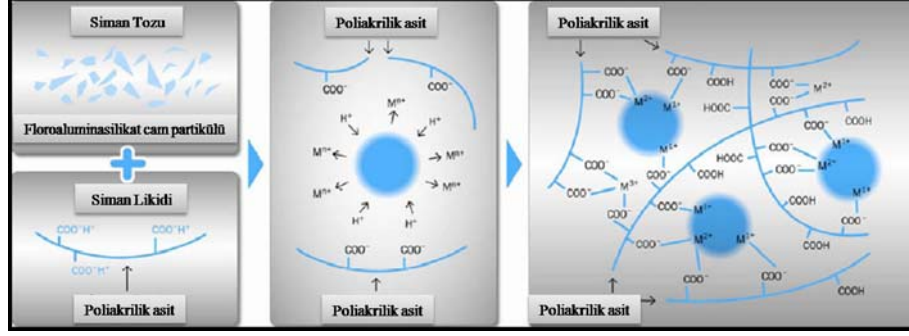
2.1.1.2.1.2. GCİS Likitinin Yapısı ve Bileşimi

CİS'in likiti genellikle su içeren poliakrilik asittir. Likit; maleik asit, itakonik asit veya vinil fosforik asit içermektedir (45, 47, 48). Poliakrilik asidin reaktivitesi kopolimerin içeriğine, konsantrasyonuna ve molekül ağırlığına bağlıdır. Yüksek molekül ağırlığı ve asit konsantrasyonu sertleşme reaksiyonunu hızlandırır. Ve simanın dayanıklılığını artırır. Akriolik aside itakonik veya maleik asidin eklenmesi karboksilik grupların sayısını artırır. Bu, fiziksel özelliklerin daha iyi olmasını sağlar (48). Tartarik asitlerin özellikle CİS'in sertleşme reaksiyonunun kontrolünde etkili olduğu bildirilmektedir. Bu etkisini cam partikülleri yüzeyine iyon ataklarının artışı ve stabil metal iyon kompleksinin oluşumu ile sağlar. Simanın çalışma zamanını arttırarak, fiziksel özelliklerini iyileştirirler (49).

2.1.1.2.1.3. GCİS'lerin Sertleşme Reaksiyonu

Cam iyonomer simanlar asit-baz reaksiyonu sonucu sertleşirler. Toz ve likitin karıştırılması ile sertleşme reaksiyonu başlar ve dört aşamada gerçekleşir (Şekil 2.3) (50, 51).

- a) Toz ve likitin teması
- b) Cam partiküllerin üzerine asit atağı (asit-baz reaksiyonu)
- c) Matriksin şelasyonu (silika hidrojel oluşumu)
- d) Matriksin sertleşmesi (matürasyon)



Şekil 2.3. Cam iyonomer simanların sertleşme mekanizması (50)

pH'sı 1 olan asidik likit solüsyon silikat cam partiküllerinin çevresindeki kısımları çözmektedir. Böylece kalsiyum, alüminyum, flor, silikon ve diğer iyonlar salınmaktadır. Çift değerli kalsiyum iyonları, iyonize karboksil yan gruplar tarafından hızlıca şelasyona uğrarlar. Poli akrilik asit polimer zincirinde çapraz bağlar oluşur ve "amorf polimer jel" meydana gelir. Sertleşme fazı iki aşamada gerçekleşir: İlk aşama CİS karıştırıldıktan sonra ilk 10 dakikalık klinik sertleşme sürecidir. İkinci aşama ise ortamda su varlığında asidin hidrojen iyonlarının cam partiküllerine yapışması sonucu kalsiyum, stronsiyum ve alüminyum iyonlarının salınması ile başlar. Bu evre yavaş ilerler ve uzun süre devam eder. 24 saat sonra polimerizasyon tamamlanır. Simanın sertleşme reaksiyonu tamamlanmadan önce siman yüzeyi su ile temas ederse kalsiyum ve alüminyum iyonları yüzeyden uzaklaşır ve simanın matürasyonu engellenir. Bunun sonucunda siman translüsent özelliğini kaybeder ve yüzey zayıflayarak kolay aşınabilir hale gelir. CİS'lerin optimal fiziksel özelliklere ulaşması 7 gün sürer. Bu nedenle bitirme işlemleri en az bir hafta sonra tamamlanmalıdır (50-53).

CİS'ler, mine ve dentine kimyasal adezyonu vardır. Nem varlığında bile diş dokusuna bağlanabilmektedirler. Florid salınımı yapma ve yeniden yüklenme, diş yapısına uyumlu ısıl genişleme ve biyoyumluluk gibi avantajları nedeniyle süt dişlerinde en sık kullanılan dental materyallerdendir. CİS'nin florid salınımı nedeniyle yüksek çürük riski olan hastalarda kök yüzeylerindeki çürüklerin restore edilmesinde ve estetiğin ikinci planda olduğu durumlarda tercih edilebilecek bir materyaldir. Bu simanlar diş dokularına kimyasal olarak bağlandıkları için yüksek retansiyon gösterir ve pulpayı irrite etmezler (54, 55).

2.1.1.2.1.4. GCİS Avantaj- Dezavantajları, Endikasyon- Kontrendikasyonları

GCİS'lerin ısısal genleşme katsayısı ve ısı iletkenliği diş dokusu ile uyumludur, aşınmaya ve kırılmaya karşı direnci düşüktür (56). Isısal genleşme, ısı karşısında hacimce genişlemedir ve sıcaklık derecesi ile birlikte yükselerek değişmektedir. Isısal genleşme katsayısı ise sıcaklık bir dereceye kadar arttırılıp veya azaltıldığında birim uzunlukta meydana gelen uzunluk değişimidir. Cam iyonomer siman için ısısal genleşme katsayısı $10.2-11.4 \times 10^{-6} \text{ }^{\circ}\text{C}$ bulunmuştur. Bu değer cam iyonomer simanın diş yapısıyla uyumlu bir materyal olduğunu göstermektedir. CİS'in termal genleşme katsayısı diş dokusuna yakındır ve biyolojik olarak uyumlu bir materyaldir (54, 57-59).

Materyal donma esnasında önemsiz sayılacak bir ısı ve büzülme göstererek, diş dokusuna yapışmaktadır (54, 57). Adezyon; retansiyon amacıyla gereksiz diş dokusunun kaldırılmasına engel olunması ve dolgu ile diş dokusu arasında yapısal bir bütünlük sağlanması istendiği için önemlidir (60). Cam iyonomer simanlar nemli diş dokusuna kimyasal olarak bağlanabilmektedir (54, 59, 61). Rezin içerikli materyallerde adezyon sağlamak için fosforik asitten faydalanılmakta, bu da hassasiyete neden olmaktadır. Fakat cam iyonomer simanın mineye adezyonunda bu mekanizma değil, ikincil moleküller arası polar ve iyonik kuvvetler etkili olmaktadır (62). Ayrıca pulpa ve dişetinde irritasyona neden olmamaktadır (54, 58).

Cam iyonomer siman restorasyonlarda retansiyon amacıyla gereksiz diş dokusu kaldırılmaz (63). Cam iyonomer simanların en büyük avantajı diş dokusuna flor salımıdır. Bu salınım cam iyonomer siman kütlelerinin bütünlüğünü bozmamaktadır. Flor salımı materyale çürük önleyici etki kazandırmaktadır. Flor salımı, ilk 7 gün maksimum düzeyde olup, 14-21 gün içinde azalır, fakat 18 ay süreyle devam edebilir. Dentin dokusunun 35-50 µm derinliğine kadar ilerleyen flor, bakteri difüzyonu ve demineralizasyonu için suni bir dentin bariyeri oluşturarak çürük önleyici etkisini gösterir. Ayrıca cam iyonomer simandan hem mine hem dentin hem de kök yüzey çürüklerinin önlenmesine yetecek miktarda flor salınabilmektedir (54, 57, 59, 61). Mikrosızıntı ya da sekonder çürük oluşumu izlenmemektedir (58). Sertleştikten sonra ağız sıvılarında neredeyse hiç çözünmemektedir. Sertleşmiş bir cam iyonomer simanın yüzeyi amalgam ve kompozite göre daha düşük aşınma direncine ve zayıf bir kırılma dayanıklılığına sahiptir. Uygulama sırasında aşırı neme, sertleşme sırasında ise

dehidratasyona karşı oldukça hassastır (57). Klinik uygulama hızlı ve basittir (54). Metal ilave edilmiş olanlar hariç diş rengindedir. Fakat restorasyonlar diş renginde olmasına rağmen kompozit kadar estetik değildir (57).

Cam iyonmer simanlar orta derecede dayanıklılık gerektiren durumlarda, yüksek çürük aktivitesine sahip bireylerde, estetiğin çok fazla önemli olmadığı restorasyonlarda ve nispeten daha kolay uygulamanın gerekli olduğu bireylerde endikedir (64). Bu nedenle süt dişlerinin sınıf I, II, III, V restorasyonlarında kullanılabilir (65). Tükürük izolasyonunun sağlanamadığı, yüksek çürük riski taşıyan bireylerin daimi dişlerindeki sınıf III restorasyonlarda, nem varlığında diş dokusuna adezyonu, flor salınımı, daha fazla diş dokusu kaybını ve hassasiyeti önlemesi nedeniyle daimi dişlerin sınıf V restorasyonlarında cam iyonmer siman tercih edilebilir (65). Daha önceden yapılmış olan restorasyonların tamirinde, düz yüzey lezyonlarında ve diş dokusu hassasiyetinin fazla olduğu bireylerde cam iyonmer siman kullanılmaktadır (59, 65). Fissür örtücü olarak özellikle, iletişim güçlüğü çekilen çocuklarda ve henüz tam olarak sürmemiş daimi molar dişlerde tükürük izolasyonu zorluğu nedeniyle tercih edilmektedir (65).

2.1.1.2.2. Rezin Modifiye Cam İyonmer Simanlar (RMCİS)

RMCİS'in fiziksel ve mekanik özellikleri, GCİS ile kompozit rezinler arasındadır. Toz kısmını floroaluminosilikat cam tozları, likit kısmını ise HEMA (2-Hidroksietil metakrilat), metakrilat grupları, poliakrilik asit, tartarik asit ve % 8 oranında su oluşturmaktadır (66). RMCİS'ler dual sertleşme mekanizmasına sahiptir. Asit-baz reaksiyonuna ek olarak foto-kimyasal bir sertleşme gösterirler. Materyal HEMA ile reaksiyona girecek kimyasal bir indikatör içeriyorsa, bu durumda üç aşamalı bir sertleşme görülür. RMCİS'lardaki flor salınımı ve reşarj özellikleri GCİS'e yakındır. Diş dokularına adezyonu kimyasal ve fizikseldir (67).

2.1.1.2.3. Poliasit Modifiye Kompozit Rezinler (Kompomerler)

Kompomerler geleneksel cam iyonmer simanlarda bulunan iyon salabilen cam benzeri doldurucular, reaksiyon başlatıcılar, stabilizörler ve pigmentler içerirler. İçeriğinde %20-30 oranında cam iyonmer siman ve %70-80 oranında kompozit rezin bulunan kompomerlerin flor salınımları düşüktür. Kompomerlerin fiziksel ve mekanik

özellikleri kompozit rezinlere daha yakındır. Uygulamaları kolaydır ve ışıkla polimerize olmaları tercih edilme nedenlerindedir (40).

2.1.1.2.4. Yüksek Viskoziteli Cam İyonomer Simanlar (YVCİS)

GCİS'lerin zayıf mekanik özelliklerini ve okluzal kuvvetler karşısındaki aşınma direncini arttırmak için YVCİS geliştirilmiştir (68). Sertleşme mekanizmaları GCİS'lerle aynı olan bu simanların aşınma direnci, yüzey sertliği, eğme ve basma dayanıklılıkları artırılmış ve çözünürlükleri azaltılmıştır. Flor salınımları ve biyouyumlulukları GCİS'e benzerdir (40, 69).

2.1.1.2.4.1. YVCİS; Fuji IX

Restoratif amaçla kullanılan CİS'lerin optimum düzeyde dayanıklılık ve fiziksel özellik sağlaması için toz oranının en yüksek seviyede olması istenir. Bu simanların fiziksel özelliklerinin okluzal kuvvetlere maruz kaldıklarında, en azından bu kuvvetleri karşılayacak şekilde olması gerekmektedir (47). Fuji IX (GC, Japonya) Atravmatik Restoratif Tedavi için geliştirilen, yüksek viskoziteli CİS'dir. Yüksek toz/likit oranına sahip olduğundan dolayı yapısı diğer CİS'lere oranla daha sağlamdır (70). Sertleşme reaksiyonu CİS'lerdeki gibi asit-baz reaksiyonu şeklindedir. CİS'lere göre daha iyi fiziksel ve mekanik özelliklere sahiptir. Partikül büyüklüğü, dağılımındaki modifikasyonlar ve reaksiyona girme aktivitesindeki değişimlerin etkisi ile yüksek viskoziteli CİS'ler sertleşmenin başlangıç dönemlerinde suya maruz kaldıklarında daha az hassasiyet gösterebilmektedir. Sertleşme sonrasında ağız sıvılarında çözünme daha az olmaktadır (48).

2.1.1.2.5. Giomerler

Giomer, aktif cam iyonomer partikülleri (pre-reacted glass ionomer) (PRG) içeren, flor salabilen ve ışıkla sertleşen restoratif bir materyal olarak piyasaya sürülmüştür. Partikülleri, floroaluminasilikat cam partikülleri ile polialkenoik asit arasında sulu ortamda meydana gelen asit-baz reaksiyonu sonucu oluşur. "Giomer" ismi, "Glass ionomer + polimer" kelimelerinden türetilmiştir (71). Giomerler, kompozitler gibi ışıkla sertleşmekte ve diş dokusuna adezyon için bir bağlayıcı sisteme gereksinim duymaktadır (72).

2.1.1.2.6. Nano-iyonomerler

Nano-iyonomer yapısında BisGMA, TEGDMA, PEGDMA ve HEMA gibi çeşitli rezin monomerler yer alır. Nano-iyonomerleri diğer cam iyonomer simanlardan ayıran en önemli özelliği, doldurucu içeriklerinin ağırlıkça %69'unu nano doldurucuların oluşturmasıdır (40). RMCİS ile benzer sertleşme reaksiyonu göstermektedir (73). Nano-iyonomer simanlar geleneksel cam iyonomer simanlar ile benzer düzeyde flor içermektedir (55). Nano-iyonomer simanların flor salınımı ve reşarj özellikleri kompomerlerden yüksek; GCİS'lar ve RMCİS'lar ile benzerdir (74).

2.1.2. Cam iyonomer simanların fiziksel-mekanik özelliklerinin artırılması

Cam iyonomer simanların çığneme kuvvetleri altında uzun dönem yeterli dayanıma sahip olmaması (2), erken nem hassasiyeti, mikrosertlik ve aşınma dirençlerinin yetersiz olması gibi zayıf mekanik özelliklerinden dolayı (3) fiziksel-mekanik özelliklerinin iyileştirilmesi için çeşitli modifikasyonlar araştırmacılar tarafından yapılmaktadır (58, 75-77).

2.1.2.1. Poliakrilik Asidin Modifiye Edilmesi

Simanın dayanıklılığını, poliakrilik asit molekül ağırlığı ve konsantrasyonu etkilemektedir. Her ikisindeki artış simanın sertleşme zamanını kısaltır ve dayanıklılığını artırır (26). Fakat bu, simanın viskozitesini artırır ve karışımın manipulasyonunu zorlaştırır. Bu problem poliakrilik asidin dehidrate formlarının siman tozu içine katılmasıyla çözülmüştür (26, 41, 45). Bu simanın likiti saf su veya sulandırılmış tartarik asit solüsyonudur. Bu simanların karıştırıldıkları zaman düşük viskoziteye sahip olmaları yapıştırma simanı olarak kullanılmalara olanak sağlar (26).

2.1.2.2. Toz/Likit Oranının Artırılması

Toz/likit oranı optimum fiziksel özellikleri elde etmede önemli bir faktördür. Belirli sınırlar içinde olmak kaydıyla, arttırılan toz miktarı optimum fiziksel özelliklere yol açmaktadır. Ancak toz/likit oranının arttırılması çalışma süresini kısaltır. Çalışma süresinin önemli olmadığı ışıkla sertleşen rezin modifiye cam iyonomer siman sistemlerinde bazı ışıkla sertleşen rezin modifiye cam iyonomer simanlarda yüksek toz/likit oranı kullanılmaktadır (58, 75).

2.1.2.3. Amalgam İlavesi

1980 yılının başlarında radyoopak cam iyonomer üretmek amacıyla ilk kez cam iyonomer simanın tozu, amalgam tozu ile karıştırılarak cam-metal iyonomer karışımı yapılmıştır. Karışımlar genelde %12-14 oranında amalgam tozu içermektedir. Bazı laboratuvar çalışmaları bu karışımların cam iyonomer simanın basınç ve çekme dayanımlarını ve dişe bağlanma gibi özelliklerini arttırdığını bildirmiştir. Ancak bu karışımlardaki en büyük problem metal partiküllerinin sertleşen materyale iyi bağlanamaması ve yüzeydeki bu zayıf bağlanmış partiküllerin erozyon ve aşınmaya sebep olmasıdır (78).

2.1.2.4. Gümüş İlavesi

Cam iyonomer simana saf gümüş katılarak sermet siman isimli restoratif materyal elde edilmiştir. Siman iyon salabilen kalsiyum-alüminyum florosilikat cam tozuyla sinterize edilmiş saf gümüş partikülleri içermektedir (59). Gümüş sermet simanlar özellikle çürük ve kısmen sürmüş daimi 1. ve 2.molar dişlerin çok fazla stresle karşılaşılmayan bölgelerin restorasyonlarında ve çürük süt dişlerinin tedavisinde önerilmektedir. Dayanıklılık açısından değerlendirildiğinde, konvansiyonel cam iyonomer simana göre aşınma direncinin düşük ve retansiyon kaybının daha fazla olduğu bildirilmiştir (59, 79).

2.1.2.5. Fiber İlavesi

Cam iyonomer simanların mekanik özelliklerini arttırmak için simana fiber ilavesi yapılmıştır (77). Pratikte fiber içeren bir simanı uygulamak daha zordur ve simanda porözite artışı ile sonuçlanır. Ayrıca intraoral sıcaklık değişiklikleri sonucunda fiberle güçlendirilmiş simanlarda fiber ve matriksin termal genişleme farklılıkları cam-fiber/matriks ara yüzeyinde başarısızlıklara neden olabilir. Bu durum fiberle güçlendirilmiş simanların fiziksel özelliklerini etkilediği bildirilmektedir (76, 77).

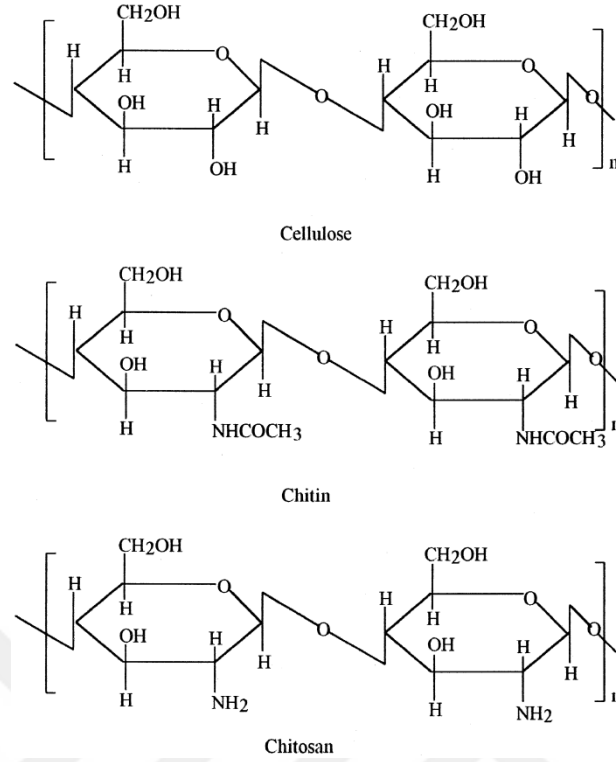
2.1.2.6. Kitosan İlavesi

2.1.2.6.1. Kitosan

Kitin, selülozdan sonra dünyada en yaygın olarak bulunan ikinci biyopolimerdir. Yengeç, karides gibi kabuklu su ürünlerinin ana bileşeni olup, böceklerin iskeletinde ve mantarların hücre duvarlarının yapısında da bulunmaktadır. Kitosan, ilk kez 1811 yılında Henri Bracannot tarafından keşfedilmiştir. 1894'de Hoppe-Seyler, kitini potasyum hidroksit içerisinde 180 °C'de işleme sokmuş (deasetilasyon) ve asetil içeriği azaltılmış bir ürün olan kitosanı elde etmiştir. Doğada bulunan kaynaklardan bol miktarda elde edilebilen bir biyopolimer olan kitosan, canlılara karşı toksik özelliğinin olmaması, biyolojik olarak parçalanabilirliği, biyouyumluluğu, kimyasal ve fiziksel özellikleri bakımından diğer biyopolimerlere göre üstün özellikler göstermesi nedeniyle başta gıda, kozmetik, ziraat, tıp gibi pek çok alanda kullanım alanı bulmuştur (80).

2.1.2.6.2. Kitosanın Kimyasal Yapısı

Kitosanın kimyasal yapısı, poli-[β -(1,4)-2-amino-2-deoksi- β -D-glukopiranoz] şeklindedir. Kitin ve kitosan polisakkaridleri, kimyasal olarak selüloza benzemekle birlikte kendi aralarında birtakım farklılıklar göstermektedir (Şekil 2.4). Selülozda, ikinci karbon atomuna bağlı hidroksil (-OH) grubu bulunurken, kitinde asetamid (-NHCOCH₃), kitosanda ise amin (-NH₂) grubu bulunmaktadır (81).



Şekil 2.4. Selüloz, Kitin ve Kitosan kimyasal yapıları (81)

Genel olarak bakıldığında, yengeç, istakoz ve karides gibi deniz hayvanlarının kabuk kısmı % 30-40 protein, % 30-50 kalsiyum karbonat ve kalsiyum fosfat ile % 20-30 kitinden oluşmaktadır. Kabuklu deniz hayvanlarının yapısındaki protein bazı insanlarda alerjiye sebep olabilmektedir. Dolayısıyla, proteinin tamamen uzaklaştırılması özellikle biyomedikal uygulamalarda kullanımı açısından son derece önemlidir (80).

Deproteinizasyon için çeşitli kimyasal maddeler denenmiştir. Ancak yapılan araştırmalar sonucunda en uygun olan maddenin NaOH olduğu görülmüştür. Bu amaçla deasetilasyon işleminde 1M NaOH çözeltisi kullanılmaktadır. NaOH, kitinin kısmen deasetillenmesine ve biyopolimerin hidrolize olması sonucu molekül ağırlığının azalmasına neden olmaktadır. İşlem herhangi bir sorun olmaksızın yerine getirildiği takdirde kitinin protein içeriği % 1 civarında kalmaktadır. Ayrıca, pepsin, papain, tripsin, ve proteaz gibi proteolitik enzimler de protein uzaklaştırma amacıyla kullanılmaktadır. Deproteinizasyon, aynı zamanda kitine belli bir kalite de kazandırmaktadır. Son olarak kitosan asetik asit çözeltisi ile ekstrakte edilip ardından filtre edilmekte, distile suda çöktürülüp kurutulmakta ve depolanmaktadır (82, 83).

Kitosan, her tekrarlayan birimdeki primer (C-6), ve sekonder (C-3) hidroksil grupları ile amin (C-2) grubu olmak üzere toplam üç tane reaktif gruba sahiptir. Bu reaktif gruplar kolayca kimyasal modifikasyona uğrayabilmekte ve kitosanın mekanik ve fiziksel özellikleri ile çözünürlüğünü değiştirmektedir (80).

2.1.2.6.3. Kitosanın Özelliklerine Etki Eden Parametreler

2.1.2.6.3.1. Deasetilasyon Derecesi

Kitinin belli derecede deasetillenmesi (% 60 ve üzeri) sonucunda “kitosan” elde edilmektedir (84). Deasetilasyon derecesi, deniz kabuklularının cinsine ve üretim yöntemine göre % 56-99 arasında değişebilmektedir. Kitosan seyreltik asetik asit içinde kolayca çözünebilmektedir. Birçok kimyasal reaksiyon için aktif kısım olan serbest amin gruplarına sahiptir (80).

2.1.2.6.3.2. Molekül Ağırlığı

Kitosanın doğal ve sentetik polimerlere uygulamasında önemli olan diğer bir parametre de molekül ağırlığıdır. Kitosanın molekül ağırlığı, elde edildiği kaynağa ve özellikle deasetilasyon koşullarına (sıcaklık, zaman ve NaOH konsantrasyonu) bağlı olarak değişmektedir. Ortamda bulunan çözünmüş oksijen, kitosanın parçalanmasına neden olmakta ve molekül ağırlığını düşürmektedir (85).

2.1.2.6.3.3. Çözünürlük

Kitosan, kationik yapısı sayesinde pH<6 ortamında bazı çözeltilerde kolayca çözünebilmektedir. Diğer yandan, inorganik asitler içerisinde kitosanın çözünürlüğü oldukça düşüktür. Kitosanın çözünmesi amacıyla genellikle asetik asit, formik asit ve laktik asit gibi organik asitler kullanılmaktadır. Bunlar arasında en çok kullanılanı asetik asittir.

Kitosanın çözünürlüğünü etkileyen sıcaklık, çözen konsantrasyonu ve partikül büyüklüğü gibi birçok parametre bulunmaktadır. Yapılan araştırmalar iyi bir çözünürlük için kitosanın en az % 75-80 deasetilasyon derecesine sahip olması gerektiğini göstermiştir. Asidik ortamda NH₂ grubu -NH₃⁺ şeklinde bulunmakta ve ortamdaki anyonik gruplarla elektrostatik olarak etkileşime girmektedir. Protonlaşmış durumda

katyonik polielektrolit davranışı göstermekte, viskoz çözeltiler oluşturmakta ve zıt yüklü molekül ve yüzeylerle etkileşime girebilmektedir. Kitosanın çözünürlüğü, kimyasal modifikasyonları, film veya lif oluşumu gibi kullanımları açısından da oldukça önemli bir parametredir. Çizelge 2.2’de kitosanın çeşitli organik asitler içinde çözünebilirlik durumu gösterilmiştir.

Çizelge 2.2. Kitosanın çeşitli organik asitler içinde çözünebilirliği (80)

Asitler	Kitosan Konsantrasyonu				
	% 1	%5	% 10	% 50	> % 50
Asetik	+	+	+		
Sitrik	-	+	+		
Formik	+	+	+	+	+
Laktik	+	+	+		
Malik	+	+	+		
Malonik	+	+	+		
Tartarik	-	-	+		

(+): çözünebilir, (-) çözünemez

2.1.2.6.4. Diş Hekimliğinde Kitosan

Kitin’den türeyen çok yönlü hidrofilik polisakkarit olan kitosan, gram negatif, gram pozitif bakteri ve mantarların bulunduğu geniş bir antibakteriyel spektruma sahiptir. Kitosan ağırlıklı olarak diş hekimliğinde antibakteriyel ajan olarak kullanılır (17).

Kitosan literatürde biyomedikal olarak çok farklı alanlarda kullanılmaktadır. Tedavi edici bir ajan olarak gittikçe daha popüler hale gelmekte ve kullanım alanları sürekli olarak genişlemektedir. Antibakteriyel ve rejeneratif özelliklerinin yanı sıra yüksek biyoyumluluğundan dolayı kitosan daha çok tıp ve diş hekimliği alanlarında kullanılmaktadır (86).

2.1.2.6.4.1. Kitosanın antibakteriyel etkisi

Bilindiği gibi, diş yüzeyine ağız bakterilerinin adezyonuyla plak oluşur. Bakterilerin diş yüzeyine adezyonu, diş yüzeyindeki elektrostatik ve hidrofobik

etkileşimlerden kaynaklanmaktadır (87). Pozitif yüklü kitosan türevlerinin amin grupları, bu etkileşimlere karşı aktif olarak rol oynayabilir ve plak oluşumunu önleyebilir. Kitosan'ın antibakteriyel etkileri, deasetilasyon derecesine ve molekül ağırlığına bağlı olarak değişiklik göstermektedir (88).

Kitosan doğada aktif amino ve hidrosil fonksiyonel grupları olan polikasyoniktir. Kitosan tükürük hücrelerine iyi adsorbe olur ve pozitif yüklü ve daha hidrofobik bir pelikül yüzeyi oluşturmaktadır (89). Pozitif yüklü amino grupları, negatif yüklü mikrobiyal hücre yüzeyleri ile etkileşime girer ve mikrobiyal hücre duvarı bariyer fonksiyonunu kaybeder. Kitosanın oluşturduğu pozitif yüklü pelikül, mine üzerine yapışan *S. sanguis*'in canlılığını azaltmada yardımcı olduğu bildirilmektedir (90-92).

Kitosan kombinasyonlu klorheksidin, tek başına klorheksidin ile karşılaştırıldığında antibakteriyel etkisinin daha fazla olduğu bildirilmektedir. Sano ve arkadaşları (93), Kitosan absorpsiyonundan sonra tükürük peliküllerinin hidrofobikliğinin arttığını ve *Streptokok sobrinus*'un adezyonunun azalttığını bildirmişlerdir. Ayrıca, düşük moleküler ağırlıklı kitosanın, 50 ppm klorheksidin solüsyonuyla karşılaştırıldığında, ağız bakterilerinin insan diş yüzeylerine yapışmasını önlediğini göstermişlerdir (93).

Busscher ve arkadaşlarının (94), kitosanın bakteri yapışması ve büyüme üzerine etkilerini değerlendirdikleri çalışmada, kitosanın bakteri adezyonunu azalttığı ve bakterilerin ölümünden sorumlu olduğu sonucuna varmışlardır. Bu yüzden kitosanı umut verici bir antibakteriyel madde olarak tanımlamışlardır.

2.1.2.6.4.2. Diş macunlarında Kitosan

Kitosan, antibakteriyel özelliğinin yanı sıra, jelleştirici bir madde olarak da diş macunlarının yapısında kullanılmıştır. Ayrıca herhangi bir koruyucu gerektirmez (17). Mohire ve arkadaşları (95), *Streptococcus mutans* ve *Porphyromonas gingivalis* büyümesini önlediği için ağız bakımında performansı artırılmış kitosan esaslı polyherbal diş macunu geliştirmişlerdir. Bu diş macunu, diş çürüğünden ve dişeti iltihabından sorumlu mikroorganizmaların büyümesini engelleyen potansiyel bir oral hijyen ürünü olarak kabul edilmektedir (17, 95).

2.1.2.6.4.3. Kitosan esaslı adezivler

Dental adezivlerin antibakteriyel özelliklerini geliştirmek için, adezivlere methacryloxy dodecyl bromide, inorganik ajanlar, metakriloksit etil amonyum klorür ve kloroheksidin gibi çeşitli maddeler ilave edilmiştir. Self etching primer adezivlerin antibakteriyel aktivitesi, klorheksidin ilave edilmesi ile geliştirilmiştir. Fakat klorheksidin'in yüksek konsantrasyonlarda ilavesinin, dentine olan bağlantısını olumsuz yönde etkilediği bildirilmektedir (96).

Elsaka ve arkadaşları (97), çeşitli konsantrasyonlarda kitosan ile modifiye edilmiş adezivlerin antibakteriyel aktivitesini ve bağlanma kuvvetini değerlendirdikleri çalışmalarında düşük konsantrasyonlarda kitosan'ın S. Mutans'a karşı daha etkili olduğunu kanıtlamışlardır. Bununla birlikte, kitosan konsantrasyonunun artması, mikroçekme bağlantı kuvveti ve pH üzerinde olumsuz etkilere sahiptir. Kitosan konsantrasyonu arttıkça adeziv reçinenin viskozitesi artar ve reçinenin demineralize dentine infiltrasyonunu engeller (98).

2.2. Gastroözofageal Reflü

Gastroözofageal Reflü (GÖR); gastrik mide içeriğinin özofagusa kaçışı olarak tanımlanmaktadır. Bu gastrik mide içeriğinin özofagusa kaçışıyla ilişkili semptomlar ve/veya komplikasyonlar oluşturmasıyla karakterize hastalığa da Gastroözofageal Reflü Hastalığı (GÖRH) adı verilmektedir (99). Gastrik içeriğin kaçışı ya da reflü; genellikle artmış gastrik basınç ya da hacimle beraber gastroözofageal sfinkter yetersizliğinde görülür. GÖRH 'nın temel belirtileri midede yanma, gastrik içeriğin kusma olmaksızın oral kavite içine gelmesi (regürjitasyon), disfaji (yutma güçlüğü) ve göğüs ağrısıdır (100).

Mide asidi, midedeki paryetal hücreler tarafından üretilen hidroklorik asittir ve 1–1,5 pH değerine sahiptir. Dişlerin birkaç ay bu asite maruz kalması durumunda, dişte erozyon belirtilerinin ortaya çıkmasına sebep olur. Gastrik asitlerden kaynaklanan erozyon, genellikle maksiller keser dişlerin palatal yüzeylerinde görülür. Erozyon ilerledikçe daha şiddetli vakalarda, maksiller premolarların palatal yüzeyleri ve molar dişler etkilenmekte ve sonunda erozyon paterni daha yaygın hale gelmektedir. Bu da dişlerin oklüzal ve diğer yüzeylerini etkilemektedir (101).

Klinik araştırmalarda, gastrik asidin dişte erozyon meydana getirebilmesi için en az 1-2 yıl, haftada birkaç kez düzenli olarak dişlerle temas etmesinin gerekli olduğu bildirilmektedir (102). Dişlerdeki erozyon ile regürjitasyon ya da gastrik asit içeren kusma vakalarının ilişkisi birçok çalışmada belirtilmiştir (103, 104). GÖRH hastaları düşük tükürük tamponlama kapasitesine sahip olduklarından bu hastalarda daha şiddetli erozyon lezyonları meydana geldiği belirtilmektedir (105).

GÖRH sonucu ağza gelen gastrik içeriğin dişlerde erozyon yapması mine tabakasının özelliklerinden kaynaklanmaktadır. Mine tabakasının znrlğ için kritik pH değeri 5,5 iken, GR durumunda ağızda bulunan gastrik sıvının pH değeri 1-1,5 arasında değişmektedir. Dişlerin mine tabakası sürekli gastrik sıvıdan kaynaklanan asitli ortamda kaldığında yüzeylerinde demineralizasyon gerçekleşmektedir (106, 107).

GR sonucu ortaya çıkan dental erozyon; gastrik asidin şiddeti, bu aside maruz kalma sıklığıyla alakalı olmakla beraber ayrıca oral hijyen alışkanlıkları, diş sert dokularının yapısı (mineralizasyon derecesi, flor içeriği), tkrğin yapı ve miktarıyla da ilişkilidir (102).

Aine ve ark (108) yaptıkları çalışmada patolojik reflü görülen çocukların hepsinde şiddeti değişkenlik göstermekle birlikte, aynı tipte erozyon lezyonları tespit etmişlerdir. Çocuklarda gastrozefageal reflünün dental erozyona yol açtığını bildiren çalışmalar (106, 108-111) oğunlukta olmakla birlikte, süt ve daimi dentisyonda dental erozyon ile reflü arasında düşük korelasyon olduğunu ifade eden çalışmalar da bulunmaktadır. (105, 112).

Pace ve ark. 2008 yılında yayımladıkları bir sistematik derlemede, ocuklarda GÖRH ile erozyon arasındaki ilişki incelendiğinde, GÖRH olan çocuklarda prevalansın % 13 ile %87 arasında olduğu, bu geniş aralığın nedeninin GÖRH teşhisinde kullanılan yöntem olabileceğini belirtilmişlerdir. Sonuç olarak, GÖRH ile dental erozyon arasında hem çocuklarda hem de yetişkinlerde güçlü bir ilişki tespit edilmiş ve GÖRH hastalarında ağız içi muayenin rutin bir işlem olması gerektiği vurgulanmıştır (19).

Sherman ve ark. 2009 yılında, ocuk gastroenterolojistleri, pediatrik popülasyonda GÖRH'nın tanımı üzerinde uluslararası ve kanıta dayalı bir fikir birliği oluşturmak için çeşitli ifadeleri gözden geçirmiş ve bunun sonucunda 'GÖRH' nun, çocuklarda dental erozyona sebep olduğu sonucuna varmışlardır (18).

Erozyonda erken tanı konularak konservatif tedavi yaklaşımları uygulanabilir. Erozyon tedavisinin temel hedefi, hem anterior hem de posterior dişlerde diş yapısının hiçbir preparasyon yapılmaksızın maksimum miktarda korunması olmalıdır (113). Ancak, reflü nedeniyle ağız ortamına gelen düşük pH 'lı gastrik sıvının sadece doğal dişleri değil, restoratif materyallerin parlak yüzeylerini de etkilediği unutulmamalıdır (114).

2.3. Mekanik Testler

Diş hekimliğinde kullanılan restoratif materyallerin yapısal özelliklerinin yapılan restorasyonun klinik başarısında önemli bir faktör olduğu bilinmektedir. Restoratif materyaller ağız içerisinde pek çok etkiye maruz kalmaktadır. Bu nedenle ağız içerisinde kullanılan restoratif materyallerin mikrosertlik ve yüzey pürüzlülük özellikleri restorasyonun klinik başarısını etkilemektedir (115, 116).

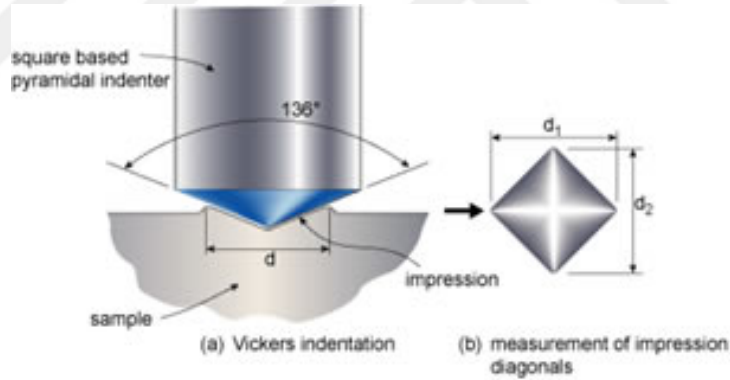
2.3.1. Mikrosertlik Testi

Yüzey sertliği, materyalin yüzeyine gelen sürekli bir batma kuvvetine karşı materyalin gösterdiği direnç olarak ifade edilmektedir. Yüzey sertlik testlerinde kullanılan test metoduna göre, çelik, tungusten karbid veya elmadan yapılmış konik, küresel, piramit veya iğne şekilli bir ucun materyale batırılmasına karşı deney materyalinin gösterdiği direnç ölçülmektedir (117). Yüzey sertliği ile ilgili çalışmalarda çeşitli test metodlarının kullanıldığı görülmektedir. Dental materyallerin yüzey sertliklerinin ölçümlerinde en çok Barcol, Shore A, Brinell, Rockwell, Vickers ve Knoop testleri kullanılmaktadır. Bu testlerde denenecek olan materyale farklı uçlarla standart bir kuvvet veya ağırlık uygulanmakta ve bunun sonucunda materyalin üzerinde derinliği, alanı veya genişliği ölçülebilecek olan simetrik şekiller meydana gelmektedir (117). Bu yöntemlerin her birinin kendine özgü avantaj ve dezavantajları bulunmaktadır. Ancak hepsinin ortak özelliği ölçüm yapılacak materyaller üzerinde küçük simetrik çentikler oluşturmalarıdır. Bu testlerde uygulanan kuvvet materyalin cinsine göre çeşitlilik göstermektedir. Kullanılacak test metodunun seçimi, ölçüm yapılacak materyalin cinsine, tahmini sertlik aralığına ve ölçümü istenilen bölgenin sınırlarına göre yapılmalıdır (118, 119).

Rockwell ve Brinell testleri kırılğan materyaller için uygun olmayıp, elastik malzemeler için de modifiye edilmesi gerekmektedir. Vickers testi kırılğan malzemelerin sertliğinin ölçülmesinde uygun olduğundan diş yapısının sertliğinin ölçülmesinde de kullanılmaktadır. Ancak Vickers testi de Brinell testi gibi elastik malzemeler için pek uygun değildir(26).

2.3.1.1. Vickers Sertlik Ölçüm Testi

Sertliği ölçülecek materyal üzerine tepe açısı 136° olan, kare tabanlı, piramit şekilli bir elmas uç ile kuvvet uygulanarak bir iz oluşturulur (Şekil 2.5). Meydana gelen kare şekilli izin köşegenleri ölçülür (120). Ölçüm cihaza ilave bir mikroskop ile ölçüm yapılacak ekrana transfer edilir. Daha sonra hareketli cetveller aracılığı ile köşegen uzunlukları ölçülüp ortalaması alınır. Vickers sertlik değeri kg cinsinden yükün mm^2 cinsinden iz alanına bölünüp hesaplanır. Formül, $\text{VHN} = 1.854 \times \text{kuvvet} / (\text{taban köşegeni})^2$ şeklindedir. Oluşan izin küçüklüğü ile sertlik değeri ters orantılıdır (121).



Şekil 2.5. Vickers sertlik ölçüm testinin şematik görünümü

Bu yöntemin avantajı oldukça doğru sonuçlar vermesi ve elmas ucun tüm materyaller için uygun olmasıdır. Ayrıca zamana ve kullanıma bağlı bozulmaması da önemli bir avantajıdır (121). Hazırlanan örneğin farklı bölgelerinden ölçüm yapılabilmesi mümkündür ve bu işlemler örneğe bir zarar vermez (122). Dezavantajları ise optik ölçüm için örnek yüzeyinin çok düzgün olmasının gerekmesi ve ölçüm işleminin nispeten uzun sürmesidir (120). Vickers sertlik ve Knoop sertlik testlerinin avantaj ve dezavantajlarının karşılaştırılması çizelge 2.3' de verilmiştir.

Çizelge 2.3. Knoop ve Vickers testlerinin avantajları ve dezavantajları

Vickers Testinin Avantajları	Knoop Testinin Avantajları	Knoop Testinin Vickers Testine Göre Dezavantajları
<ul style="list-style-type: none">* Çok yüksek oranda doğruluk payı*Tüm materyaller için tek bir uç kullanılması*Tüm yumuşak ve sert yüzeylere tam adapte olabilmesi ve hassas ölçüm*Elmas uç zamanla deforme olmaz, uzun süre kullanılabilir.	<ul style="list-style-type: none">*Dar ve uzun alanlarda daha başarılı olması*Kırılgan ve çok ince materyaller için daha iyi olması ise Knoop sertlik testinin, Vickers sertlik testine karşı gösterdiği üstünlüklerdendir	<ul style="list-style-type: none">*Yüzey şartlarına daha duyarlı olması*Hesaplama Vickers kadar hassas olmaması*Küçük yuvarlak yüzeylerde Vickers kadar hassas olmaması

2.3.2. Yüzey Pürüzlülük Testi

Yüzey pürüzlülüğü; materyalin özelliklerine veya elde edilme yöntemlerine bağlı olarak yüzey dokusundaki düzensizliklerdir (123). Yapılan restorasyonlarda yüzey düzgünlüğünün sağlanması, ağız sağlığı ve estetik gereksinimler için oldukça önemlidir (124). Pürüzlü veya az cilalanmış yüzeyler renkleşmelere, plak birikimi ve gingival bölgede irritasyonlara ve ikincil çürüklere neden olmaktadır (125). Restoratif materyallerin yüzeylerinin pürüzsüz olması, restorasyonların başarısı ve klinik ömürlerinin uzun olması açısından büyük önem taşımaktadır. Yüzey pürüzlülüğü fazla olan restorasyonlarda bakteri tutulumunun da fazla olduğu bildirilmektedir (22).

Yüzey pürüzlülüğü ile ilgili olarak yapılan çalışmalar sonucunda, hastaların restorasyon yüzeyindeki ortalama $0.25\mu\text{m}$ ile $0.5\mu\text{m}$ (Ra) arasındaki yüzey pürüzlülüğü değişikliklerini dilleri ile fark edebildikleri saptanmıştır. Buna bağlı olarak, hastaların yapılan restorasyonları daha rahat kullanabilmeleri için restorasyonların pürüzsüz yüzeylere sahip olmalarının önem taşıdığı bildirilmektedir (126).

Materyallerin yüzey pürüzlülüğünü değerlendirmek için çeşitli teknikler geliştirilmiştir. SEM, yüzey profili analizi (Profilometre) ve Atomik Kuvvet Mikroskobu (AFM) ile de yüzey pürüzlülüğü ölçümü yapılmaktadır (127). Profilometreler mekanik ve optik olmak üzere iki farklı tipte üretilmişlerdir. Mekanik

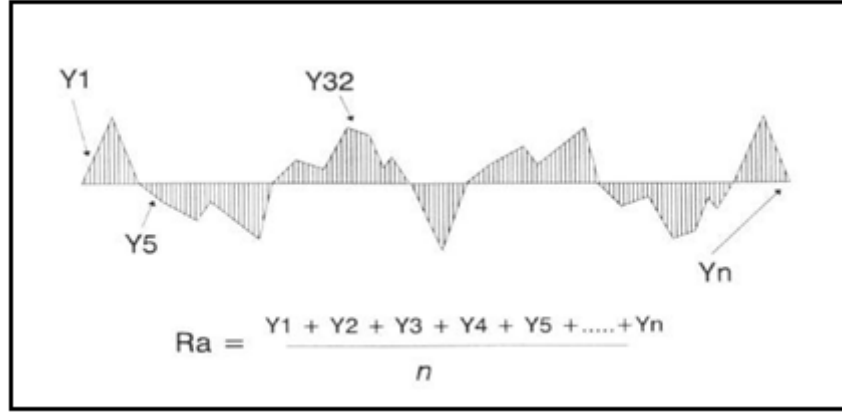
profilometreler, iki-boyutlu ölçüm yaparlar ve örnek yüzeyi üzerinde boyutları belirli bir elmas ucun temas ederek yüzeyi taraması prensibiyle çalışırlar (128).

Elmas başlık, profildeki tepe ve çukurlar aletin yukarı aşağı doğru oynamasına neden olur ve bu değişimler elektro–mekanik çeviriciler aracılığıyla ölçüm ve değerlendirme bilgisayarına giden elektriksel sinyaller oluşturur. Genellikle bir yüzeyin profili pürüzlülük, dalgalılık, biçim hatalarının kombinasyonunu içermektedir. Yüzey pürüzlülüğü incelenecek olan örnekler hazırlanırken taban yüzeyleri düz olmalıdır. Tabanın düz olmaması daha sonra hesaplanamayacak ölçüm hatalarını beraberinde getirmektedir. Yüzey pürüzlülüğü genellikle belirli bir ölçüm mesafesinde tüm yüzey düzensizliklerinin (yükseklik ve derinliklerinin) mutlak toplamalarının aritmetik ortalamasıdır. Aritmetik ortalama pürüzlülük (R_a) olarak ifade edilir (22).

2.3.2.1. Optik profilometre

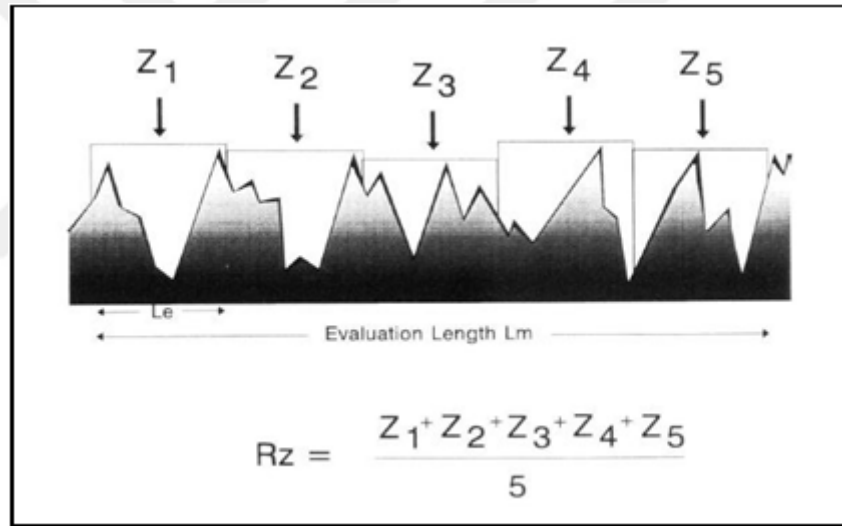
Optik profilometreler yüzeye temas etmeden ölçüm yapılabilen cihazlardır. Bu cihazlarla yapılan ölçümlerde 100 mikrondan küçük çapta noktasal bir ışık, incelenecek yüzeye gönderilmektedir. Lazer ışınının sapması ölçülerek ya da konfokal prensip kullanılarak yüzey profili kaydedilir. Lazer profilometre yüzeye doğrudan temas etmediği için kontak profilometreye göre çok daha detaylı ve hassas ölçümler yapılabilmektedir. Pürüzlülük yüzeyin ideal formundan sapmaları ile nitelendirilmektedir. Sapmalar büyükse, yüzey pürüzlü; küçükse, yüzey düzgün olarak kabul edilmektedir (129).

Yüzeylerin profilometre ile incelenmesinde birçok parametre seçilir. Sıklıkla kullanılan parametreler R_a , R_z , R_{pm} ve $R_z:R_{pm}$ oranıdır. R_a parametresi bir yüzeyin ortalama pürüzlülüğü olarak tanımlanır ve profilde tüm pürüzlülük mesafesinin merkez çizgiye göre uzaklığı ölçülerek aritmetik ortalamasının alınmasıyla saptanır. (Şekil 2.6).



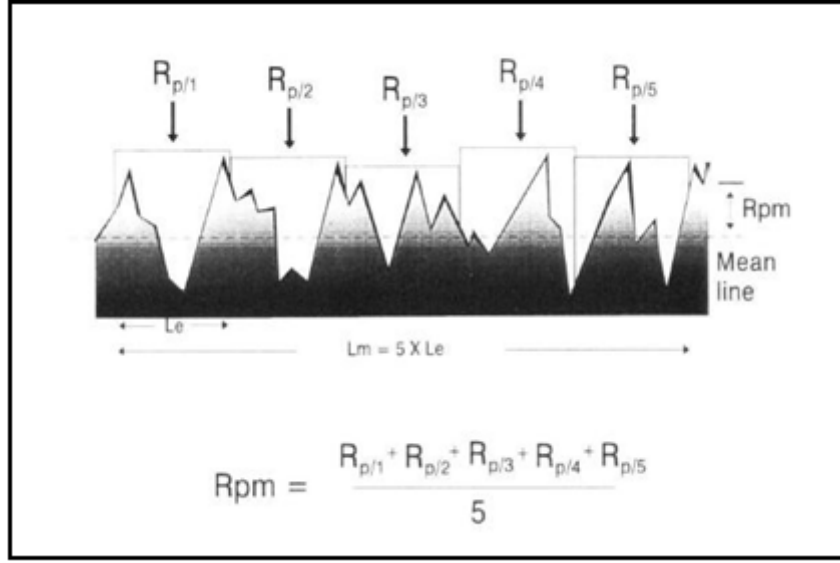
Şekil 2.6. Ra parametresi diagramı

Rz yüzey parametresi, ard arda gelen beş parçada, ortalama tepe–vadi yüksekliği olarak tanımlanır (Şekil 2.7).



Şekil 2.7. Rz parametresi diagramı

Rpm yüzey parametresi ard arda gelen beş örnek parçasındaki ana derinlik seviyesi olarak tanımlanır (Şekil 2.8). İstisnai profil tepeleri bir dereceye kadar dikkate alınır. Ra ve Rz parametreleriyle karşıtlık gösterdiğinden Rpm nispeten profil şekli hakkında bilgi verir. Küçük Rpm değeri geniş tepeli ve dar vadili yüzeyleri, büyük Rpm değerleri ise sivri ve keskin kenarlı profili gösterir. Rpm: Rz oranı önemli bir değerdir, çünkü profil şekli hakkında kayda değer bir bilgi verir. Bu oran 0,5’den daha yüksek ise keskin kenarlı profili, 0,5’den daha küçük ise yuvarlak kenarlı profili gösterir (130, 131).



Şekil 2.8. Rpm parametresi diagramı

2.3.3. Atomik Kuvvet Mikroskobu

1986 yılında Gird Binnig, Calvin F. Quate ve Christopher Herber tarafından Atomik Kuvvet Mikroskobu (Atomic Force Microscope = AFM) icat edilmiştir. Moleküller arası kuvvetleri ölçmede ve nanometre (nm) seviyesinde, topoğrafik bir yüzey görüntüsü elde etmede kullanılan bir sistemdir (132).

AFM standart mekaniksel yüzey profilometre ölçümü skalasından farklı olarak, atomik bir skalada yüzey yapısını inceler, profilometreye göre daha fazla detay verir, üç boyutlu görüntü elde edilmesini sağlar ve yüzey pürüzlülüğü parametrelerini rakamsal olarak da verebilir. Fakat tarama yapılan saha profilometre ile taranan sahadan daha küçük olduğundan, tekrarlanan ölçümlerde aynı sahayı yeniden bulmak zordur (133).

AFM'nin çalışma prensibi, uç ile örnek yüzeyi arasındaki etkileşimli kuvvetin, elastik bir destek (cantilever) üzerine yerleştirilmiş özel bir prob vasıtasıyla ölçülmesidir. Örnek yüzeyinden tarayıcı uca kütle çekimi ile bir kuvvet uygulanır ve sonuçta ucu taşıyan destek eğilir. Destek eğimini ölçerek, uç ile yüzey arasındaki etkileşimli kuvveti de saptamak mümkündür. Elastik desteğin küçük eğilmelerinin kaydı sayesinde, yüzey topoğrafisi elde edilebilmektedir. Bu amaçla, AFM'de görsel yöntem sıklıkla kullanılır ve bu yöntem, ışın-sıçrama (beam-bounce) tekniği olarak adlandırılır (134).

2.3.4. Taramalı Elektron Mikroskop - Element Analizi

Görüntü iletimini sağlayan ışık yollarını merceklerle değiştirerek daha küçük ayrıntıların görülmesine imkan veren aygıtlar geliştirilmiştir. Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM) bu amaç için geliştirilen aygıtlardan birisidir. Ayırım gücü, odak derinliği, görüntü ve analizi birleştirme özelliği taramalı elektron mikroskobunu araştırmalarda sıkça kullanılan bir aygıt haline getirmiştir. Tarama işleminden önce örnekler belirli bir prosedüre göre hazırlanır. Örnekler kakodilat buffer solusyonunda %2,5 glutraldehit içinde sabitlenir. Daha sonra kontrasyonu gittikçe arttırılan etanol içinde dehidratasyona tabi tutulur. Alüminyum kalıplara oturtulan örnekler altın püskürtme aletiyle ince bir altın tabakası ile kaplanır (135, 136).

Taramalı elektron mikroskobu (Scanning Electron Microscope-SEM)'ile örnek yüzeyi primer elektron demeti ile taranır. Tarama işlemi sırasında primer elektron demeti örnek yüzeyindeki elektronlarla etkileşime girerek bu elektronların etrafa saçılmasına neden olur. Örnek yüzeyinin herhangi bir noktasından yayılan seconder elektronların dedektör tarafından tespit edilip toplanmasıyla yüzeyin topografisi, bileşenleri ve yapısı hakkında bilgi sahibi olunur. Seconder elektron dedektörüne ulaşan elektron sayısı ne kadar fazla ise o bölgenin görüntüsü o kadar parlak, ne kadar az ise o kadar karanlık olur. Bu şekilde örnek topografisi hakkında bilgi veren gri tonlu görüntü elde edilir (137).

Element analiz (Electron Dispersive X Ray Spectroscopy-EDXS) işleminde, Taramalı Elektron Mikroskobun XRF (X Ray Fluorescence) birimi kullanılır. Hızlandırılmış elektronlar atom veya moleküllere çarptığında, atom çekirdeğine yakın tabakalardan elektron koparırlar. Kopan elektronun boşluğunu üst tabakalardaki elektronlar doldurur. İç orbitallerdeki elektronların enerjileri dış orbitallerdeki elektronların enerjilerinden daha düşük olduğu için, dış orbital elektronları iç orbitalleri doldururken belli bir miktar enerji kaybederler. Bu kaybedilen enerji X ışını şeklinde ortaya çıkar. Bu sırada tamamen o atoma, yani o elemente özgü X ışınları yayılır. X ışınları yarı iletken dedektörde tanımlanarak, iletkenlik bandına geçen elektronlar elektrik sinyaline dönüştürülür. Böylece elementin varlığı saptanır. Numune içindeki elementlerin yüzdeleri, elementlerin piklerinin altındaki alanlarla orantılıdır. Atom numarası 13'ten küçük elementlerde bu olayın doğruluğu nispeten azalır (138).

2.4. Amaç Ve Hipotezler

Farklı oranlarda cam iyonomer siman likiti içerisinde kitosan ilave edilerek kitosan modifiye cam iyonomer siman elde edildikten sonra cam iyonomer siman ve farklı oranlarda kitosan modifiye cam iyonomer simanlar üzerine gastrik asit eroziv siklus etkisinin araştırılmasıdır.

1. Cam iyonomer siman içerisinde kitosan ilavesi, simanın fiziksel özelliklerini etkilemez.
2. Gastrik asit eroziv siklus uygulaması kitosan modifiye cam iyonomer simanların fiziksel özelliklerini etkilemez.



3. GEREÇ ve YÖNTEM

Kitosan Modifiye Cam İyonomer Siman Üzerine Gastrik Asit Etkisinin Araştırılması amacıyla planlanan çalışmaya Çukurova Üniversitesi Tıp Fakültesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu tarafından 10.11.2017 tarihi'nde etik kurul onayı (Ek 1) alınarak başlanmıştır.

Çalışmanın deney ve test aşamalarının gerçekleştirildiği laboratuvarlar Çizelge 3.1 de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Çalışmada yapılan deney- test işlemleri ve yapıldığı laboratuvarlar

Deney ve Testler	Deney ve Testlerin yapıldığı Laboratuvar
Örnek hazırlama ve mikrosertlik testi	Çukurova Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Araştırma Laboratuvarı,
Taramalı Elektron Mikroskop analizi	Çukurova Üniversitesi Merkezi Araştırma Laboratuvarı (ÇÜMERLAB)
Optik profilometre ile yüzey pürüzlülük ölçümleri	Düzce Üniversitesi Bilimsel ve Teknolojik Araştırmalar Uygulama ve Araştırma Merkezi (DÜBİT),
Atomik Kuvvet Mikroskobu ile yüzey pürüzlülük ölçümleri	Erciyes Üniversitesi Teknoloji Araştırma ve Uygulama Merkezi

Çalışmamız in vitro olarak, toz-likit formunda yüksek vizkoziteye sahip cam iyonomer siman (CİS) olan GC Fuji IX GP EXTRA (GC Corporation, Tokyo, Japonya) simanın likiti içerisine hacimce %5 ve 10 oranlarında kitosan ilavesi ile elde edilen kitosan modifiye cam iyonomer siman örnekleri hazırlandı. Oluşturulan 3 örnek grubu yapay tükürük ve gastrik asit ortamlarına maruz bırakıldı. Çalışmada oluşturulan örnek gruplarına mikrosertlik testi, 3 boyutlu Optik profilometre ve Atomik kuvvet mikroskobu kullanılarak pürüzlülük analizleri ve Taramalı Elektron Mikroskop (SEM) incelemeleri yapılmıştır.

3.1. Deney Gruplarının Oluşturulması

Çalışmamızda cam iyonomer siman (GC Fuji IX GP EXTRA, GC Corporation, Tokyo, Japonya) (Şekil 3.1.) ve diğer ikisi hacimce % 5 ve 10 kitosan modifiye cam iyonomer siman örnek grupları olmak üzere 3 grup oluşturulmuştur. Bu gruplardan CİS kontrol grubumuzu oluştururken; % 5 modifiye CİS birinci, %10 modifiye CİS ikinci deney gruplarını oluşturdu. Çalışmamızda kontrol ve deney grupların oluşturulmasında kullanılan materyallerin içerikleri ve üretici firmaları Çizelge 3.2' de verilmiştir.



Şekil 3.1. Çalışmada kullanılan Cam iyonomer siman

Çizelge 3.2. Çalışmada kullanılan materyaller ve üretici firmalar

Materyal	Üretici firma	İçeriği	Lot no
GC Fuji IX GP EXTRA	GC Corporation, Tokyo, Japonya	Fluoroaluminium silicate, glass, polyacrylic acid, polybasic carboxylic acid	1706271
Düşük molekül ağırlıklı Kitosan	Sigma-Aldrich, St.Louis, USA	Deacetylated chitin, Poly(D-glucosamine)	STBH2613

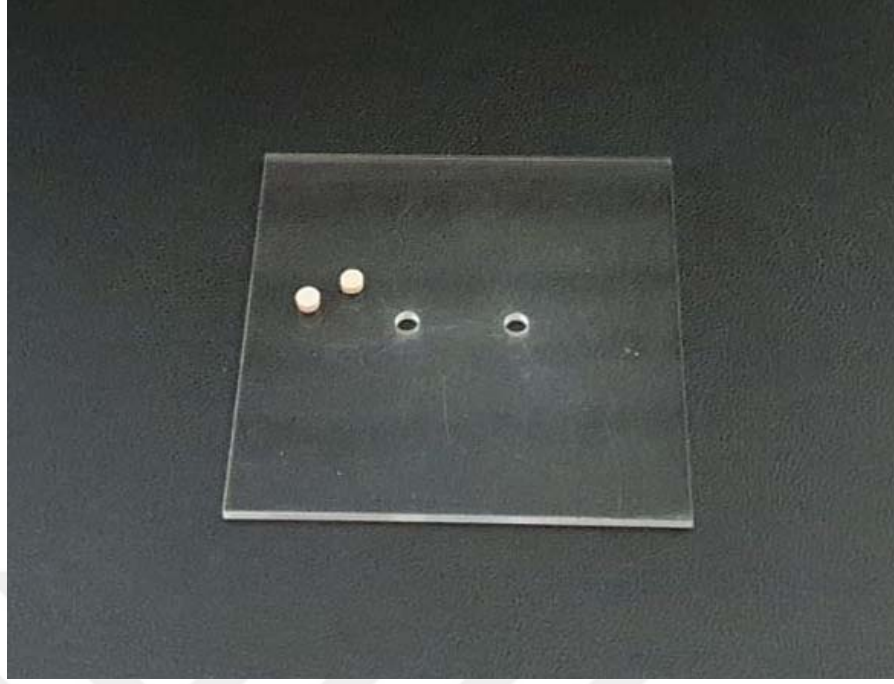
Cam iyonomer simanın kitosan ile modifiye edilebilmesi için çalışmamızda düşük molekül ağırlığına sahip kitosan (Sigma-Aldrich, St.Louis, USA) (Şekil 3.2) ile asetik asit çözeltisi hazırlanarak kitosanın çözünmesi sağlandı. Bunun için 0,02 gr kitosan 10 ml %1' lik asetik asit çözeltisinde çözüldü. Ve daha sonra % 5 kitosan modifiye cam iyonomer siman örnek grubunun oluşturulabilmesi için GC Fuji IX GP

EXTRA (GC Corporation, Tokyo, Japonya) simanın 8 gr (6.4 ml) lik likitinin içerisine 0,32 ml asetik asit içerisinde çözülmüş kitosan çözeltisi hacimce ilave edildi. %10 kitosan modifiye cam iyonmer örnek grubunun oluşturulabilmesi için ise yine GC Fuji IX GP EXTRA (GC Corporation, Tokyo, Japonya) simanın likiti içerisine 0,64 ml kitosan çözeltisi hacimce ilave edildi. Böylece aynı marka simana ait 3 farklı formda likit elde edildi. GC Fuji IX GP EXTRA (GC Corporation, Tokyo, Japonya) simana ait toz kısmında herhangi bir değişiklik yapılmamıştır.



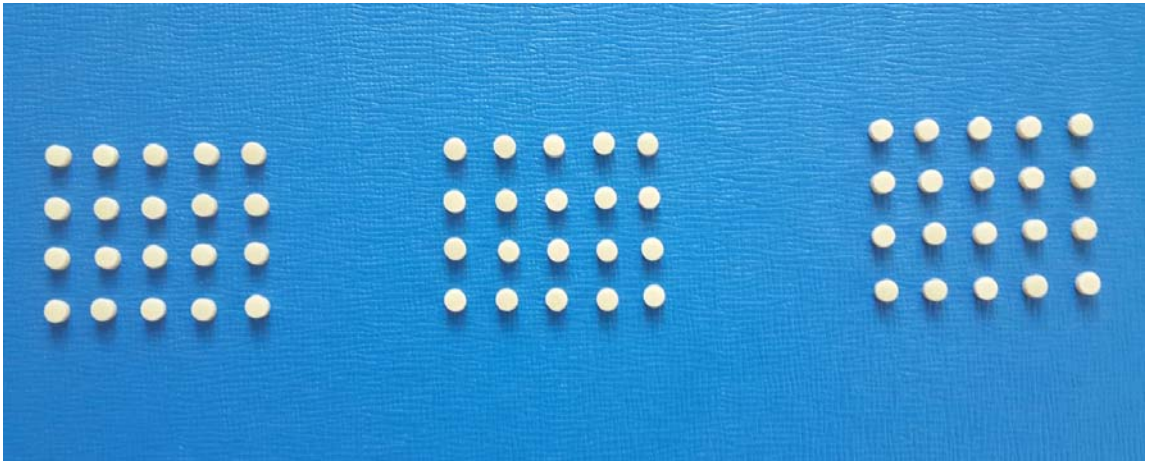
Şekil 3.2. Düşük molekül ağırlıklı Kitosan

Cam iyonmer siman, % 5, 10 kitosan modifiye cam iyonmer siman gruplarına ait örneklerin elde edilmesinde her 3 gruba ait örnekler 23 ± 1 °C sıcaklıkta, 25-30 saniye karıştırma süresince ve toz likit oranı 3,4 gr / 1.0 gr (1 ölçek toz ve 1 damla likit) olacak şekilde hazırlandı. Her bir örneğin çalışma süresi yaklaşık 2 dakika oldu. Her bir örnek 3 mm kalınlığında 5 mm çapında önceden hazırlanmış şeffaf pleksiglass levha kalıbı (Şekil 3.3) içerisine tepildi.



Şekil 3.3. Çalışmada kalıp için kullanılan şeffaf pleksi levha

Kalıp içerisine tepilen cam iyonomer siman örneklerinin üst ve alt yüzeyine siman camı yerleştirerek fazlalıkların taşması ve düzgün bir yüzey elde edilmesi sağlandı. Cam iyonomer siman örnekleri karıştırılmaya başlandıktan en az 6 dakika sonra kalıp içerisinden çıkarıldı. Elde edilen her bir örnek makroskopik olarak incelendi. Yüzeyleri bozuk, çatlak ya da kırık örnekler çalışmaya alınmadı (Şekil 3.4). Tüm örnekler tek bir araştırmacı tarafından hazırlandı.



Şekil 3.4. Çalışmada elde edilen örnek grupları

Çalışma örneklem sayısının belirlenmesi silva ve ark. (139) yaptıkları çalışma referans alınarak istatistiksel analizinde mikrosertlik ortalama, standart sapma ve p değeri %95 güvenlik aralığı sonuçları baz alınarak %95 GA %80 power ile hesaplanan örneklem hesabına göre yapıldı. Buna göre her bir grup için en az 6 örnek hazırlanması gerektiği belirlendi. Çalışmamızda mikrosertlik testi için her bir gruptan 10 örnek hazırlandı.

Bir kontrol ve 2 deney grubundan oluşan çalışmada her bir grup için 32 örnek olmak üzere toplam 96 adet örnek hazırlandı. Her bir grup için hazırlanan 32 örnek rastgele bir şekilde 16 adeti yapay tükürükte bekletilmek ve diğer 16 adet örnek gastrik asit eroziv siklus yapılmak üzere 2'ye ayrıldı. Bu ortamlar için ayrılan 16'şar adet örneklerde ise 3 adetine hiçbir işlem yapılmaksızın Optik profilometre, AFM ve TEM analizlerin Başlangıç ölçümlerini gerçekleştirilmesi için ayrıldı. Geri kalan 13 örnekten 3 adet örnek ilgili ortama maruz bırakıldıktan sonra Optik profilometre, AFM, TEM analizlerinin yapılması için ayrıldı. Gruplardaki örneklerde geri kalan 10 adet örnek ise ağırlık ölçüm ve mikrosertlik testlerinin yapılması için ayrıldı. Tüm grupların elde edilmesinden 7 gün sonra örnekler 24 saat 37 ± 1 °C'lik inkübatörde (Nüve cooled inkübatör ES 110, Nüve, Ankara, Türkiye) (Şekil 3.5) distile su içerisinde bekletildi.

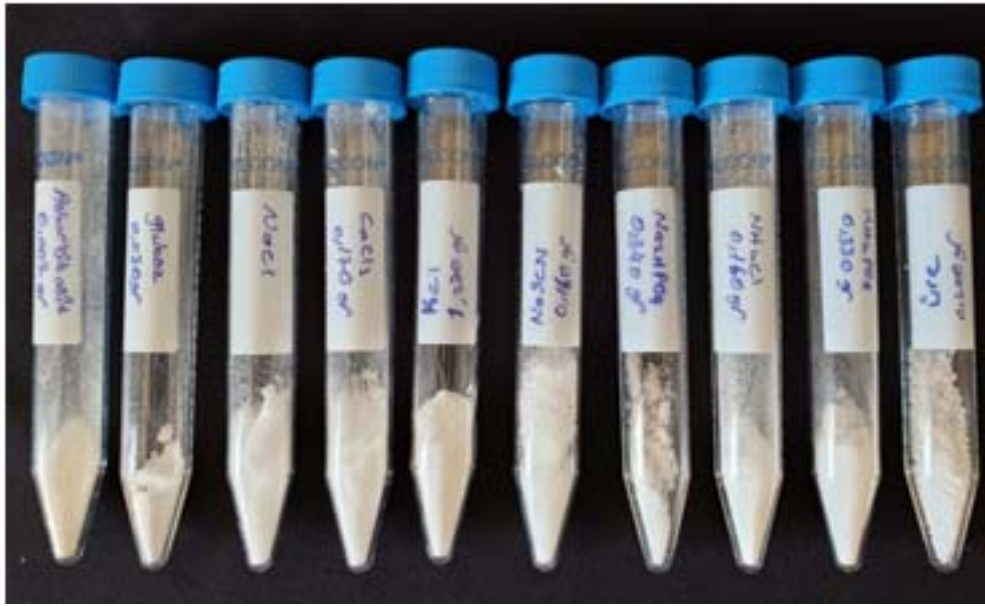


Şekil 3.5. Nüve cooled inkübatör ES 110 (Nüve, Ankara, Türkiye)

3.2. Deney Ortamlarının Oluşturulması

3.2.1. Yapay tükürük hazırlanışı

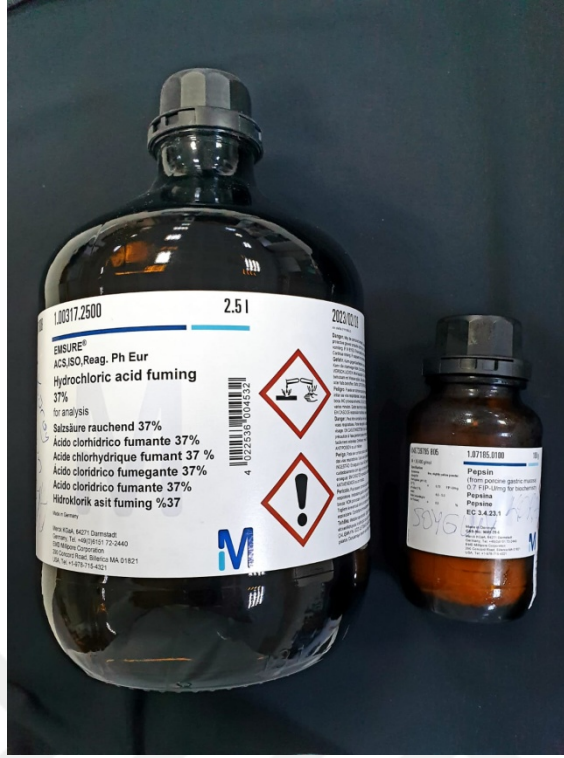
Yapay tükürük formülasyonunda 1000 ml'lik distile su içerisine 0.002 g askorbik asit, 0.030 g glukoz, 0.580 g NaCl, 0.170 g CaCl₂, 0.160 g NH₄Cl, 1.270 g KCl, 0.160 g NaSCN, 0.330 g KH₂PO₄, 0.200 g üre, 0.340 g Na₂HPO₄ ilave edilerek (Şekil 3.6) hazırlandı.



Şekil 3.6. Yapay tükürük hazırlanması için kullanılan kimyasallar

3.2.2. Gastrik asit hazırlanışı

Hidroklorik asit / pepsin (Şekil 3.7) çözeltisi, distile suda 5 mg / ml NaCl çözdürülerek hazırlandı. Çözeltinin Ph'sı hidroklorik asit ile 1.6 olana kadar pH metre (526/538 Ph metre, WTW, Almanya) ile ölçüm yaparak ayarlandı. Ardından 1.5 mg/ml pepsin (4800 U/ml; P-6887, Domuz gastrik mukozasından pepsin, 3200 U/mg, Sigma–Aldrich, Seelze, Almanya) hidroklorik asit solusyonuna ilave edilerek çalışmanın gastrik asit eroziv siklusu için solusyonu hazır hale getirildi.



Şekil 3.7. Çalışmamızda kullanılan HCl ve Pepsin

Çalışmadaki gruplar aşağıdaki gibi oluşturuldu.

- Grup 1 (CS) : Cam iyonmer siman (Fuji IX GP EXTRA) –Yapay tükürük
- Grup 2 (K5S) : %5 Kitosan modifiye cam iyonmer siman (Fuji IX GP EXTRA) –Yapay tükürük
- Grup 3 (K10S) : %10 Kitosan modifiye cam iyonmer siman (Fuji IX GP EXTRA) –Yapay tükürük
- Grup 4 (CG) : Cam iyonmer siman (Fuji IX GP EXTRA) –Gastrik asit eroziv siklus
- Grup 5 (K5G): %5 Kitosan modifiye cam iyonmer siman (Fuji IX GP EXTRA) –Gastrik asit eroziv siklus
- Grup 6 (K10G) : %10 Kitosan modifiye cam iyonmer siman (Fuji IX GP EXTRA) –Gastrik asit eroziv siklus.

Çalışmada tüm deney grubuna ait her bir örnek, içerisinde 5 ml yapay tükürük bulunan cam deney tüpleri içerisine yerleştirildi. CS, K5S, K10S gruplarına ait örnekler 10 gün boyunca oda sıcaklığında ($23\pm 1^\circ\text{C}$) bekletildi. Deney tüpleri içerisinde ki Yapay

tükürük solusyonları her gün taze olarak hazırlanan yapay tükürük ile yenilendi (Şekil 3.8).



Şekil 3.8. Çalışmada kullanılan örnek gruplarının cam deney tüplerindeki görüntüsü

3.2.3. Gastrik asit eroziv siklus

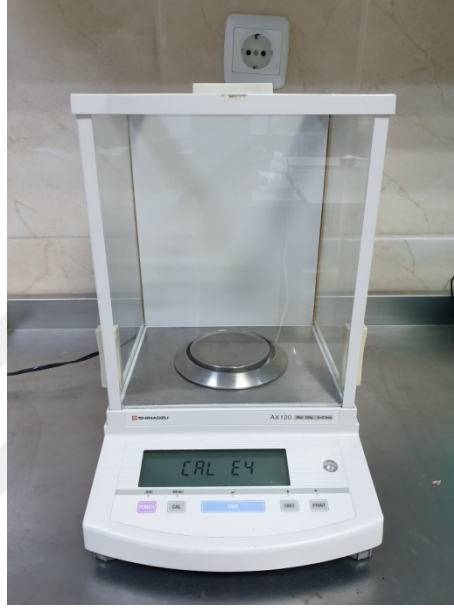
CG, K5G ve K10G gruplarına ait örneklerin her biri, 5 ml gastrik asit bulunan cam deney tüpleri içerisinde 60 sn boyunca gastrik asite maruz bırakılan örnekler distile su ile 5sn boyunca yıkandı ve ardından yapay tükürük bulunan cam deney tüplerine yerleştirildi. Bu siklus, içinde yapay tükürük bulunan cam deney tüpü içerisinde en az 30 dakika bekletilerek günde 6 kez 10 gün boyunca tekrarlandı (Şekil 3.9).



Şekil 3.9. Gastrik asit eroziv siklusunun yapılışı

3.3. Ağırlık Ölçüm Testi

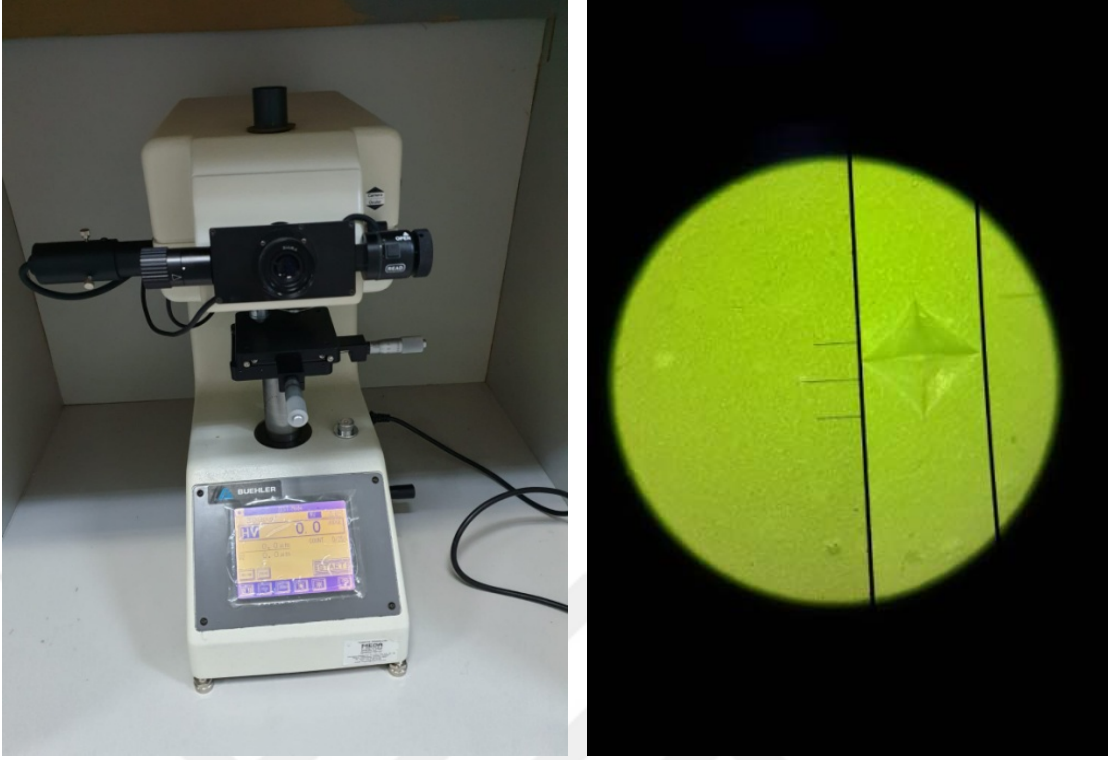
Kontrol ve deney gruplarına ait örnekler, ağırlık değişimine uğrayıp uğramadıklarının anlaşılması için hassas terazi (Shimadzu AX120, Shimadzu corporation, Kyota, Japonya) (Şekil 3.10) yardımı ile örneklerin başlangıç ağırlık ölçümleri yapıldı. Yapay tükürükte bekletilen ve gastrik asit eroziv siklus yapılan örneklerin tekrar aynı cihaz ile ağırlık değişim ölçümleri yapıldı.



Şekil 3.10. Hassas terazi Shimadzu AX120 (Shimadzu corporation, Kyota, Japonya)

3.4. Mikrosertlik Testi

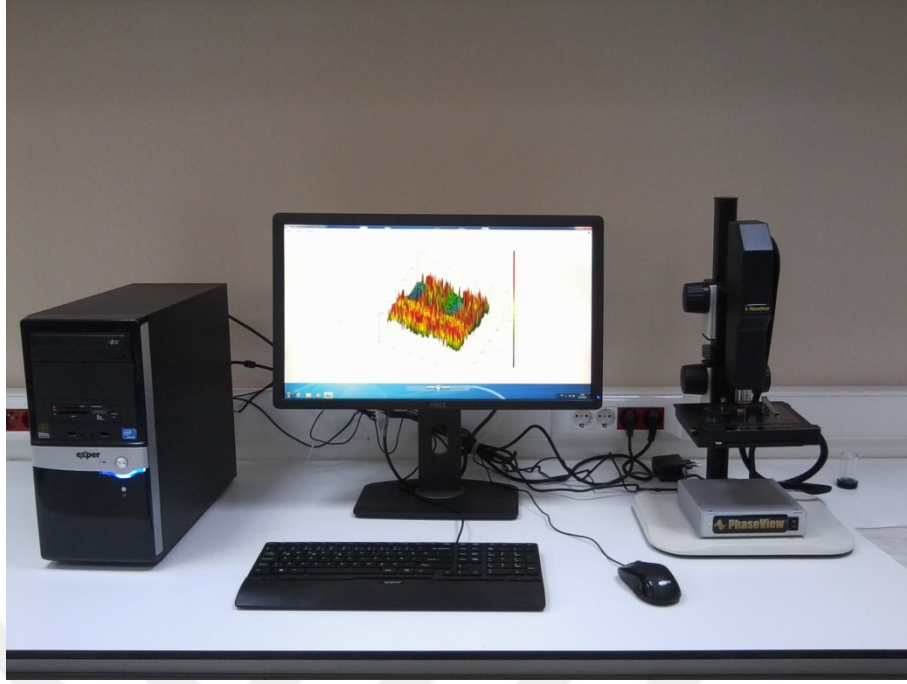
Çalışmada mikrosertlik testi için kontrol ve deney gruplarına ait her bir örneğe, yapay tükürükte bekletilmeden ve gastrik asit eroziv siklus maruziyetine bırakılmadan önce ve sonrasında yüzey sertlik ölçümleri mikrosertlik cihazı (Buehler MMT-3 digital microhardness tester Lake Bluff, IL,USA) (Şekil 3.11) ile Vickers mikrosertlik testi yapıldı. Örneklerin yüzey mikrosertliği, oda sıcaklığında $23\pm 1^{\circ}\text{C}$ 'de 15 saniye boyunca 300 gr yük uygulanarak ölçülen değerler Vickers sertlik biriminden kaydedildi. Her bir örneğin orta bölgesinden birbirlerine ya da kenarlarına 1 mm' den daha yakın olmayacak şekilde 5 ölçüm alındı ve bu ölçümlerin ortalaması her bir örnek için tek bir değer olarak kabul edildi.



Şekil 3.11. Çalışmada kullanılan mikrosertlik cihazı (Buehler MMT-3 digital microhardness tester Lake Bluff, IL,USA) ve alınan görüntü

3.5. Optik Profilometre İle Yüzey Pürüzlülüğü

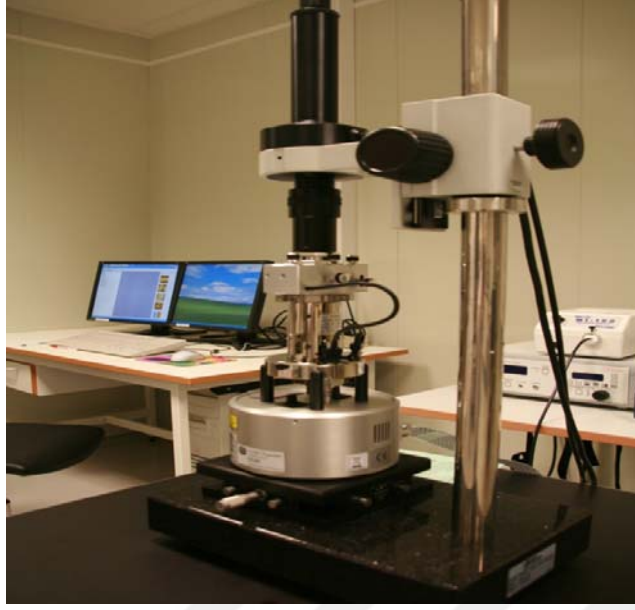
Çalışmada yüzey pürüzlüğü testi için kontrol ve deney gruplarının yapay tükürükte bekletilen, gastrik asit eroziv siklusuna maruz bırakılan ve başlangıç grupların her birinden rastgele seçilen ikişer örneğin yüzey pürüzlülüğü üç boyutlu yüzey profili çıkaran optik profilometre cihazı (Phaze View / Zee Scope, France) (Şekil 3.12) ile ölçüldü. Analiz için GetPhase yazılımı kullanıldı. Her bir örneğin yüzey pürüzlülük ölçüm analizleri 1 mm^2 'lik alanda yapılmıştır. 1 analizde $25 \mu\text{m}$ kaydırılarak 15 adet görüntü alınıp üst üste birleştirilmiştir. Analizlerde $5X \text{ NA}=0.13$ objektif kullanılmıştır.



Şekil 3.12. Phaze View / Zee Scope, France

3.6. Atomik Kuvvet Mikroskobu (Afm) İle Yüzey Analizi

Çalışmada yüzey pürüzlüğü testi için kontrol ve deney gruplarının yapay tükürükte bekletilen, gastrik asit eroziv siklusuna maruz bırakılan ve Başlangıç grupların her birinden rastgele seçilen örneklerin 2 farklı bölgesinden Atomik Kuvvet Mikroskobu Veeco Multimode 8 (Veeco Multimode 8, Santa Barbara, CA, USA) (Şekil 3.13) ile iki boyutlu ve üç boyutlu görüntüler elde edildi. Örnekler temassız Mode (Tapping Mode) ile yaklaşık 1 Hz tarama hızında 10x10 µm ve 20x20 µm alanlarda görüntüler alındı. Titreşim frekansı yaklaşık 300 kHz olarak saptandı. Her bir örneğe ait ortalama yüzey pürüzlülüğü (Ra) değerleri saptandı.



Şekil 3.13. Atomik Kuvvet Mikroskobu

3.7. Taramalı Elektron Mikroskop (Sem) Ve Element Analizi

Çalışmada Taramalı elektron mikroskop analizi için kontrol ve deney gruplarının başlangıç örneklerinden, Yapay tükürükte bekletilen ve gastrik asit eroziv siklusuna maruz bırakılan örneklerden rastgele seçilen birer adet örnek yüzey topografisinin görüntülerini elde edilebilmesi için öncelikli olarak Q 150R ES cihazı (Quorum Technologies, East Sussex, England) ile iletkenliği artırmak için 30 saniye süre ile yaklaşık 1nm altın ile kaplandı (Şekil 3.14). Taramalı elektron mikroskop cihazı Quanta FEG 650 (FEI Company, Hillsboro, Oregon, USA) (Şekil 3.15) ile yüzey topografisi görüntülendi. Gastrik asit eroziv siklus yapılan örnek gruplarında (CG, K5G, K10G) siklus tamamlandıktan sonra her bir gruba ait deney tüplerinin içerisindeki gastrik asit 40cc'lik steril cam kavanoz içerisine alındı. Ardından Nüve cooled inkübatör ES 110 (Nüve, Ankara, Türkiye) cihazında $37\pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'de gastrik asit solusyonu çöktürüldü. Ve elde edilen toz Quanta FEG 650 (FEI Company, Hillsboro, Oregon, USA) cihazında EDS (Enerji Dağılım Spektroskopisi) element analizi yapıldı. EDS sonucunda hızlı elektron demetinin çarptığı bölgedeki elementlerin miktarları grafik şeklinde belirlendi. İncelenen örneklerde hangi elementin ne kadar miktarda bulunduğu tespit edildi.



Şekil 3.14. SEM analizi için örneklerin altın ile kaplanması



Şekil 3.15. Taramalı elektron mikroskop cihazı Quanta FEG 650 (FEI Company, Hillsboro, Oregon, USA)

3.8. İstatistiksel Analiz

Verilerin istatistiksel analizinde SPSS 23.0 (SPSS Inc., Chicago, ABD) paket programı kullanıldı. Kategorik ölçümler sayı ve yüzde olarak, sürekli ölçümler ise ortalama ve standart sapma (gerekli yerlerde ortanca ve minimum - maksimum) olarak özetlendi. Gruplar arasında sürekli ölçümlerin karşılaştırılmasında dağılımlar kontrol edildi, değişkenler parametrik dağılım göstermediği için Kruskal Wallis testi kullanıldı. Gruplar arasındaki ikili karşılaştırmalarda post-hoc analizlerin sonuçlarında Mann Whitney U testi kullanıldı. Blokların tekrarlı kullanım sonrası çıkan sonuçların karşılaştırılmasında wilcoxon testi kullanıldı. Tüm testlerde istatistiksel önem düzeyi 0.05 olarak alındı.



4. BULGULAR

4.1. Ağırlık Ölçüm Test Sonuçları

Çalışmada kontrol ve deney gruplarına ait örneklerin beseline ağırlık ölçümleri ile Yapay tükürükte bekletilen ve gastrik asit eroziv siklusuna maruz bırakılan örneklerin ağırlık ölçümleri ortalama ve standart sapmaları ile minimum ve maksimum değerleri Çizelge 4.1 ve 4.2’de sunulmuştur.

Çizelge 4.1. Yapay tükürük içerisinde bekletilmeden önce ve sonrasındaki örneklerin ağırlık(mg) sonuçları

Ağırlık	CİS		%5 Kitosan CİS		%10 Kitosan CİS		p
	Mean±SD	Min-Maks	Mean±SD	Min-Maks	Mean±SD	Min-Maks	
Başlangıç	130,9±8,1	114,2-143,6	130,3-7,4	120,7-142,1	128,7±3,7	123,0-133,6	0,671
Yapay tükürük	132,9±7,6	117,4-145,0	131,9-7,5	122,4-144,0	129,9±3,7	124,3-134,8	0,397
p*	0,005		0,005		0,005		

p:Kruskal Wallis testi; p*:Wilcoxon Signed Ranks Test

Çizelge 4.2. Gastrik asit eroziv siklusa maruz bırakılmadan önce ve sonrasında örneklerin ağırlık(mg) sonuçları

Ağırlık	CİS		%5 Kitosan CİS		%10 Kitosan CİS		p
	Mean±SD	Min-Maks	Mean±SD	Min-Maks	Mean±SD	Min-Maks	
Başlangıç	128,5±6,8	117,0-135,9	129,5-7,7	120,1-141,5	134,2±5,7	126,3-142,5	0,160
Gastrik Asit Eroziv Cyc	129,5±6,8	118,2-136,6	129,9-7,6	120,5-141,5	133,2±5,7	125,4-142,0	0,377
p*	0,005		0,018		0,005		

p:Kruskal Wallis testi; p*:Wilcoxon Signed Ranks Test

Çizelge 4.1 ve 4.2 incelendiğinde, hem yapay tükürükte bekletilen hem de gastrik asit eroziv siklus yapılan örneklerin başlangıç ağırlık ölçümlerinin ortalama

değerleri Kruskal Wallis testi kullanılarak karşılaştırıldığında Cam iyonomer siman ve kitosan ilave edilen cam iyonomer siman grupları arasında istatistiksel olarak farklılığın anlamlı olmadığı tespit edilmiştir ($p \geq 0.05$).

Tüm örnek gruplarına ait başlangıç - yapay tükürük ve başlangıç - gastrik asit eroziv siklus yapılan örneklerin ağırlık ölçümleri Wilcoxon Signed Ranks Test' i ile incelenmiştir. Örneklerin hem yapay tükürük hem de gastrik asit eroziv siklus uygulanması sonrasında % 10 kitosan modifiye cam iyonomer siman grubu hariç tüm gruplara ait örneklerin ortalama \pm standart sapma değerlerinde artış olduğu görülmüştür. Ve istatistiksel olarak anlamlı değişikliklerin olduğu saptanmıştır ($p < 0,05$).

4.2. Mikrosertlik Test Sonuçları

Çalışmada kontrol ve deney gruplarına ait örneklerin başlangıç, 10 gün boyunca yapay tükürük içinde bekletilen ve 10 gün boyunca günde 6 defa gastrik asit eroziv siklus yaptığımız örnek gruplarının Vickers mikrosertlik test sonuçları Çizelge 4.3' de sunulmuştur.

Çizelge 4.3. Çalışmamızdaki örnek gruplarının Vickers mikrosertlik test sonuçları (n=10)

	CİS		%5 Kitosan CİS		%10 Kitosan CİS		p
	Mean \pm SD	Min-Maks	Mean \pm SD	Min-Maks	Mean \pm SD	Min-Maks	
Başlangıç	77,0 \pm 4,1	72,7-83,6	79,2-4,8	73,3-86,5	77,8 \pm 3,0	72,8-82,8	0,603
Yapay tükürük	81,8 \pm 3,9	77,3-88,5	82,6-4,2	77,6-90,2	83,5 \pm 5,5	76,7-93,8	0,880
Gastrik Asit Eroziv Siklus	50,4 \pm 2,1	47,5-53,3	52,2-2,3	48,8-56,6	56,2 \pm 3,5	48,7-60,2	0,001
<i>P*</i> Başlangıç & Yapay tükürük	0,008		0,005		0,005		
<i>P*</i> Başlangıç & Gastrik Asit Eroziv Siklus	0,005		0,005		0,005		
<i>P*</i> yapay tükürük & Gastrik Asit Eroziv Siklus	0,005		0,005		0,005		

p:Kruskal Wallis testi; p*:Wilcoxon Signed Ranks Test

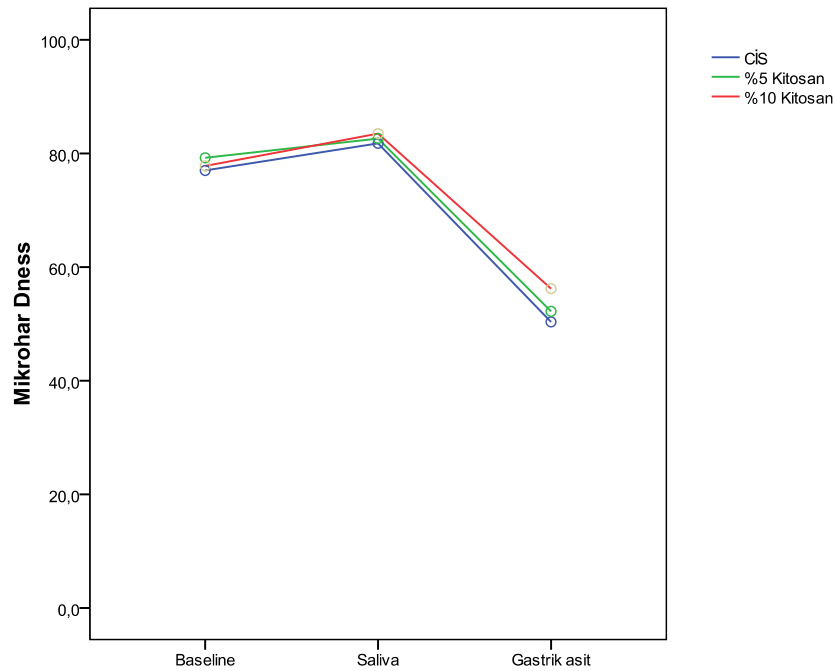
Çalışmamızın Vickers mikrosertlik test sonuçlarının verildiği Çizelge 4.3 incelendiğinde en yüksek mikrosertlik değerinin % 10 kitosan modifiye cam iyonomer siman-yapay tükürük (K10S) grubuna ait örnekler (83,5 \pm 5,5) olduğu, en düşük

mikrosertlik değerine sahip örnek grubu ise kitosan ilave edilmeyen cam iyonomer siman gastrik asit eroziv siklus (CG) grubuna ait (50,4±2,1) olduğu tespit edilmiştir.

Kitosan ilave edilen ve kitosan ilave edilmeyen örnek gruplarının sadece gastrik asit eroziv siklus yapılan örnek grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık olduğu diğer başlangıç ve yapay tükürük ortamında bekletilen örnek gruplarının mikrosertlik değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olmadığı tespit edilmiştir ($p \geq 0.05$). Gastrik asit eroziv siklus için gruplar arası post-hoc karşılaştırma sonucu: %10 kitosan CİS ve CİS $p=0.007$; %10 kitosan CİS ve %5 kitosan CİS $p=0.0001$; CİS ve %5 kitosan CİS $p=0.294$ olarak tespit edilmiştir.

Her bir siman grubunun başlangıç -yapay tükürük, başlangıç -gastrik asit eroziv siklus ve yapay tükürük- gastrik asit eroziv siklus ortamlarındaki ikili karşılaştırmalar Wilcoxon Signed Ranks Test'i ile yapılmış olup tüm örnek grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık olduğu saptanmıştır ($p \leq 0.05$).

Çalışmamızdaki örnek gruplarının mikrosertlik test sonuçlarına ait çizgi grafiği Şekil 4.1'de sunulmuştur. Bu grafik incelendiğinde çalışmamızdaki tüm simanlara ait mikrosertlik değerleri yapay tükürük ortamında en yüksek iken gastrik asit eroziv siklus ' a maruz bırakılan örnek gruplarında en düşük Vickers mikrosertlik değerlerine sahip olduğu görülmektedir.



Şekil 4.1. Çalışmamızda örnek gruplarına ait mikrosertlik test sonuçlarının çizgi grafiği ile gösterimi

4.3. Optik Profilometre Yüzey Pürüzlülüğü Test Sonuçları

Çalışmada kontrol ve deney gruplarına ait örneklerin başlangıç, yapay tükürükte bekletilen ve gastrik asit eroziv siklus yaptığımız örnek gruplarının optik profilometre ortalama yüzey pürüzlülüğü (Ra) değerleri ile ilgili test sonuçları Çizelge 4.4 ve sonuçların çizgi grafiği Şekil 4.2’ de sunulmuştur.

Çizelge 4.4. Optik profilometre ortalama yüzey pürüzlülüğü (Ra, nm) test sonuçları

	CİS		%5 Kitosan CİS		%10 Kitosan CİS		p
	Mean±SD	Min-Maks	Mean±SD	Min-Maks	Mean±SD	Min-Maks	
Başlangıç	38,5±4,6	32,4-45,3	27,7-5,7	21,1-35,2	30,5±5,4	22,9-35,2	0,032
Yapay Tükürük	27,7±6,2	20,9-35,7	28,2-7,7	21,0-38,2	40,2±4,6	36,1-46,2	0,008
Gastrik Asit Eroziv Siklus	24,4±4,2	18,3-29,0	26,9-4,6	21,3-32,8	30,1±6,4	20,0-38,4	0,220
<i>P*</i> Başlangıç & Yapay tükürük Başlangıç	0,028		0,600		0,028		
<i>P*</i> Başlangıç & Gastrik Asit Eroziv Siklus	0,028		0,600		0,917		
<i>P*</i> Yapay tükürük & Gastrik Asit Eroziv Siklus	0,463		0,600		0,028		

p:Kruskal Wallis testi; p*:Wilcoxon Signed Ranks Test

Çizelge 4.4 incelendiğinde, kontrol ve deney gruplarının, gastrik asit eroziv siklus işlemine maruz bırakılan örnek gruplarında optik profilometre yüzey analiz test sonuçları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılığın olmadığı ($p \geq 0.05$), fakat başlangıç ve yapay tükürük örnek 3gruplarına ait optik profilometre yüzey pürüzlülüğü test sonuçlarında istatistiksel olarak farklılığın anlamlı olduğu saptanmıştır ($p \leq 0.05$). En yüksek yüzey pürüzlülük değerinin K10S grubunda ($40,2 \pm 4,6$ nm) olduğu, en düşük yüzey pürüzlülük değerine ise CG grubunda ($24,4 \pm 4,2$ nm) olduğu tespit edilmiştir.

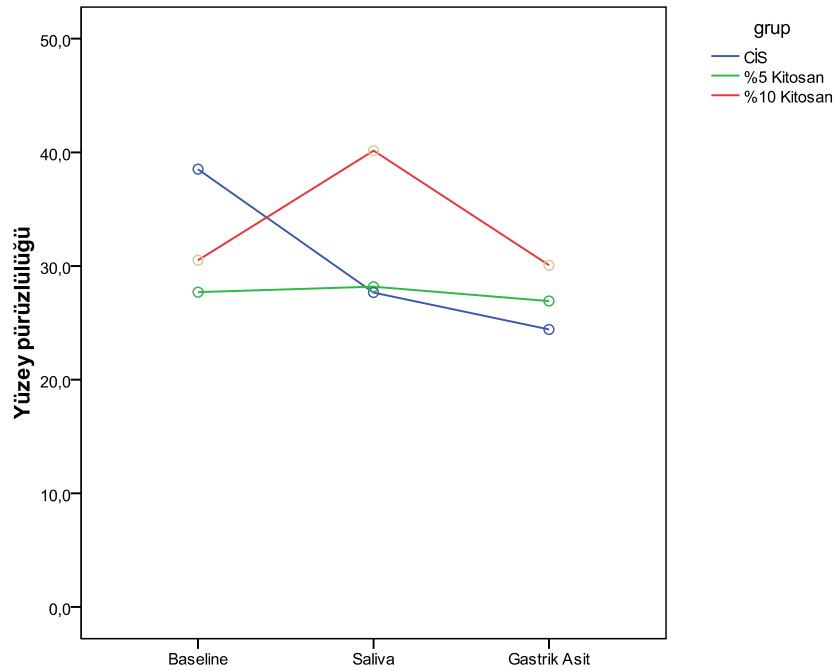
Kontrol ve deney gruplarının başlangıç, yapay tükürük ve gastrik asit eroziv siklus ortamlarındaki yüzey pürüzlülük değerlerinin ikişerli karşılaştırması Wilcoxon Signed Ranks Test’i ile yapılmıştır. Ve % 5 kitosan modifiye cam iyonmer siman

grubunun tüm ortamlardaki yüzey pürüzlülük değerleri arasında istatistiksel olarak farklılığın anlamlı olmadığı, bununla birlikte CİS grubunda yapay tükürük-gastrik asit erozov siklus grubu ile %10 kitosan modifiye CİS grubunun başlangıç –gastrik asit erozov siklus grubuna ait örneklerde istatistiksel olarak farklılığın anlamlı olmadığı tespit edilmiştir ($p \geq 0.05$). Diğer gruplar arasında yüzey pürüzlülük test sonuçları arasında istatistiksel farklılığın anlamlı olduğu saptanmıştır ($p \leq 0.05$).

Yüzey pürüzlülüğü başlangıç sonuçlarının gruplar arası post-hoc karşılaştırma sonucu: CİS ve %5 kitosan CİS $p=0.007$; CİS ve %10 kitosan CİS $p=0.046$; %5 kitosan CİS ve %10 kitosan CİS $p=0.633$.

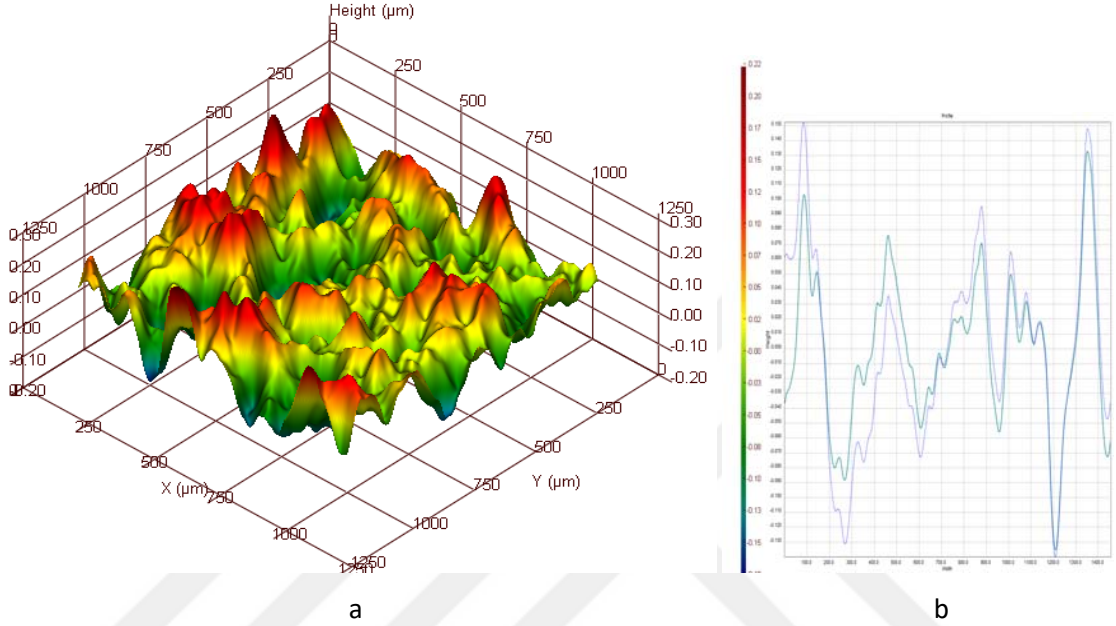
Yüzey pürüzlülüğü yapay tükürük sonuçlarının gruplar arası post-hoc karşılaştırma sonucu: CİS ve %5 kitosan modifiye CİS $p=0.010$; CİS ve %10 kitosan modifiye CİS $p=0.013$; %5 kitosan modifiye CİS ve %10 kitosan modifiye CİS $p=0.989$.

Şekil 4.2 incelendiğinde, her bir siman grubunun başlangıç değerlerine bakıldığında GC Fuji IX GP EXTRA (GC Corporation, Tokyo, Japonya) CİS’na kitosan ilavesinin yüzey pürüzlülük değerini azalttığı görülmektedir. Fakat, yapay tükürük ortamında bulunan K10S grubunda yüzey pürüzlülük değerinin arttığı görülmektedir.

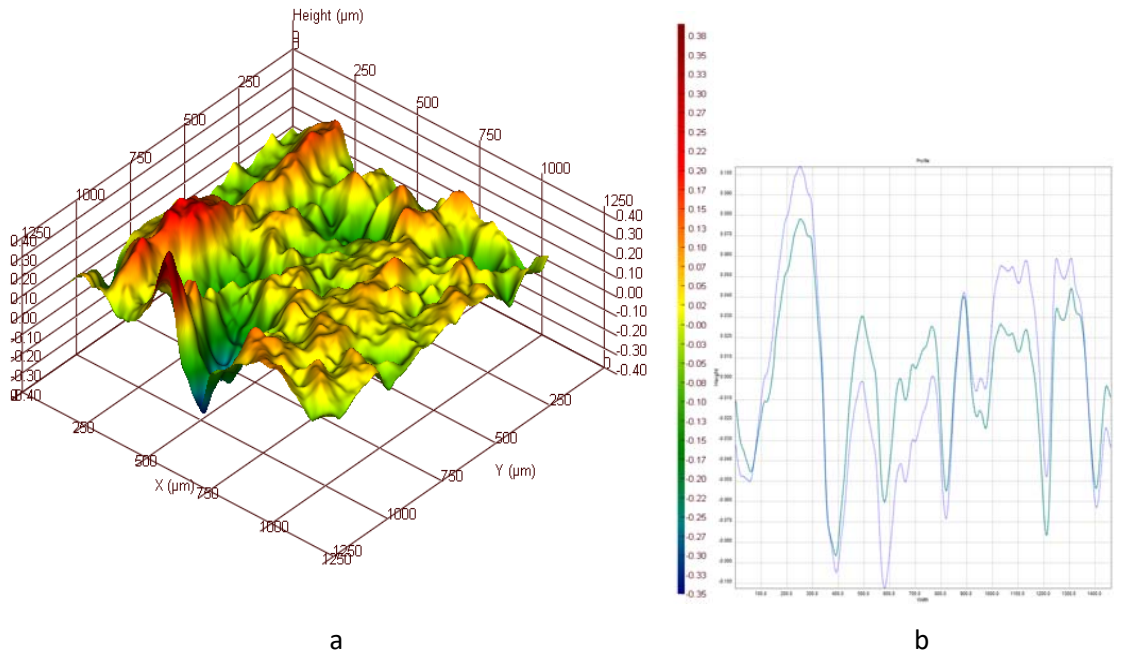


Şekil 4.2. Çalışmamızdaki tüm gruplara ait optik profilometre yüzey pürüzlülüğü test sonuçlarının çizgi grafiği ile gösterimi

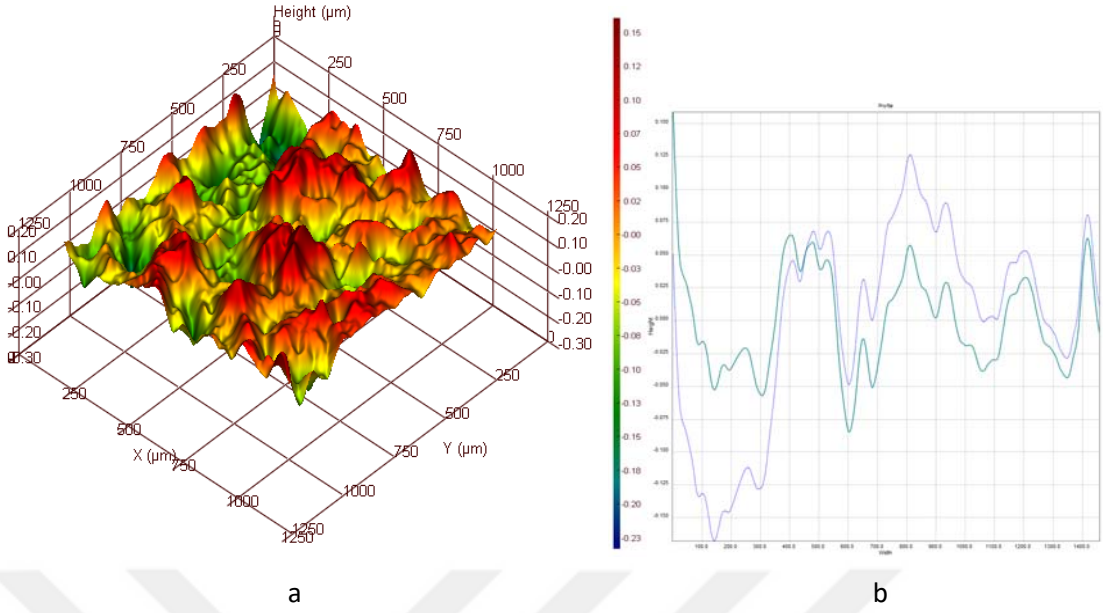
Çalışmamızdaki tüm örnek gruplarına ait optik profilometre yüzey pürüzlülük analizleri sonucunda her bir grubun yüzey pürüzlülük değerlerinden ortalamaya en yakın olan örneğin optik profilometre aracılığı ile üç boyutlu ve profil yüzey pürüzlülüğü görüntüleri Şekil 4.3-11’da sunulmuştur.



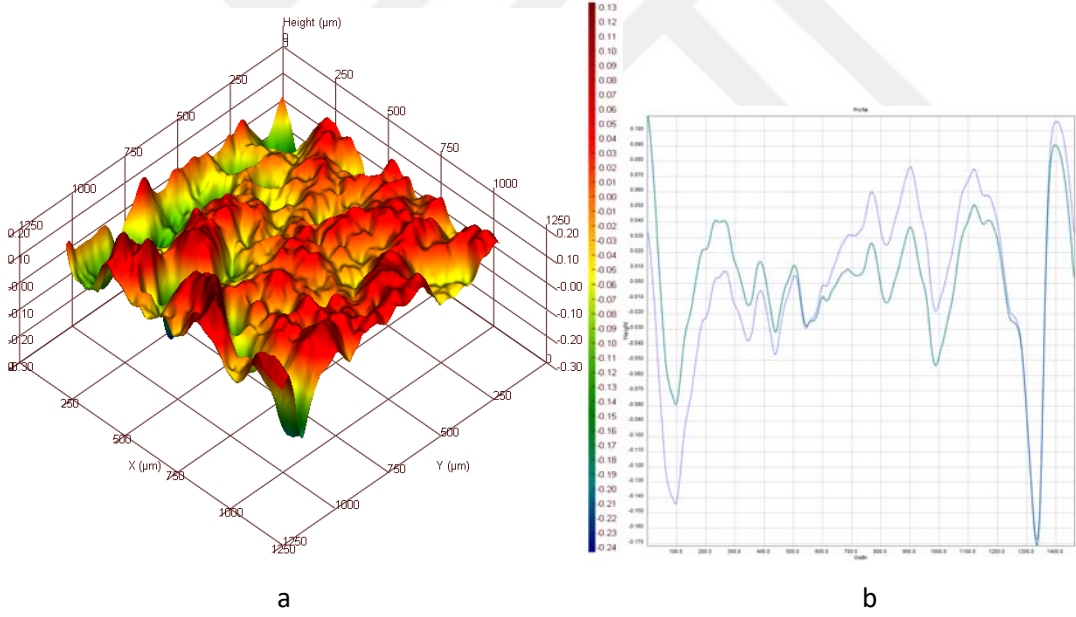
Şekil 4.3. Cam iyonomer siman- Başlangıç grubunun a) üç boyutlu ve b) profil pürüzlülüğüne ait optik profilometre görüntüsü



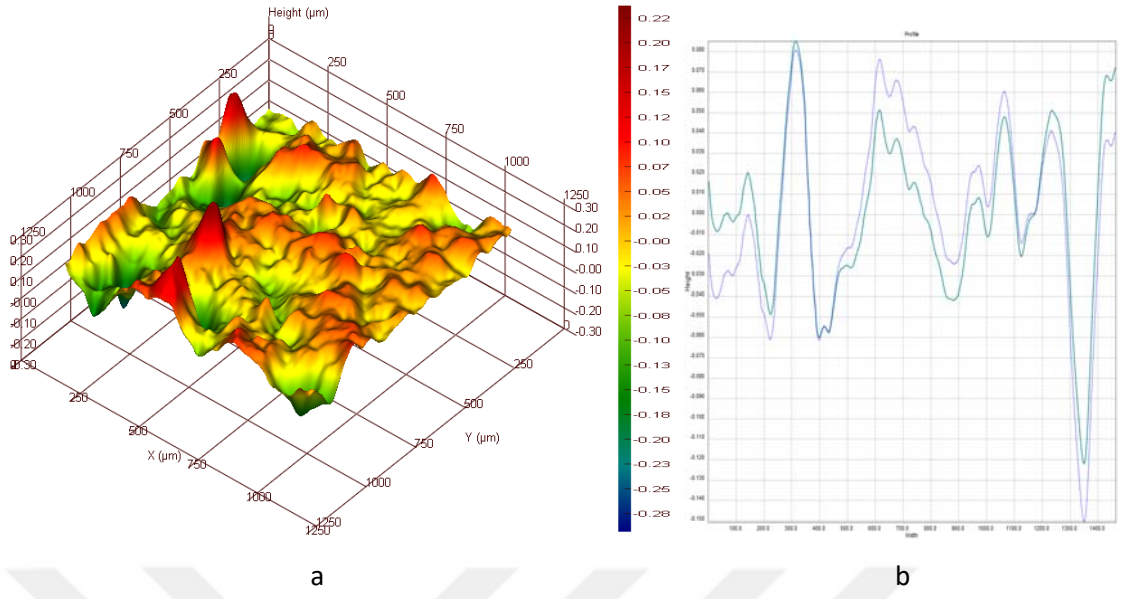
Şekil 4.4. % 5 Kitosan modifiye Cam iyonomer siman- Başlangıç grubunun a) üç boyutlu ve b) profil pürüzlülüğüne ait optik profilometre görüntüsü



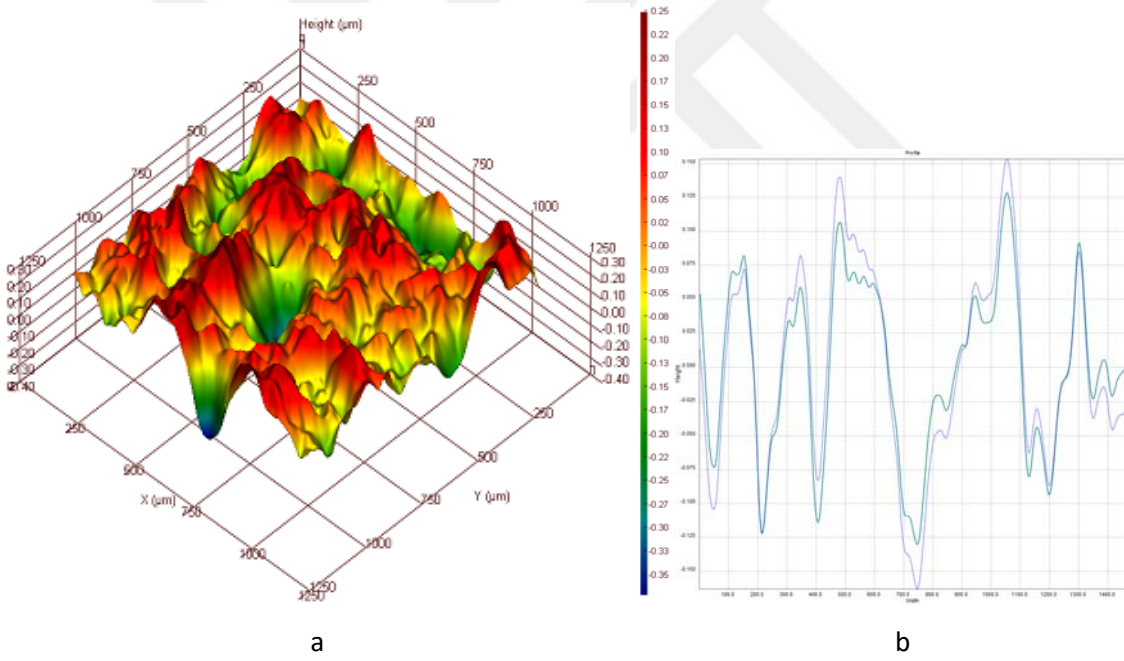
Şekil 4.5. %10 Kitosan modifiye Cam iyonomer siman- Başlangıç grubunun a) üç boyutlu ve b) profil pürüzlülüğüne ait optik profilometre görüntüsü



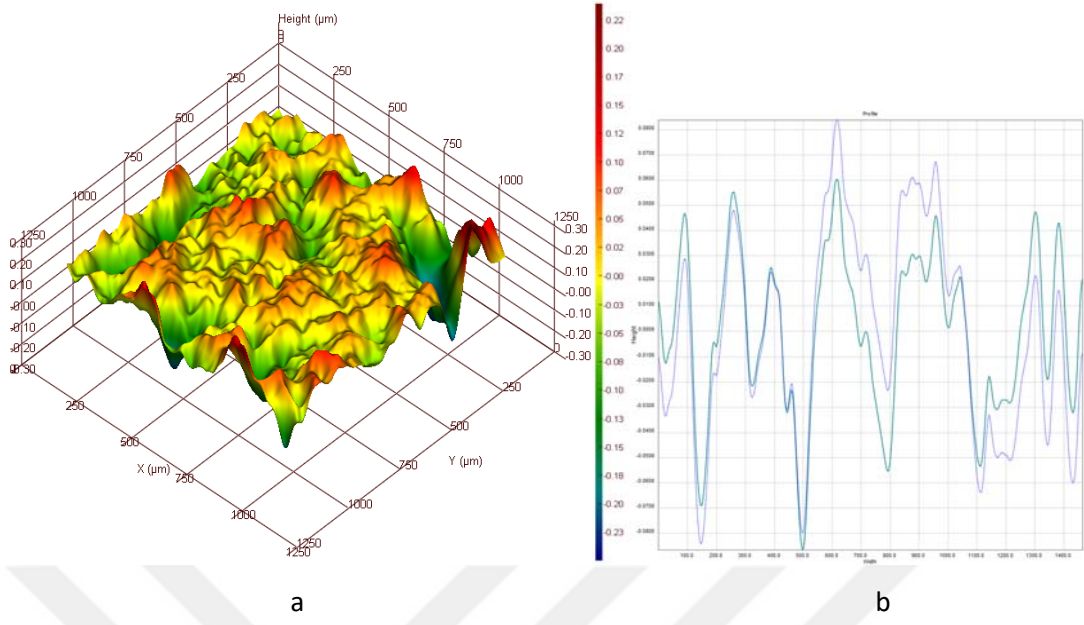
Şekil 4.6. CS grubunun a) üç boyutlu ve b) profil pürüzlülüğüne ait optik profilometre görüntüsü



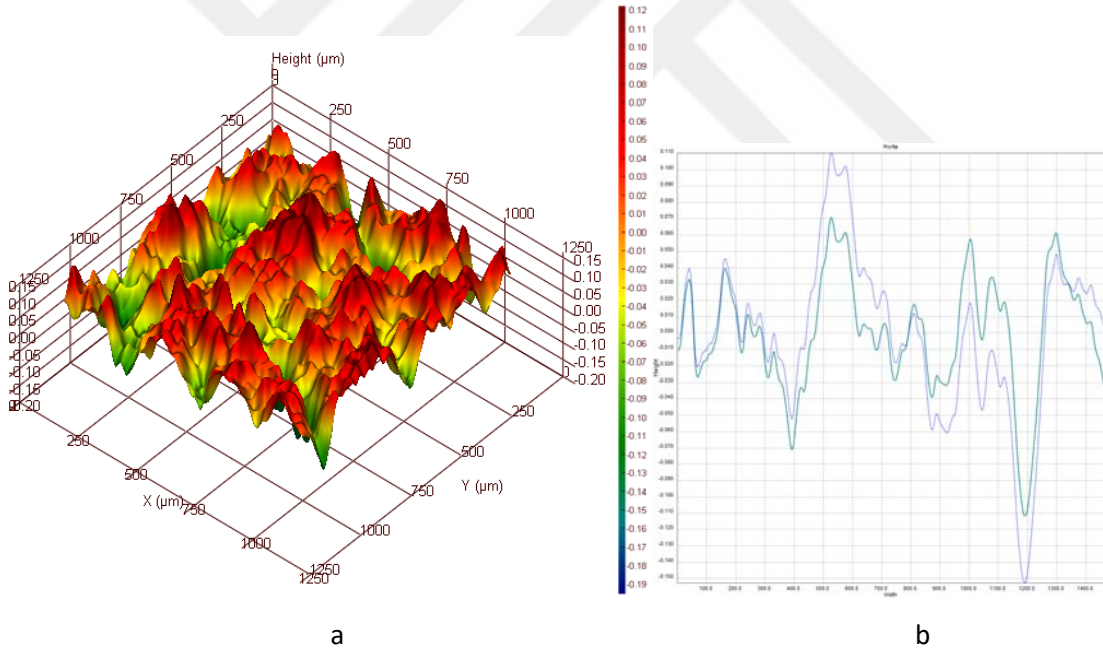
Şekil 4.7. K5S grubunun a) üç boyutlu ve b) profil pürüzlülüğüne ait optik profilometre görüntüsü



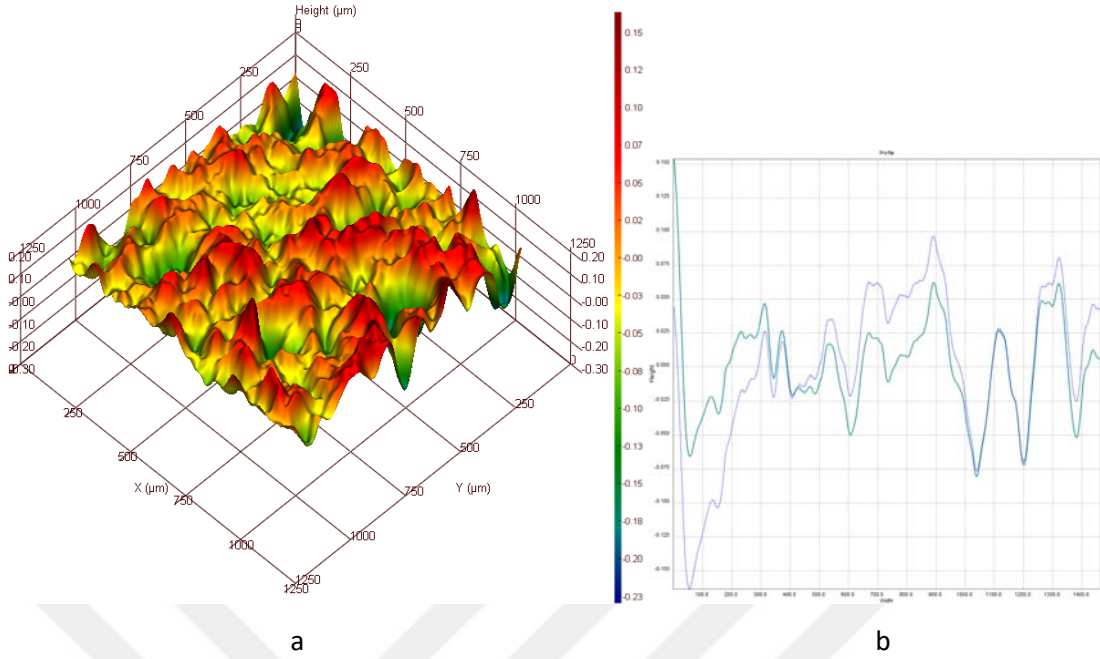
Şekil 4.8. K10S grubunun a) üç boyutlu ve b) profil pürüzlülüğüne ait optik profilometre görüntüsü



Şekil 4.9. CG grubunun a) üç boyutlu ve b) profil pürüzlülüğüne ait optik profilometre görüntüsü



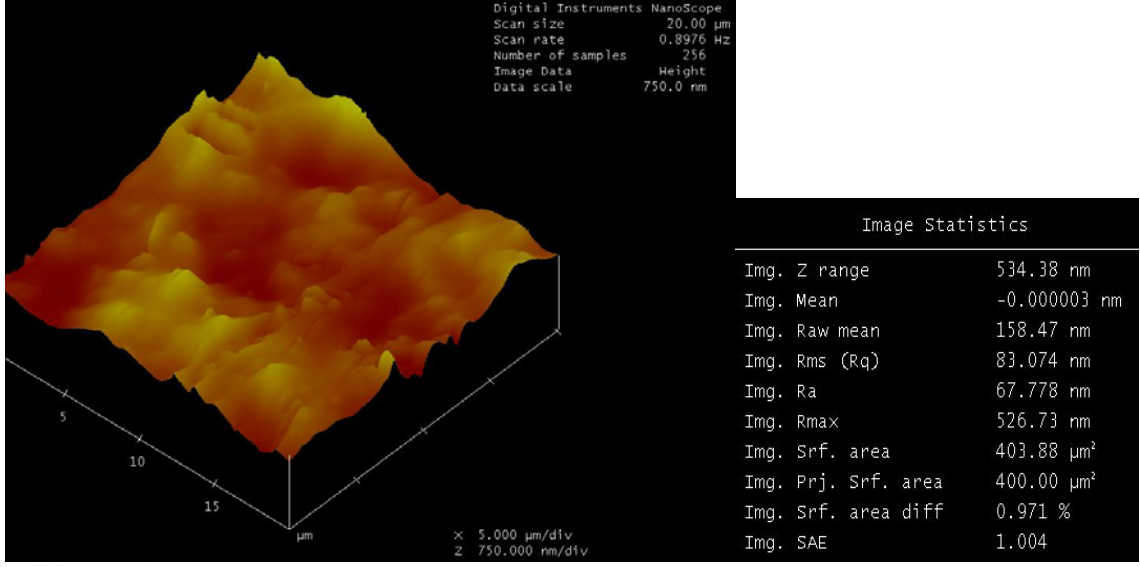
Şekil 4.10. K5G grubunun a) üç boyutlu ve b) profil pürüzlülüğüne ait optik profilometre görüntüsü



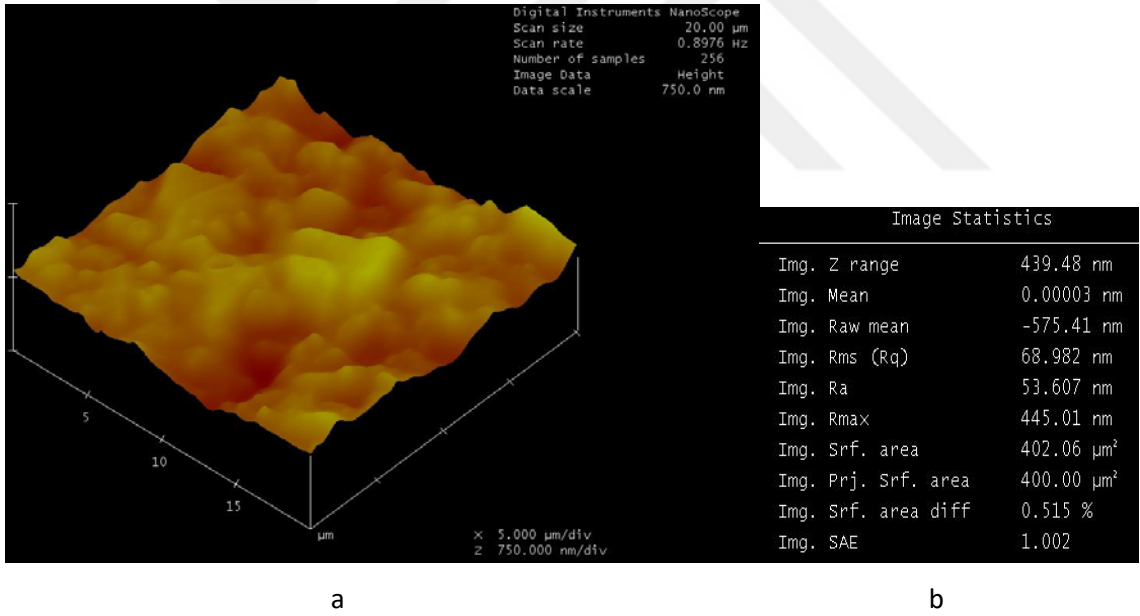
Şekil 4.11. K10G grubunun a) üç boyutlu ve b) profil pürüzlülüğüne ait optik profilometre görüntüsü

4.4. Atomik Kuvvet Mikroskop (Afm) Test Sonuçları

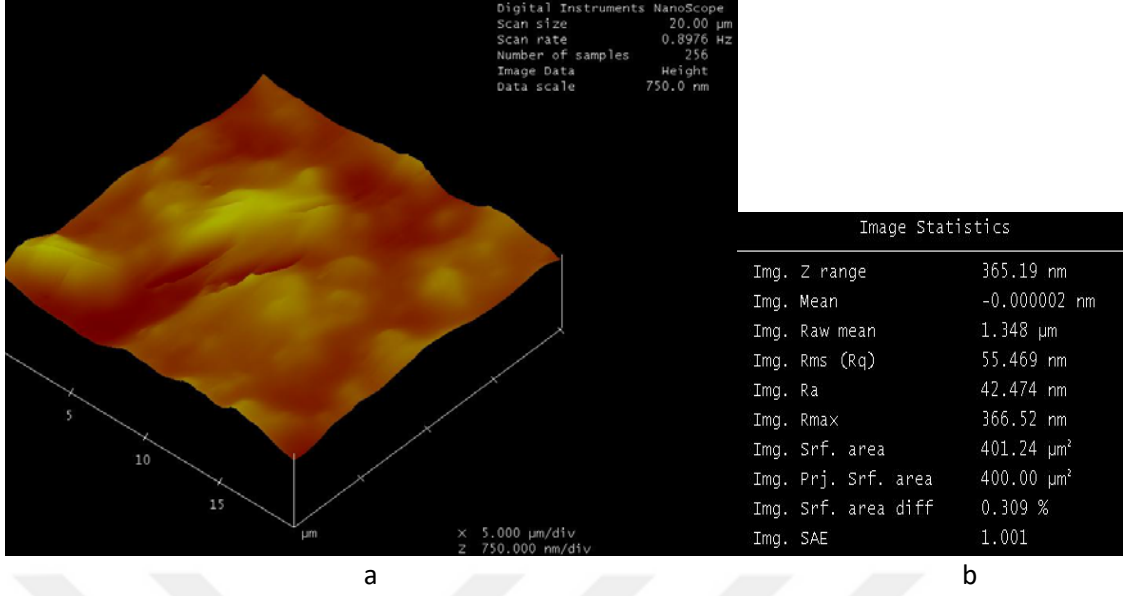
Çalışmada kontrol ve deney gruplarının başlangıç, yapay tükürük ve gastrik asit eroziv siklus ortamlarında bulunan örneklerden 20X20 mikron alan taranarak elde edilen üç boyutlu AFM görüntüleri ile ortalama yüzey pürüzlülük (Ra) sonuçları Şekil 4.12-20' de verilmiştir. AFM analiz sonuçlarında bulunan Ra değerleri incelendiğinde GC Fuji IX GP EXTRA (GC Corporation, Tokyo, Japonya) simanın içerisine Kitosan ilavesinin yüzey pürüzlülük değerlerini düşürdüğü görülmektedir.



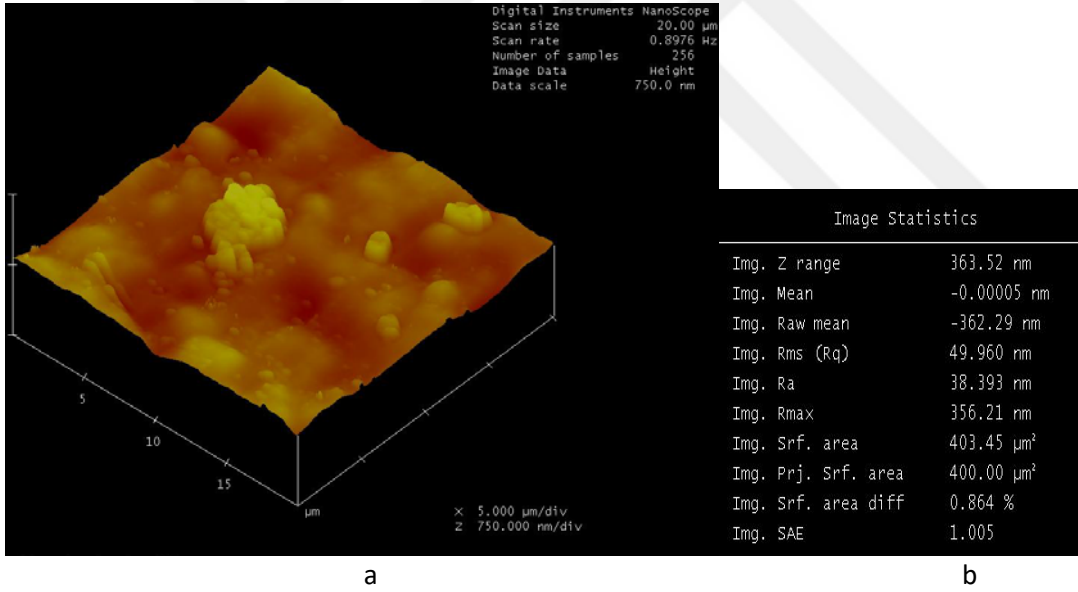
Şekil 4.12. CİS – Başlangıç grubuna ait a) üç boyutlu AFM görüntüsü ve b) yüzey pürüzlülük değerleri (Ra= 67.778 nm)



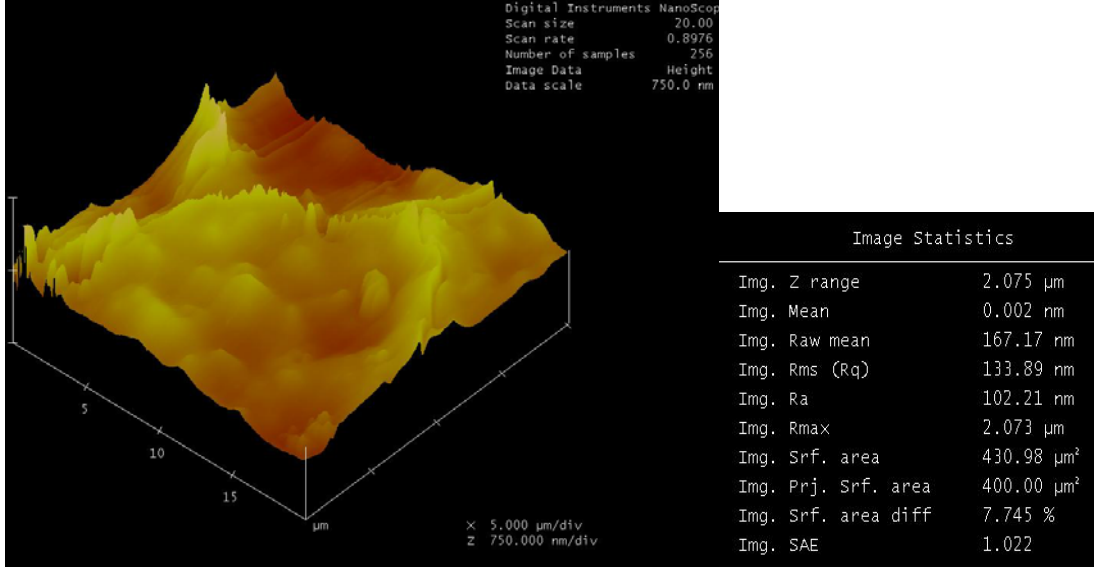
Şekil 4.13. % 5 Kitosan modifiye CİS- Başlangıç grubuna ait a) üç boyutlu AFM görüntüsü ve b) yüzey pürüzlülük değerleri (Ra= 53,607 nm)



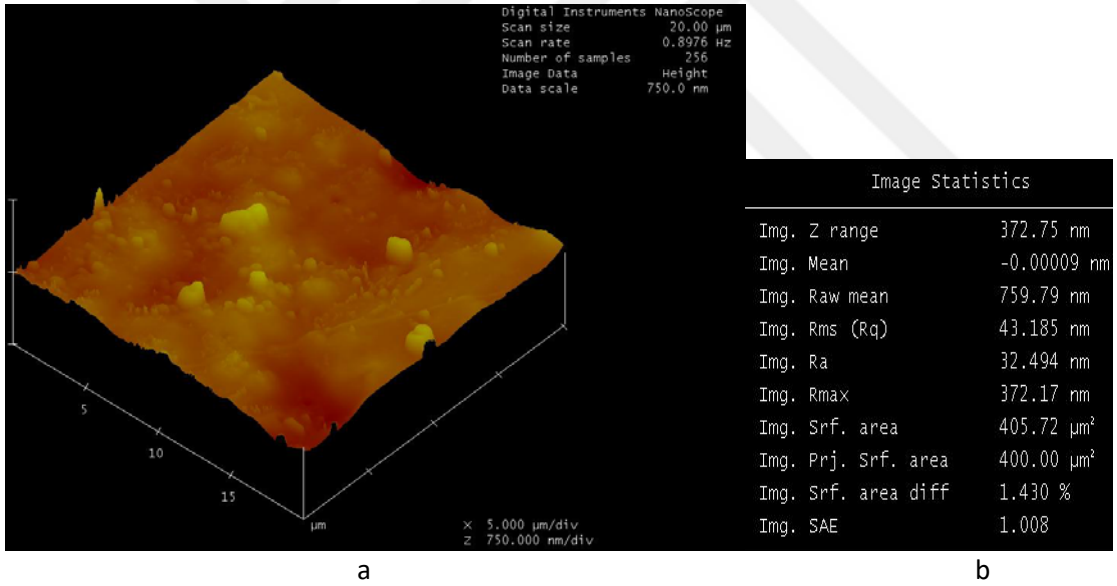
Şekil 4.14. % 10 Kitosan modifiye CİS- Başlangıç grubuna ait a) üç boyutlu AFM görüntüsü ve b) yüzey pürüzlülük değerleri (Ra= 42,474 nm)



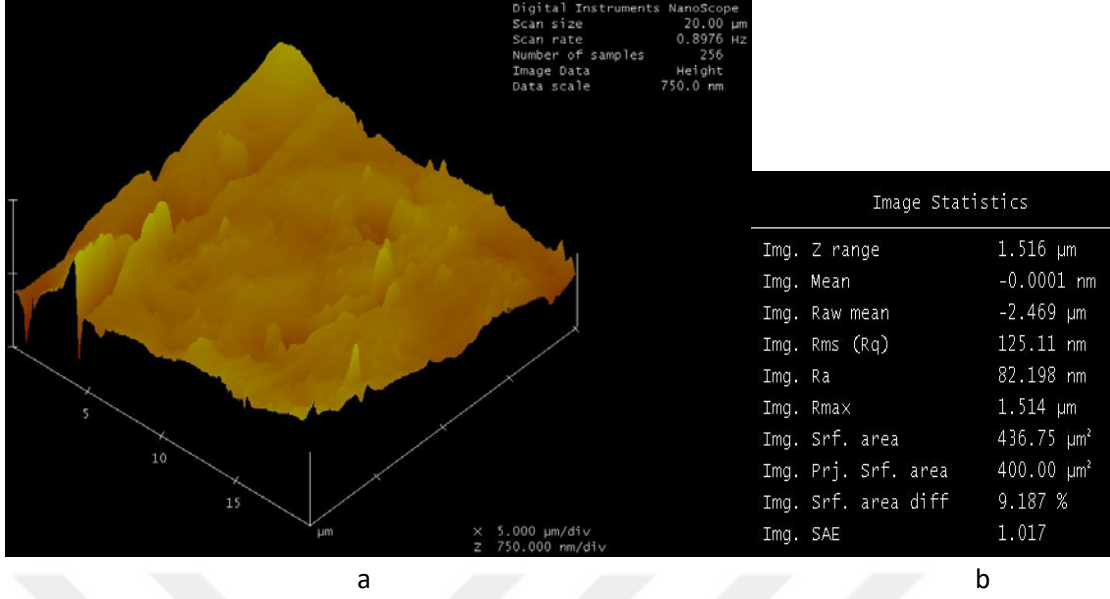
Şekil 4.15. CS grubuna ait a) üç boyutlu AFM görüntüsü ve b) yüzey pürüzlülük değerleri (Ra= 38,393 nm)



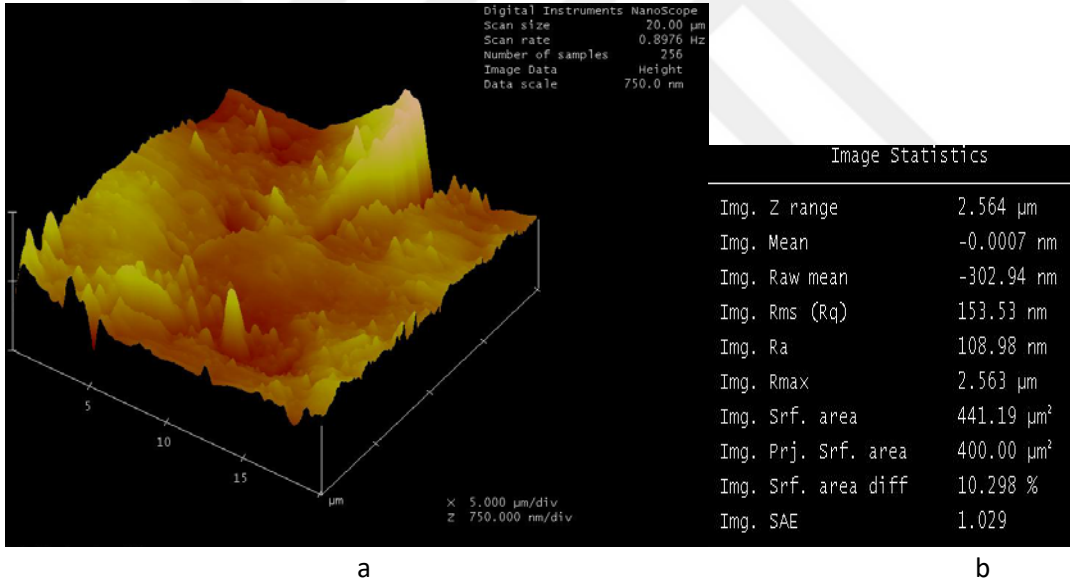
Şekil 4.16. K5S grubuna ait a) üç boyutlu AFM görüntüsü ve b) yüzey pürüzlülük değerleri (Ra= 102,21 nm)



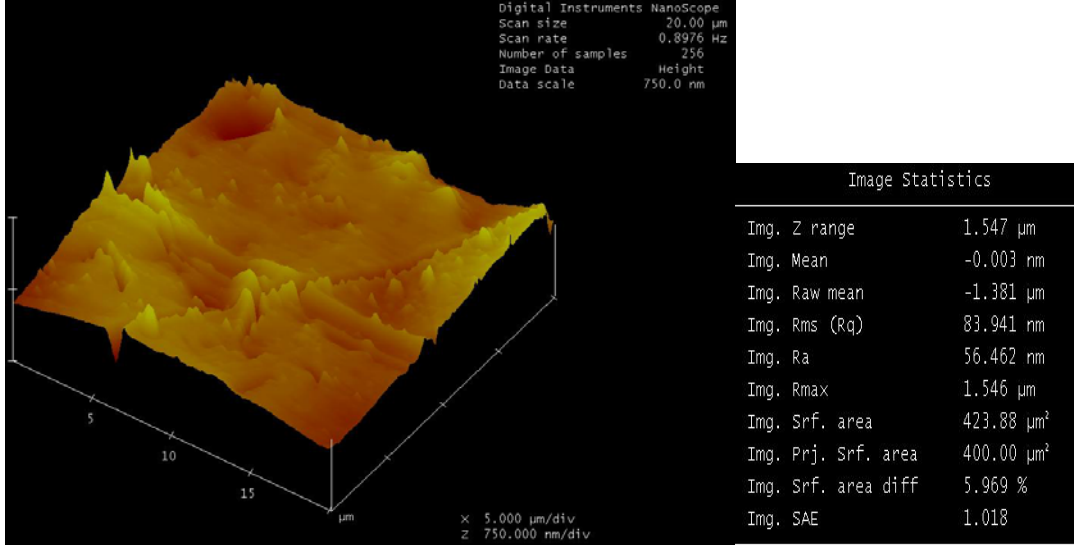
Şekil 4.17. K10S grubuna ait a) üç boyutlu AFM görüntüsü ve b) yüzey pürüzlülük değerleri (Ra= 32,494 nm)



Şekil 4.18. CG grubuna ait a) üç boyutlu AFM görüntüsü ve b) yüzey pürüzlülük değerleri (Ra= 82,198 nm)



Şekil 4.19. K5G grubuna ait a) üç boyutlu AFM görüntüsü ve b) yüzey pürüzlülük değerleri (Ra= 108,98 nm)



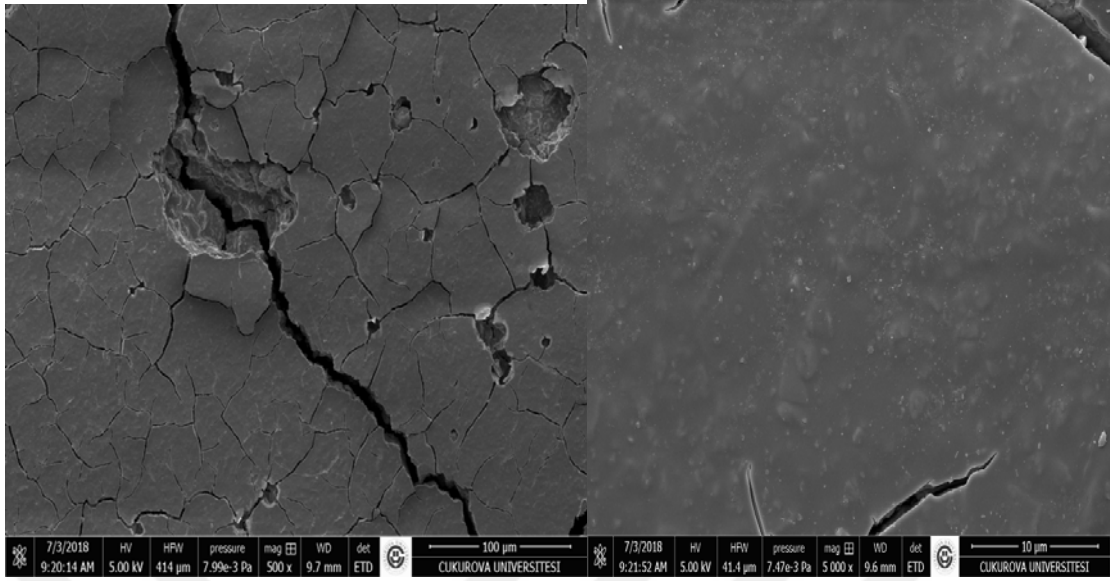
a

b

Şekil 4.20. K10G grubuna ait a) üç boyutlu AFM görüntüsü ve b) yüzey pürüzlülük değerleri (Ra= 56,462 nm)

4.5 Taramalı Elektron Mikroskop (Sem) Ve Elementel (Eds, Enerji Saçınım Spektrometresi) Analiz Sonuçları

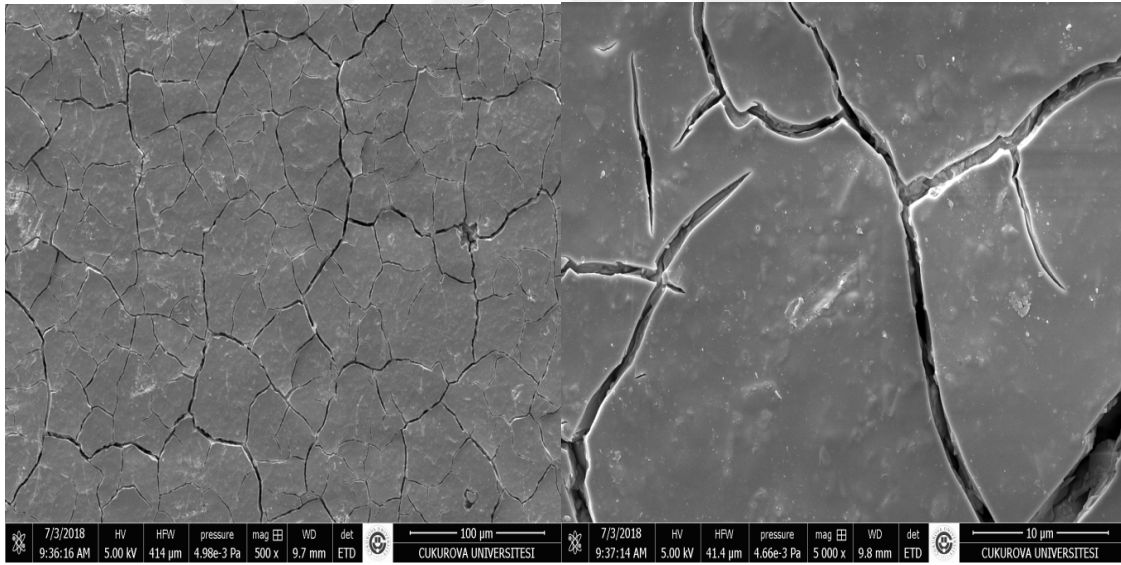
Çalışmada kontrol ve deney gruplarının başlangıç, yapay tükürükte bekletilen ve gastrik asit eroziv siklusuna maruz bırakılan örneklerin yüzey topoğrafisinin incelemeleri X500 ve X5000 büyütmeye sahip görüntüleri değerlendirildi. Örnek gruplarına ait taramalı elektron mikroskop görüntüleri Şekil 4.21-29 'da verilmiştir. Örnek gruplarına ait SEM görüntüleri incelendiğinde tüm örnek gruplarında mikroçatlak ve gözenekler olduğu saptandı. Gastrik asite eroziv siklus yapılan gruplarda yüzey düzensizliğinin daha fazla olduğu ve mikroçatlakların arttığı gözlenmektedir.



a

b

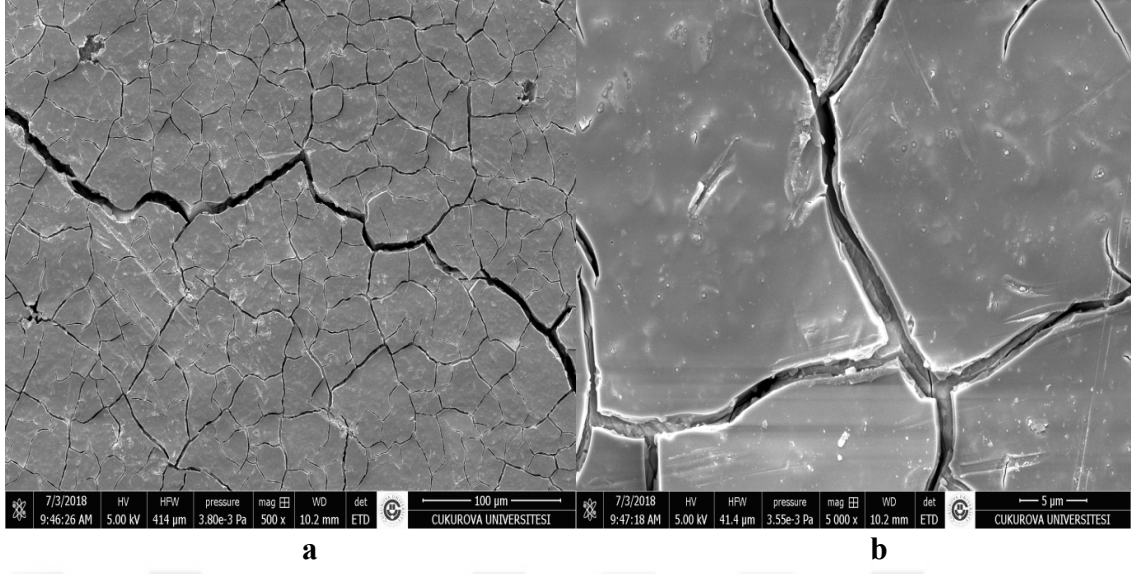
Şekil 4.21. C1S- Başlangıç grubuna ait a) X500, b) X5000 büyütmedeki SEM görüntüsü



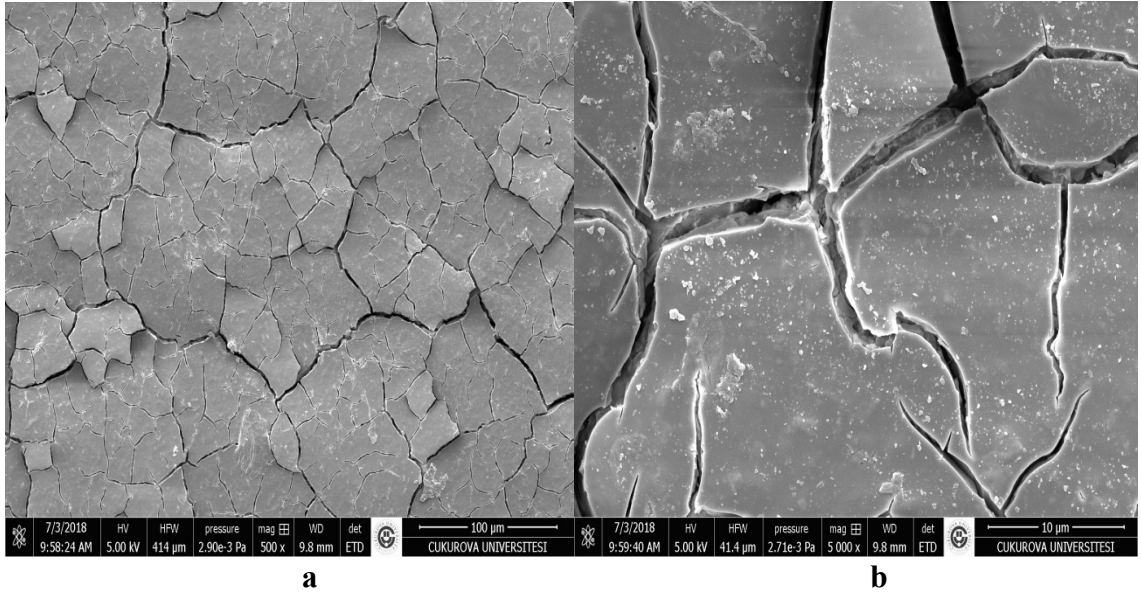
a

b

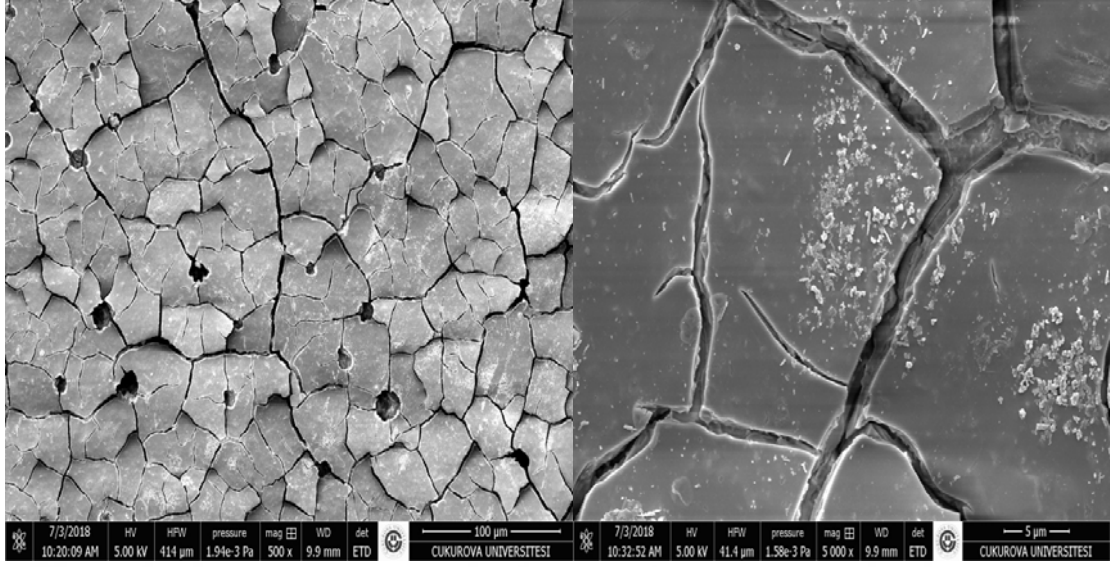
Şekil 4.22. %5 Kitosan modifiye C1S- Başlangıç grubuna ait a) X500, b) X5000 büyütmedeki SEM görüntüsü



Şekil 4.23. %10 Kitosan modifiye CİS- Başlangıç grubuna ait a) X500, b) X5000 büyütmedeki SEM görüntüsü



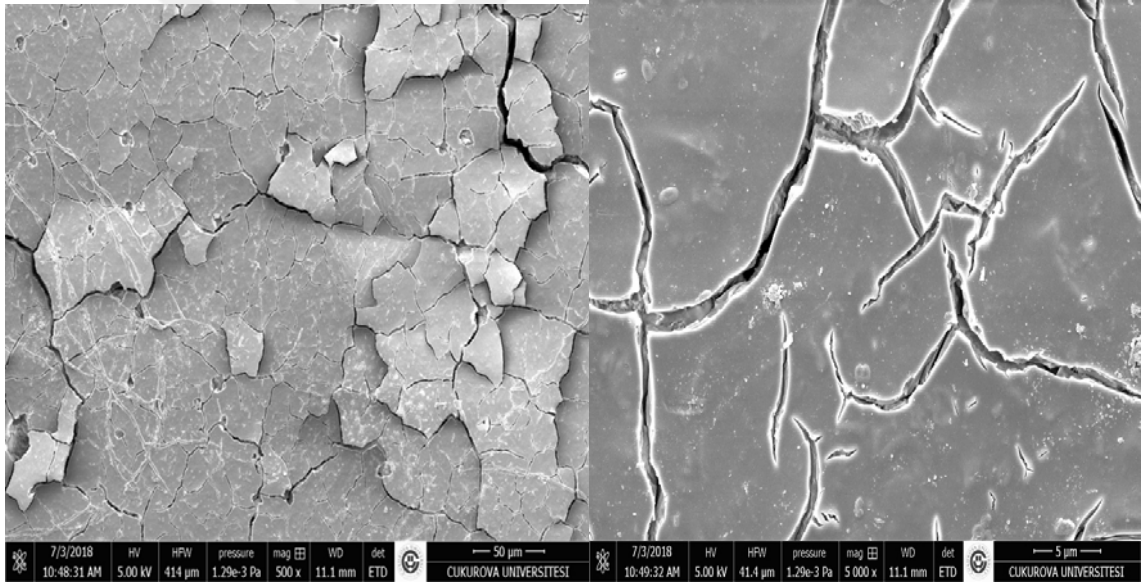
Şekil 4.24. CS grubuna ait a) X500, b) X5000 büyütmedeki SEM görüntüsü



a

b

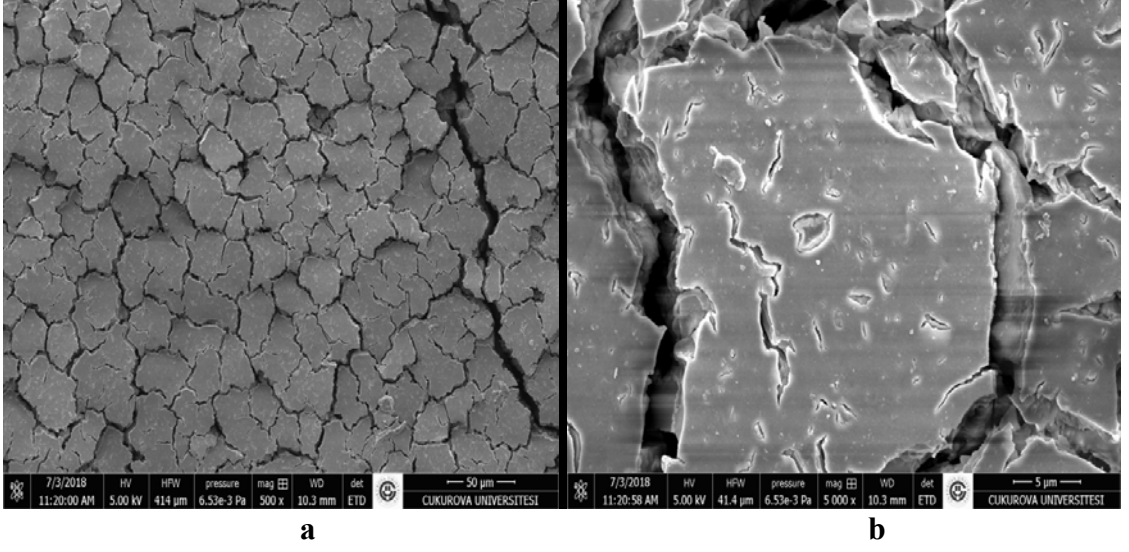
Şekil 4.25. K5S grubuna ait a) X500, b) X5000 büyütmedeki SEM görüntüsü



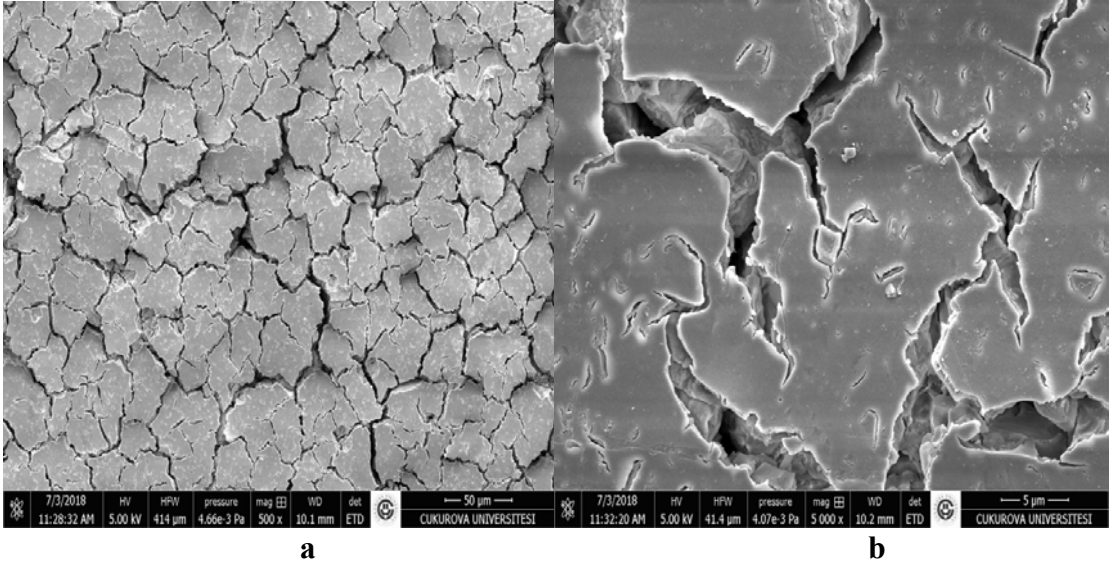
a

b

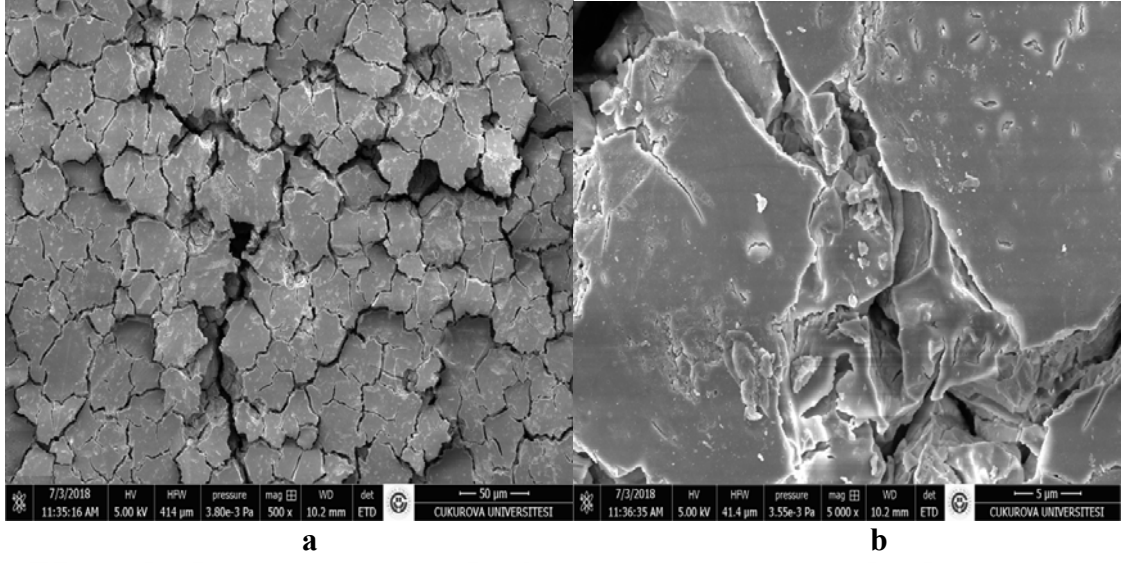
Şekil 4.26. K10S grubuna ait a) X500, b) X5000 büyütmedeki SEM görüntüsü



Şekil 4.27. CG grubuna ait a) X500, b) X5000 büyütmedeki SEM görüntüsü

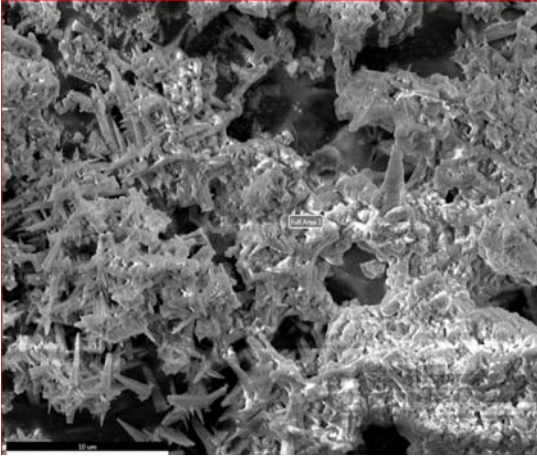


Şekil 4.28. K5G grubuna ait a) X500, b) X5000 büyütmedeki SEM görüntüsü



Şekil 4.29. K10G grubuna ait a) X500, b) X5000 büyütmedeki SEM görüntüsü

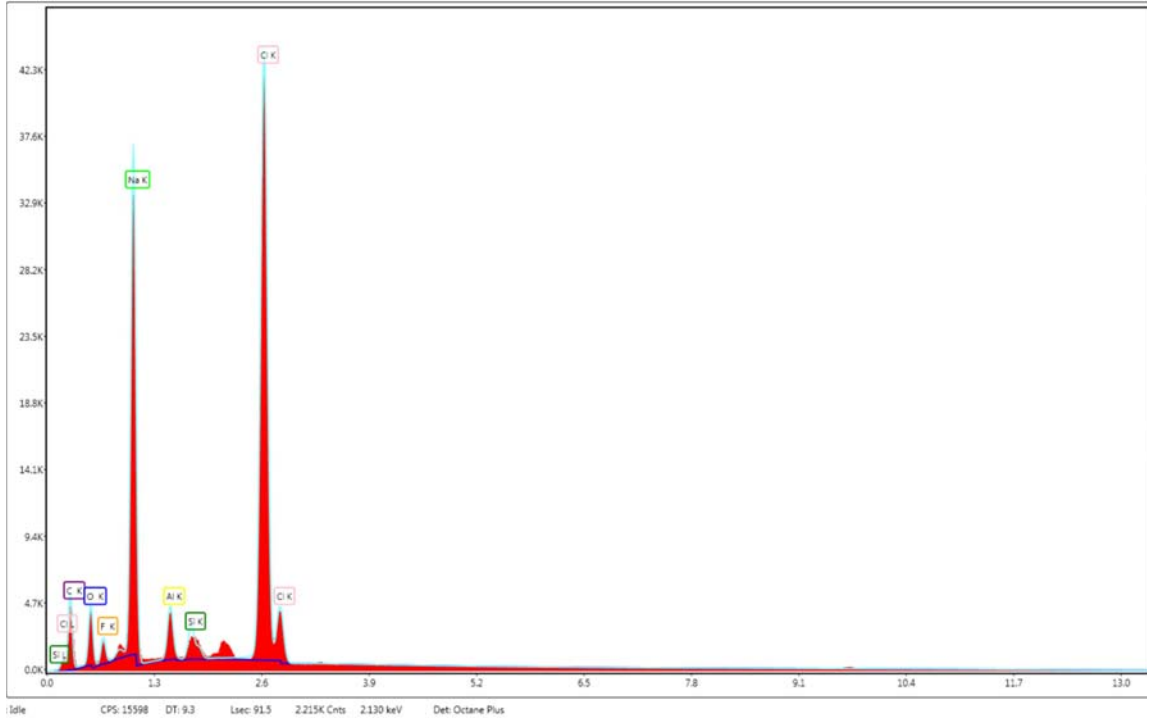
Gastrik asit eroziv siklus uygulanan (CG ,K5G, K10G) gruplara Elementel (EDS, Enerji Saçınım Spektrometresi) Analiz yapıldı. CG, K5G, ve K10G grubuna ait SEM EDS analiz sonuçları Şekil 4.30.32.34’de verildi. Bu gruplara ait EDS analiz sonuçları çizelge 4.5-7. de verildi. Ayrıca bu gruplara ait EDS analiz grafikleri Şekil 4.31,33,35’de sunulmuştur. CG, K5G ve K10G EDS analiz çizelgeleri ve grafikleri incelendiğinde CG grubunda Silisyum elementinin varlığı gözlemlenirken, K5G ve K10G gruplarında Silisyum elementinin gözlenmediği Stronsiyum elementinin farklı oranlarda olduğu görülmektedir.



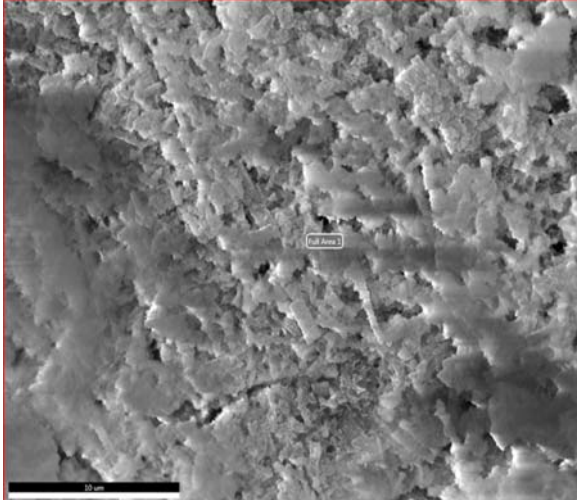
Şekil 4.30. CG grubuna ait SEM-EDS görüntüsü

Çizelge 4.5. CG grubuna ait EDS Analizi

Element	Weight %	Atomic %	Net Int.
C K	32.13	49.24	323.44
O K	10.79	12.42	309.24
F K	2.84	2.75	146.21
NaK	24.74	19.81	2891.33
AlK	1.92	1.31	316.61
SiK	1.11	0.73	212.08
ClK	26.46	13.74	4694.63



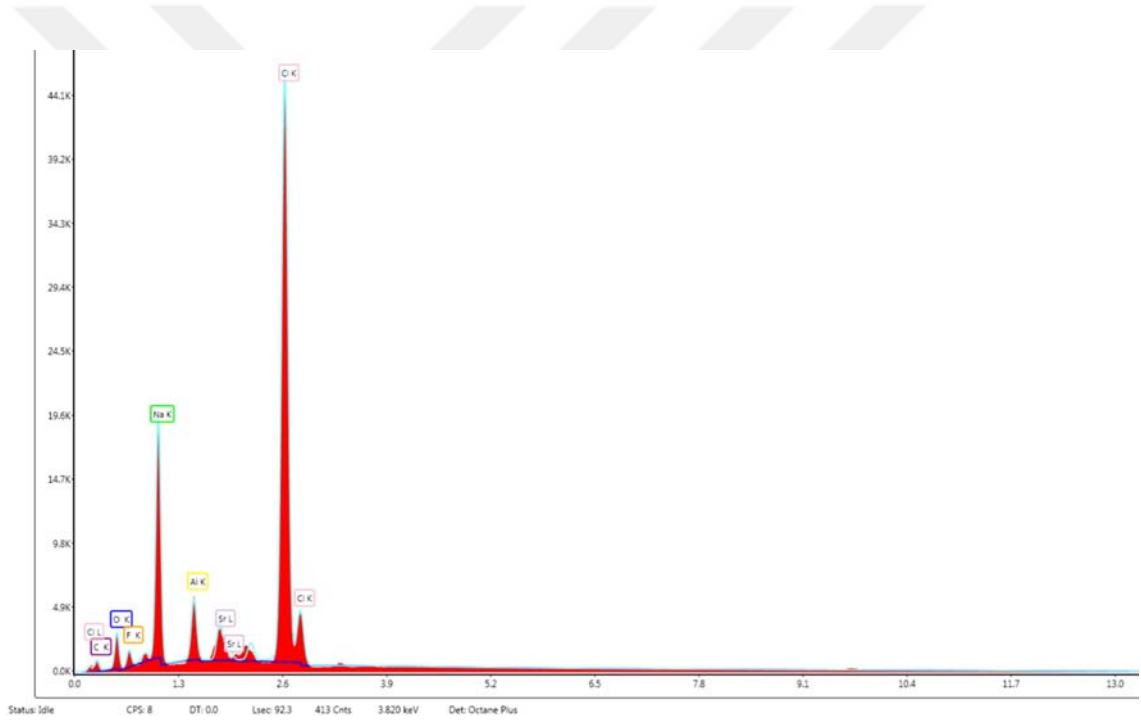
Şekil 4.31. CG grubuna ait EDS analiz grafiği



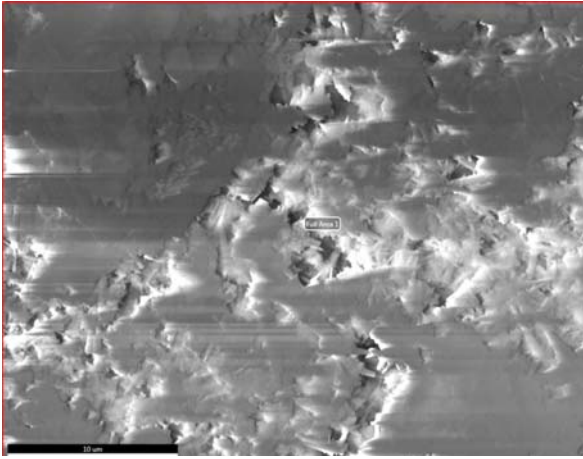
Çizelge 4.6. K5G grubunun EDS Analizi

Element	Weight %	Atomic %	Net Int.
C K	10.28	20.66	41.97
O K	11.25	16.96	194.51
F K	3	3.81	91.8
NaK	21.66	22.74	1497.49
AlK	3.97	3.55	413.66
SrL	4.08	1.12	238.71
ClK	45.77	31.15	4895.96

Şekil 4.32. K5G grubuna ait SEM-EDS görüntüsü



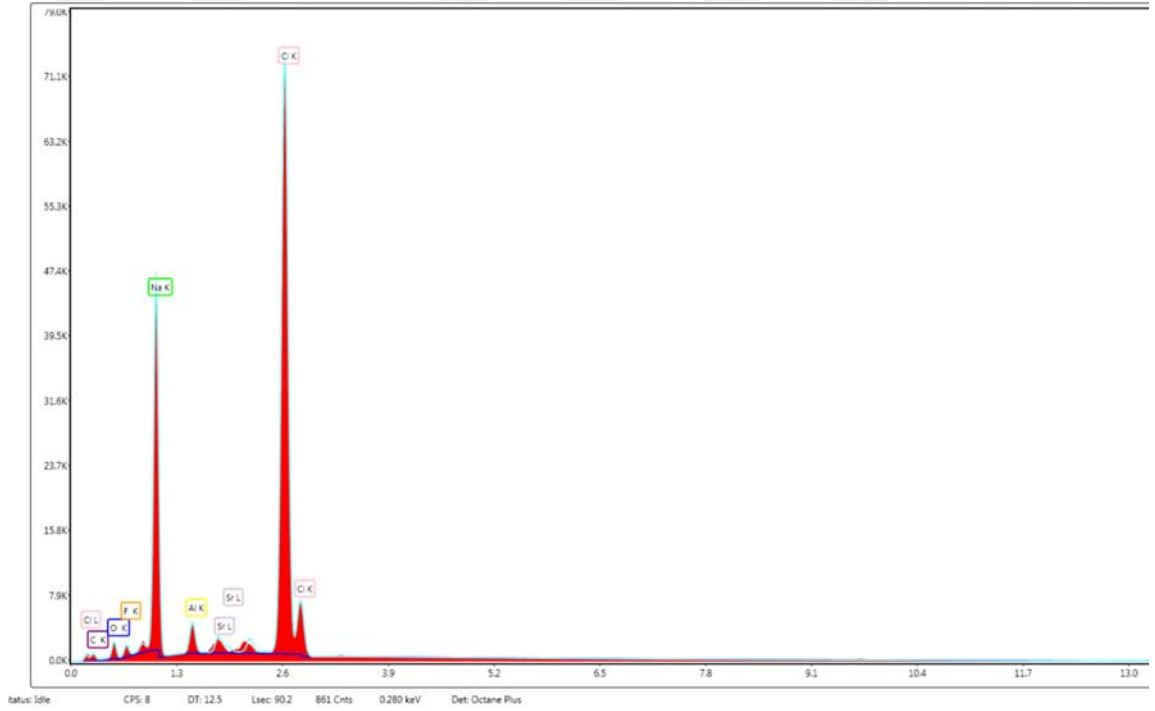
Şekil 4.33. K5G grubuna ait EDS analiz grafiği



Çizelge 4.7. K10G grubunun EDS analizi

	Weight %	Atomic %	Net Int.
C K	6.68	14.26	38.95
O K	5.51	8.83	145.91
F K	1.91	2.58	101.82
NaK	31.94	35.64	3735.09
AlK	2.26	2.15	332.13
SrL	1.99	0.58	173.03
ClK	49.71	35.96	8139.46

Şekil 4.34. K10G grubuna ait SEM-EDS görüntüsü



Şekil 4.35. K10G grubuna ait EDS analiz grafiği

5. TARTIŞMA

Çocuk diş hekimliği pratiğinde, en önemli konulardan biri restoratif materyal seçimidir. Endikasyona uygun restoratif materyal seçimiyle hasta ile kooperasyonun çoğu zaman büyük bir problem oluşturduğu çocuk diş hekimliğinde, restorasyonun başarısızlığı sonucunda yapılan daha maliyetli ve travmatik tedavilerin önüne geçileceği bilinmektedir. Cam iyonomer simanların florid salım özelliğinin olması, kullanımının kolay olması, diş yapılarına direkt bağlanması gibi birçok avantajının bulunması cam iyonomer simanları çocuk diş hekimliğinde kullanılan temel restoratif materyallerden biri haline getirmiştir (3, 65, 140). Cam iyonomer simanların kırılğan yapıları ve kuvvet altında uzun dönem performanslarının iyi olmaması (2), erken nem hassasiyeti, yeterli mikrosertlik ve aşınma dirençlerinin olmaması gibi zayıf mekanik özelliklerinden dolayı (3) bazı dezavantajlara ve sınırlandırmalara sahiptir (141).

Son yıllarda cam iyonomer simanların geliştirilmesine yönelik yapılan çalışmaların arttığı gözlenmektedir. Özellikle çocuk diş hekimliğinde amalgama ve kompozit rezinlere alternatif olabilecek fiziksel özellikleri geliştirilmiş CİS' ların süt ve daimi arka grup dişlerin restorasyonlarında kullanılması için yoğun çalışmalar yapıldığı bilinmektedir (142-144).

90'lı yılların başında geleneksel cam iyonomer siman'ın mevcut dezavantajlarının giderilmesi amacıyla, yüksek viskoziteli toza poliakrilik asit eklenerek yüksek viskoziteli cam iyonomer simanlar (YVCİS) üretilmiştir. Bu sayede materyalin aşınma ve abrazyon direnci gibi fiziksel özellikleri geliştirilmiştir (145). Yüksek viskoziteli cam iyonomer siman biyoyumluluk, diş dokularına kimyasal adezyon, flor salınımı ve tekrar flor depolama gibi özellikleri nedeniyle özellikle Sınıf I ve sınıf II kaviteye sahip süt dişlerinin restorasyonunda tercih edilebilir (146).

Fuji IX GP, geleneksel asit-baz reaksiyonu şeklinde sertleşmesine rağmen, geleneksel cam iyonomerlerden daha yüksek fiziksel ve mekanik özellikler gösterdiği bildirilmiştir. Yapısındaki cam partiküllerinin dağılımında ve miktarında yapılan modifikasyonlar, yüzey reaktivitesini değiştirerek daha hızlı sertleşme reaksiyonu sağlamaktadır. Böylece sulu ortamlarda, suya karşı duyarlılığı azalarak, sertleşme sonrası sulu ortamlarda çözünürlüğü azalmaktadır (147). Hotta ve ark' nın (1992) diğer cam iyonomerlerin Fuji IX GP 'ye kıyasla sulu ortama maruz kaldıklarında, tebeşirimsi

bir görüntü elde edilerek, fiziksel özelliklerinin azaldığını bildirmişlerdir (148). Bununla birlikte Fuji IX GP' nin fiziksel özellikleri daha da geliştirilerek su emilimine, erozyona ve dehidratasyondan kaynaklanan çatlak oluşumlarına karşı daha dayanıklı olduğu bildirilen Fuji IX GP Ekstra piyasaya sürülmüştür (148). Bu yüzden yüksek fiziksel özelliklere sahip GC Fuji IX GP Extra'yı çalışmamızda (GC Corporation, Tokyo, Japonya) kullanmayı tercih ettik.

Atravmatik restoratif tedavi yöntemi el aletleri ile çürük dentinin uzaklaştırılması ve kavite ile fissürlerin cam iyonomer siman veya diğer restoratif materyaller ile restore edilmesi esasına dayanmaktadır (149). Özellikle kooperasyon sorunu yaşanan küçük çocuklarda ağrı ve lokal anestezinin olumsuz etkilerinden kaçınmak amacı ile uygulanan bir yöntemdir. Diş sert dokularının daha çok korunmasını hedefleyen bir yöntem olan ART, özellikle yüksek çürük risk grubundaki çocuklarda kanal tedavisi ve diş çekimi gibi tedavi yaklaşımlarını azaltarak mevcut durumu stabilize etmek için kullanılmaktadır (150).

Atravmatik restoratif tedavi uygulamalarında, el aletleri ile çürük dentin dokusunun temizlenmesinin ardından geride bırakılan çürük miktarı sorun oluşturmaktadır (4, 5). Bu problemin çözümlenmesinde en temel yaklaşım, çürük dentin dokusunun antibakteriyel etkinliği bilinen ve F^- iyon salım özelliği bulunan CİS' lar ile restore edilmesidir. Bu yüzden CİS' ların antibakteriyel özelliklerinin artmasına yönelik çalışmalar yapılmaktadır (12, 151). Gerçekleştirilen klinik çalışmalarda CİS ile restore edilen dişlerin altında rezidüel bakterilerin iki yıldan daha fazla süre ile yaşamlarını sürdürebildiği bildirilmektedir (4, 141, 152) .

CİS' ların antibakteriyel özelliklerinin geliştirmesine yönelik literatürde çok sayıda çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmalarda, antibakteriyel etkinliği bilinen cetrimide, cetylpyrinidium chlorid, chlorhexidine, benzalkonium chloride (12, 153), hidroksiapatit (154), Bioaktif cam (155), Titanyum dioksit (156), metronidazol ve siprofloksasin (157), Epigallocatechin-3-gallate (EGCG) (158), kitosan (159) CİS' na ilave edilmiştir. Ancak, CİS' a eklenen antibakteriyel meteryallerin CİS' ın mekanik özelliklerini olumsuz yönde etkilememesi gerektiğini ifade etmişlerdir (160). Bu yüzden Diş hekimliği literatüründe CİS' a eklenen antibakteriyel maddelerin CİS' ın mekanik özellikleri üzerine etkisini araştıran çok sayıda makaleye raslanmaktadır. Biz de

çalışmamızda CİS likiti içerisine kitosan ilave ettik ve bu antibakteriyel maddenin CİS'in mekanik özellikleri üzerine etkisini inceledik.

Yli-Urpo ve ark (9), geleneksel ve rezin modifiye cam iyonmer simanlar içerisine biyoaktif cam ekleyerek bu modifikasyonun basma dayanımı, elastisite modülü ve yüzey sertliği üzerine etkilerini incelemişlerdir. %30 ve %10 iki ayrı oranda biyoaktif cam eklenen gruplardan elde edilen veriler incelendiğinde, biyoaktif cam eklenmesinin materyalin basma dayanımını olumsuz etkilediği fakat yüzey sertliğini artırdığı görülmüştür. Bioaktif cam (155) ve Titanyum dioksit (TiO₂) nanopartiküllerinin konvansiyonel cam iyonmer siman içerisine ilave edilmesi fiziksel özelliklerini geliştirmektedir (156).

Hu ve ark (158), CİS içerisine ağırlıkça %1 klorheksidin ilave edilen örnek grubunu pozitif kontrol grubu olarak kullandıkları çalışmada ağırlıkça % 0.1 Epigallocatechin-3-gallate (EGCG) ilave edilen deney grubu üzerinde antibakteriyel ve fiziksel özelliklerden bükme dayanım ve mikrosertliklerini araştırdıkları çalışmada CİS içerisine EGCG ilavesinin fiziksel özelliklerini artırdığı bildirilmiştir.

Debnath ve ark, Cam iyonmer siman içerisine, %1'lik asetik asit içerisinde kitosan çözüldükten sonra, %10 kitosan ilave edilerek mine yüzeyine olan bağlantı dayanımının araştırıldığı çalışmada bağlantı dayanımını artırdığı bildirilmiştir (16).

Mishra ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada geleneksel cam iyonmer siman içerisine hacimce % 10 kitosan ilave edilerek kitosan modifiye cam iyonmer siman ve ağırlıkça %2,5/2,5 chlorhexidine-cetrimide ilavesi ile modifiye edilen cam iyonmer simanların bükme ve sıkıştırma dayanımlarının değerlendirildiği çalışmada kitosan ilavesinin fiziksel özellikleri açısından daha iyi sonuçlar bulduklarını chlorhexidine-cetrimide ilavesinin fiziksel özellikler açısından kontrol grubuna göre daha düşük sonuçlar elde ettiklerini bildirmişlerdir (159).

Tüzüner ve arkadaşlarının (161) cam iyonmer simanlara cetrimide, cetylpyridinium chlorid, chlorhexidine, benzalkonium chloride gibi farklı antibakteriyel ajanlar ekleyerek etkinliklerini değerlendirdikleri çalışmalarında, % 1 ve % 2 oranlarında eklenen antibakteriyel ajanların cam iyonmerlerin yüzey sertliğini olumsuz etkilediğini vurgulamışlardır.

İbrahim ve ark. yapmış oldukları çalışmalarında cam iyonmer siman içerisine hacimce % 5, 10, 25, 50 oranlarında kitosan ilave edilerek elde edilen kitosan modifiye

cam iyonomer dentine bağlanmasının araştırıldığı çalışmada kitosan ilavesinin artması ile hacimce %25 ve 50 oranlarında kitosan ilavesinin dentine bağlantısının azaldığı ve bunun koheziv tarzda bir başarısızlık olduğu bildirilmiştir. Aynı çalışmada CİS ve % 5, 10 kitosan ilave edilen CİS gruplarında mikroçekme bağlantı dayanımlarında istatistiksel olarak farklılığın olmadığı bildirilmiştir (15).

Abraham ve ark (2014), % 1'lik asetik asit içerisinde kitosan çözüldükten sonra, cam iyonomer siman içerisine hacimce %10 kitosan ilave edilerek elde edilen kitosan modifiye cam iyonomer simanın mikrosızıntı açısından değerlendirdikleri çalışmada, kitosan ilavesinin mikrosızıntı sonuçlarının cam iyonomer simana benzer ya da daha iyi olduğunu gelecekte kitosan modifiye cam iyonomer simanların umut vaat edeceğini bildirmişlerdir (162).

Literatürde bildirilen bu bilgiler ışığında % 1'lik asetik asit içerisinde düşük molekül ağırlığa sahip kitosan çözdürüldükten sonra ART için sıklıkla kullanılan GC Fuji IX GP Extra (GC Corporation, Tokyo, Japonya) cam iyonomer siman likitinin içerisine hacimce % 5 ve 10 kitosan ilave edilerek kitosan modifiye cam iyonomer siman örneklerini elde ettik.

Erozyon, dişlerin sert dokularının herhangi bir bakteriyolojik olay içermeksizin kimyasal olaylar sonucu kaybıdır (163). Erozyonun etyolojisi ekstrinsik ve intrinsik faktörler olmak üzere ikiye ayrılarak incelenmektedir (164). Ekstrinsik faktörler; ağza alınan ve asit içeren her türlü yiyecek ve içecekler olarak bildirilmektedir (164, 165). İntinsik faktörler; anoreksia ve blumia gibi psikolojik rahatsızlıklar sonucunda meydana gelen kusmalar, gastroözofagal reflü, regürjitasyonu içerdiği bildirilmektedir (164). Mide asidinin pH değerinin 1-1.5 olması nedeniyle kusma, regürjitasyon, gastroözofagal reflü sonucu oral kaviteye ve dişlere ulaşan gastrik asit veya asidik gastrik içerikler sonucu erozyon meydana gelmektedir (102, 164).

Bartlett ve ark. (166) yaptıkları bir çalışmada, gastroözofageal reflü teşhisi konulan hastalarda gastrik sıvının eroziv etkinliğinin standart asitli kola içeceklerinden daha fazla erozyon potansiyeline sahip olduğunu raporlarında bildirmişlerdir.

Dugmore ve Rock, 62 okulda 12 yaşındaki 1753 çocukta diş erozyon prevalansını araştırdıkları bir epidemiyolojik çalışmada, çocukların %60 'ında diş erozyonuna rastlandığını, dişlerde çürük görülen çocuklarda çürüğü olmayan çocuklara göre daha fazla diş erozyonunun görüldüğünü bildirmişlerdir (167).

Meurman ve ark (168) yaptıkları bir çalışmada, gastroözofageal reflü hastalarının % 26'lık kısmında dental erozyonun olduğu gösterilmiş, dental erozyon gözlenmeyen hastaların reflü semptomlarının dental erozyon gözlenen gruba göre daha az olduğu ve bu hastalarda kısa süreli reflü hikayesi gözlendiği belirtilmiştir. Schroeder ve ark.(169) diş aşınması olan 12 hastayla yaptıkları çalışmada; hastaları 24 saat boyunca pH ölçümü ile incelemişler ve 12 hastanın 10'unda reflü tespit etmişler, Moazzez ve ark. (170) yaptıkları çalışmada gastroözofageal reflü hastalarında diş aşınmasının reflü semptomu taşımayan diğer bireylere oranla daha fazla olduğunu belirtmişlerdir.

Eisenburger ve ark. in vitro çalışmalarında, cam iyonomer simanın % 0.3 sitrik asit içinde pH 3.0, 4.0, 5.0, 6.0 ve 7.0'a ayarlanmış ve 35 °C'lik bir sıcaklıkta beklettikleri çalışmada pürüzlülük değerlerini 30 dakika ve 1 saat'lik erozyon süresine maruz bıraktıktan sonra yaptıkları çalışmada pH değeri azaldıkça ve sitrik asite maruz bırakma süresi arttıkça cam iyonomer simanın erozyon derinliğinin arttığını bildirmişlerdir. Fakat, cam iyonomer simanın erozyon duyarlılığının dental dokular ile karşılaştırıldığında mine ve dentinin erozyonundan biraz daha düşük olduğunu tespit etmişlerdir. Aynı araştırmada cam iyonomer simanın eroziv duyarlılığının dental dokulara benzer ya da biraz az olması yapılan restorasyonun benzer hızda erozyona uğramalarına neden olacaktır. Aksi halde daha hızlı erozyon duyarlılığının, diş ile restorasyon arasında boşluk olmasına neden olacağını raporlarında belirtmişlerdir (171).

İki farklı resin-modifiye cam iyonomer siman bir kompozit rezin ve bir yüzey örtücü restoratif materyallerinin hidroklorik asit, kola ve distile su solüsyonları içerisinde 5 hafta bekletildikten sonra mikrosertlik değerlerinin karşılaştırıldığı çalışmada tüm restoratif materyallerin distile su, kola ve hidroklorik asit solüsyonlarının hepsinde başlangıç değerine göre mikrosertlik değerlerinin azaldığı bildirilmiştir (172).

Honorio ve arkadaşları 2008 yılında farklı restoratif materyallere kola içeceği ile eroziv siklus yaptıkları, ve bu işlemi 35 gün boyunca örnek gruplarının yarısını günde 3 defa 5 dakika boyunca kola içeceğinin içerisine batırdıklarını ve siklus aralarında yapay tükürük içerisinde beklettiklerini, örneklerin diğer yarısını ise sadece yapay tükürük içerisinde beklettiklerini, uygulanan siklus sonrasında Knoop mikrosertlik ve eroziv aşınma değerlendirmelerini yüzde olarak ifade ettikleri çalışmalarında, cam iyonomer siman grubunda yüzey mikrosertlik değerlerinde %37 değişim olduğunu yapay

tükürükte bekletilen örneklerin yüzey mikrosertlik değerlerinde % -6 değişim olduğu raporlarında bildirilmiştir (173)

Yu ve ark.'nın yaptıkları restoratif materyallerin eroziv duyarlılığının araştırıldığı bir diğer çalışmada pH 2.3 olan sitrik asit içerisine batırılan cam iyonomer ve kompozit örnek grupları 10 gün boyunca günde 6 kez olmak üzere 1 dakika sitrik asit eroziv siklusuna maruz bırakılmış ve her bir siklus arasında en az 30 dakika yapay tükürükte bekletilmiştir. Bir sonraki siklusa kadar yine yapay tükürükte bekletilen örneklerin madde kaybının değerlendirildiği çalışmada erozyona en dirençli olan materyalin çalışmada kullandıkları kompozit rezin olurken mine ve cam iyonomer simanın eroziv siklus sonunda madde kaybı açısından birbirine yakın sonuçlar verdikleri bildirilmektedir (174).

Cengiz ve ark. dört farklı indirekt kompozit materyalini gastrik asit içerisinde 24 saat beklettikten sonra mikrosertlik ve yüzey pürüzlülüğünü değerlendirdikleri bir çalışmada; dört kompozit örnek grubunda mikrosertlik değerlerinin düştüğü ve pürüzlülüğün ise arttığı belirtilmiştir. Bu değerlerdeki değişikliklerin istatistiksel olarak da anlamlı olduğu bildirilmiştir (175).

Backer ve ark. iki farklı CAD/CAM kompozitin gastrik asit solüsyonu içerisinde 6 ve 24 saat maruz bıraktıkları kompozit örneklerinin mikrosertlik ve yüzey pürüzlülük testlerini yaptıkları çalışmada yüzey pürüzlülüğün değiştiği fakat mikrosertlik değerlerinde önemli değişikliğin olmadığı ve her iki kompozitin asidik ortamlarda kullanım için uygun olduğu bildirilmiştir (176).

İn Vitro çalışmamızda Gastroözefagal reflüsü bulunan hastalarda mide içeriğinde bulunan gastrik asitin ağız ortamına ulaşması sonucu ağızda bulunan diş ve restorasyonlarda erozyona neden olduğunu simüle etmek için çalışmamızda oluşturulan siman örneklerini Schulte ve ark (177) tarafından da belirtildiği şekilde domuz gastrik mukozasından pepsin, hidroklorik asit içerisine ilave edilerek pH'sı 1.6 olacak şekilde hazırlanan gastrik asit solüsyonu içinde beklettik. Bekletme işlemini Yu ark.'nın (174) tanımladığı eroziv siklusa göre gerçekleştirdik.

Buna göre örneklerimiz 10 gün boyunca günde 6 kez ve her bir siklusda 1 dakika gastrik asit solüsyonuna maruz bırakıldı ve sonrasında 5 saniye distile su ile yıkandı. Ardından örnekler yapay tükürük içerisinde 30 dakika bekletildi. Örnekler bir

sonraki gün için yapılacak siklusa kadar hergün yenilenen 5 ml yapay tükürük içerisinde bekletildi.

Litaratürde yapay tükürük yerine distile suyun kullanıldığı çalışmalar olmasına rağmen distile suyun aşınmayı artırdığı bildirildiği için biz de çalışmamızda yapay tükürük kullanmayı tercih ettik (178).

Genel olarak deneysel çalışmalarda insan tükürüğünün kullanılması durumunda tükürük örneklerinin bireyden bireye değişkenlik gösterebilmesi ve deneylerde standardizasyonun sağlanamaması (179), ayrıca çok miktarda ara madde gerekeceği için yeterli miktara ulaşmaya kadar bekletilen insan tükürüğünün özelliklerinin değişebilmesi (180) nedenlerinden dolayı çalışmamızda gastrik asit eroziv siklus uygulaması sonrasında yapay tükürük tercih edilmiştir. Biz de çalışmamızda Klimek ve ark (181) belirlemiş olduğu yapay tükürük formülünü kullandık. Yapay tükürüğün eroziv etki yaratmaması açısından pH'sını benzer çalışmalarda olduğu gibi 7 olarak belirledik (178, 179).

Materyallerin su emilimini ve çözünürlük miktarını ölçmek için kullanılan en basit ve en etkili yöntem materyalin su içine bırakıldığında gösterdiği ağırlık değişimlerini ölçmektir. Yapısında doğal olarak bir miktar su bulduran cam iyonmer simanların su emilimi ve çözünürlük değerlerinin sadece suda bekletildikleri süre boyunca meydana gelen ağırlık değişikliklerine bağlı olarak belirlenemeyeceği bilinmektedir. Materyalin atmosferden aldığı suyun uzaklaştırılması gerekmektedir (182). Cam iyonmer simanların su emilimi ve çözünürlük değerlerinin ölçülmesi için örneklerin suda ve etüvde bekletilme süreleri yapılan çalışmalarda değişiklik gösterebilmektedir (183).

Sevilmiş ve Bulucu (184), restoratif materyallerin su emilimi ile ilgili yaptıkları bir çalışmada, farklı tiplerdeki kompozit rezinler, kompomer, rezin modifiye cam iyonmer siman ve geleneksel cam iyonmer siman su emilimi özellikleri açısından değerlendirmiştir. Sonuç olarak rezin modifiye ve geleneksel cam iyonmer simanların diğer materyallere oranla daha fazla su emilimi gösterdiği bildirilmiştir. Araştırmacılar ayrıca su emiliminin materyallerin klinik özellikleri üzerinde büyük öneme sahip olduğunu ve materyallerin klinik uygunluğunun değerlendirilebilmesi açısından su emilimi testlerinin önemli olduğunu belirtmişlerdir (182-184).

Yap ve Lee (185), yapmış oldukları çalışmada rezin modifiye ve geleneksel cam iyonomer simanlar ile kompozit rezinlerin su emilimi ve çözünürlüklerini *in vitro* şartlarda değerlendirmiş ve rezin modifiye ve geleneksel cam iyonomer simanların kompozit rezinlere göre daha fazla su emilimi ve çözünürlük gösterdiğini belirtmişlerdir (186). Cam iyonomer simanların yapısındaki su, sıkı bağlı, zayıf bağlı ve yüzeysel olmak üzere üç farklı şekilde bulunmaktadır. Günümüzde kullanılan cam iyonomer simanların ağırlığının %5'ini sıkı bağlı su, %5-10'unu zayıf bağlı su oluştururken zayıf bağlı suyun da yaklaşık %3,5'ünü yüzeysel su grubu oluşturmaktadır (187). Zaman içerisinde cam iyonomer simanların yapısındaki sıkı bağlı suyun oranı, zayıf bağlı suyun oranından daha fazla olduğu ve bu durumun da materyalin dayanıklılığının artmasını sağlarken, estetik özelliklerin korunmasına ve materyalin aşırı su kaybının önlenmesine de yardımcı olduğu bilinmektedir (188).

Biz çalışmamızda yapay tükürük ve gastrik asit eroziv siklus işlemini yapmadan önce tüm gruplara ait örnekler distile su içerisinde 24 saat 37°C sıcaklıkta inkübatörde bekletilen örneklerin ilk ağırlık ölçümleri hassas terazi yardımı ile belirledik. Ve ardından 10 gün boyunca siklus işlemlerine maruz bıraktıktan sonra hassas terazi ile her bir örneğin ağırlık değişimleri tespit edildi. Bu ölçüm değerleri incelendiğinde yapay tükürükte bekletilen örnek gruplarının tümünde ağırlıkların arttığı tespit edildi. Örnek gruplarından sadece gastrik asit eroziv siklus yapılan % 10 kitosan modifiye cam iyonomer siman grubuna ait örneklerin ağırlık ölçümlerinde düşüş tespit ettik. Bu çalışmamızda her bir örneğin nemli ortamda kalması ile örneklerin su emiliminin olmasının yanında gastrik asit eroziv siklus işleminin yapılması optik profilometre sonuçları ve SEM-EDS analiz sonuçlarında da görüleceği üzere siman örneklerinin yüzeylerinden madde kayıplarının görülmesine rağmen örnek gruplarının ağırlık ortalamalarının artması; su emiliminin gerçekleştiği ya da siman örneklerinin yüzeylerdeki por ve çatlaklarda, kurutma işleminin olmasına rağmen, nem olabileceği kanısındayız.

Sertlik, herhangi bir maddenin sert bir cisim karşısında sürekli deformasyona karşı gösterdiği direnç olarak tanımlanmaktadır. Diş hekimliğinde kullanılan restoratif materyaller ağız içinde pek çok farklı etkiye maruz kalmaktadır ve bu etkilere karşı koyabilmeleri için yüksek yüzey sertlik değerlerine sahip olmaları gerekmektedir.

Sertlik, maddenin mekanik dayanıklılığını, kırılma ve aşınma direncini arttırmakta ve kuvvetler karşısında orijinal şeklini korumasını sağlamaktadır (189).

Restoratif materyallerin sertliğinin belirlenmesinde, çeşitli metotların kullanıldığı gözlenmektedir (118, 139). Knoop ve Vicker's sertlik değerlerinin karşılaştırıldığı bir çalışmada, her iki ölçüm metodunun birbiriyle pozitif korelasyon sergilediği gösterilse de, Vicker's sertlik testinin kırılma yapısındaki malzemelerin sertlik değerlerinin belirlenmesi için daha uygun bir yöntem olduğu kabul edilmiştir (190). Bu yüzden, diş hekimliğinde kullanılan restoratif materyallerin sertlik değerlerinin belirlenmesinde genellikle Vicker's sertlik testi kullanılmaktadır (191-194).

Vicker's sertlik testinde piramit şeklinde elmas bir uç kullanılarak materyal yüzeyine yükleme yapılmaktadır. Yükleme yapılan ağırlıklar materyalin cinsine göre farklılık gösterebilmektedir. Cam iyonomer simanlar rezin içerikli restoratif materyaller ile kıyaslandığında daha düşük sertlik değerleri göstermektedirler. Bu yüzden cam iyonomer simanlar üzerinde yapılan Vicker's sertlik testlerinde yükleme ağırlığı olarak sıklıkla 100-300 gr yeterli görülmektedir (194-196). Bu yüzden biz de çalışmamızda mikrosertlik ölçümlerinde Vickers sertlik ucunu tercih ettik. Örneklerimizin mikrosertlik ölçümlerinde de 300 gr 15 saniye kuvvet uyguladık.

Cam iyonomer simanlar ve çeşitli ilaveler ile oluşturulan modifiye cam iyonomer simanların mikrosertlik ölçümleri için yapılan araştırmalarda örnek boyutları arasında farklılıklar vardır. Sodyum florid solüsyonunun cam iyonomer simanın mikrosertliği üzerine etkisinin araştırıldığı çalışmada örnek boyutları 10 mm çapında 2 mm kalınlığında hazırlandığı belirtilmiştir (197). N-Vinylpyrrolidone modifiye cam iyonomer simanın mikro sertliği üzerine yapılan araştırmada 6 mm çapında 2 mm kalınlığında hazırlandığı belirtilmiştir (198). Yine başka bir cam iyonomer simanın mikrosertliği üzerine yapılan bir araştırmada 5 mm çapında 2 mm kalınlığında olduğu belirtilmiştir (199). Başka bir çalışmada ise 8 mm çapında 5 mm kalınlığında örnekler hazırladıklarını belirtmişlerdir (139). Çalışmamızda tüm örnek gruplarının hazırlanması sırasında örnek yüzeylerinde hem mikrosertlik testlerinin hem de yüzey pürüzlülük testlerinin gerçekleştirilebilmesi için örnek boyutlarının 5 mm çapında 3 mm kalınlığında olmasına karar verdik.

Restoratif materyallerin mikrosertlik ve yüzey pürüzlülüklerinin belirlenmesine yönelik yapılan in vitro çalışmalarda örneklerin yüzey bitimlerinin nasıl olması

gerektiđi bir diđer tartıřma konusudur (200, 201). Birçok arařtırmacı en dűzgűn yűzeylerin parlatma iřlemleri olmaksızın Mylar strip bant kullanılarak sađlanacađını belirtmektedir (201-203). Biz yaptığımız pilot çalıřmada örneklerin hazırlanışında Mylar strip bant ve siman camı kullandık. Ve ardından örnek yűzeyleri mikroskop (Buehler MMT-3 digital microhardness tester Lake Bluff, IL,USA) cihazında X40 bűyűtme ile incelendiđinde cam kullanılarak hazırlanan örneklerin yűzeylerinin, Mylar strip bant kullanılarak hazırlanan örnek yűzeylerinden daha dűzgűn yűzeyler olduđunu tespit ettik. Bu nedenle biz çalıřmamızda örneklerin elde ediliři sırasında siman camı űzerine yerleřtirilen pleksiglass kalıbın içerisine siman tepildikten sonra kalıbın űst yűzeyine siman camı yerleřtirilerek dűzgűn yűzeylere sahip örnekler elde ettik.

Silva ve ark. geleneksel ve yűksek vizkoziteli cam iyonomer simanlar distile su içerisinde bekletilerek 1. gűn ve 7. gűn mikrosertlik lűmleri yapılmıř bir çalıřmada tűm çalıřma örneklerinin mikrosertlik deđerlerinde artıř olduđu fakat Fuji IX cam iyonomer siman için bu artıřın istatistiksel olarak anlamlı olmadıđını bildirmişlerdir (139).

Moor ve ark. farklı cam iyonomer simanın nemli ortamda 1, 7, 28 ve 140. gűnlerde mikrosertlik lűmlerinin deđerlendirildiđi çalıřmada zamana bađlı tűm cam iyonomer simanların mikrosertlik deđerlerinde artıř olduđu ve su içerisinde bulunmasına bađlı olarak simanın yűzeyinde erozyonun olmadıđı bildirilmiştir (204).

Yap ve ark farklı 2 cam iyonomer simanın 1. Gűn, 1. Hafta ve 1. Ay sonunda mekanik özelliklerinin araştırıldığı bir çalışmada zamanla mekanik özelliklerin iyileştiği bildirilmektedir (205). Yapılan pek çok araştırmada cam iyonomer simanların asit-baz reaksiyonunun 24 - 48 saat içinde tamamlandığı ve yeterli fiziksel özellikler kazanabilmesi için bir hafta beklenmesi gerektiği bildirilmiştir (47, 206). Biz de çalışmamızda örneklerin mikrosertlik testleri uygulamadan önce yeterli fiziksel özelliklere ulaşması için 7 gűn boyunca beklettik. Ve ardından 37°C sıcaklıktaki inkűbatrde 24 saat distile su içerisinde örnekleri beklettik.

Literatűrde kitosan modifiye cam iyonomer simanların antibakteriyel özelliklerinin araştırıldığı (97, 159) sıkıştırma dayanımının araştırıldığı (14), mikrosızıntı değerlerinin karşılaştırılmal olarak araştırıldığı (162), dentine bağlantı dayanımının araştırıldığı (15, 97), çalışmalara rastlanmıştır. Fakat, kitosan modifiye cam iyonomer simanların mikrosertlik değerlerinin araştırıldığı ve gastrik asit ya da

diğer intrinsik ve ekstrinsik asitlerin bu modifiye cam iyonomer siman üzerindeki etkisinin araştırıldığı çalışmaya rastlanmamıştır. Bu nedenle çalışma sonuçlarımız farklı modifiye cam iyonomer siman çalışmaları ile karşılaştırılmıştır

Tüzüner ve Ulusu, Fuji IX cam iyonomer siman tozu içerisine antibakteriyel ajan olan Cetrimide, cetylpyridinium chloride ve chlorhexidine ilave ettikleri çalışmada elde edilen simanların bu antibakteriyel ajanların mikrosertlik üzerine etkilerini değerlendirmişler ve kapsül formunda olmayan GC Fuji IX GP'yi kontrol grubu olarak kullanmışlardır. Araştırmacılar 15sn. süre ile 300g. kuvvet uygulayan Vickers mikrosertlik test cihazı ile ölçümlerini 1, 7, 15, 30, 60, ve 90. günlerde yapmışlar ve GC Fuji IX GP'nin en büyük değişimi 1. gün ile 7. gün arasında gösterdiğini belirtmişlerdir. Belirtilen antibakteriyel ajanların ilavesinin mikrosertlik değerlerini düşürdüğü raporlarında bildirilmektedir. Bizim çalışmamızda Fuji IX GP Extra CİS likiti içerisine % 5 ve 10 oranlarında antibakteriyel ajan olan kitosan ilavesinin mikrosertlik değerini artırdığını ancak bunun istatistiksel olarak anlamlı olmadığını tespit ettik.

Elsaka ve ark (2011), Titanyum dioksit nanopartiküllerinin CİS içerisine ağırlıkça % 3, 5 ve 7 oranlarında ilave edilerek yüzey mikrosertlik değerlerini karşılaştırdığı çalışmada %3 oranında titanyumdioksit ilavesi ile en yüksek mikrosertlik değerini tespit ettiklerini % 5 ve 7 oranındaki ilavelerin mikrosertliği düşürdüğünü bildirmişlerdir (156). Moshaverinia ark. Fuji IX cam iyonomer siman içerisine N-Vinilprolaktam ilave ettikleri 24 saat ve 7 gün sonunda ölçtükleri mikrosertlik değerlerin karşılaştırıldığı çalışmada Fuji IX grubuna ait mikrosertlik değerlerinin arttığı bildirilmiştir (144). Bizim çalışmamızda kitosan ilavesi cam iyonomer simanın mikrosertliğini artırdığını ancak bunun istatistiksel olarak anlamlı olmadığını tespit ettik.

Çalışmamızda % 5 ve 10 kitosan ilave edilen örnek gruplarında yapay tükürük içerisinde bekletilen örnek gruplarımızın başlangıç değerlere göre daha yüksek mikrosertlik değerine sahip olduğu fakat gastrik asit eroziv siklus yapılan örnek gruplarımızda mikrosertlik değerlerinde düşüş olmuştur. CİS, % 5 ve 10 kitosan modifiye CİS örnek gruplarının başlangıç yapay tükürük, başlangıç gastrik asit ve yapay tükürük -gastrik örnek gruplarının mikrosertlik değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılığın olduğunu tespit ettik. Çalışmamızda % 5 ve 10 kitosan ilave edilen CİS örnek gruplarının, kontrol CİS örnek grubuna göre gastrik asit eroziv siklus işlemi

sonrasında daha yüksek mikrosertlik değerine sahip olduğunu tespit ettik. CİS içerisine kitosan ilavesinin, gastrik asit eroziv siklus işlemine yüzey mikrosertliği açısından daha dayanıklı olduğu görüldü.

Yüzey pürüzlülüğü dental restoratif materyallerin başarısını olumsuz yönde etkiler. Dental materyallerde yüzey pürüzlülüğü pek çok faktörden etkilenmekte ve restorasyonların ömrünü belirlemektedir. Bu faktörler polisajlarının iyi yapılmamış olması, diş macunlarının ve fırçaların abraziv etkileri, çiğneme hareketleri sırasında dişlere gelen okluzal yükler, ağız ortamına devamlı soğuk ve/veya sıcak olarak alınan yiyecek ve içecekler ve onlara bağlı oluşan asidik erozyon şeklinde sıralanabilir. Cam iyonomer simanlarda pürüzlülük, materyalin hazırlanması sırasında meydana gelen hava kabarcıkları, materyalin içeriğindeki matriks oranı, inorganik doldurucuların boyutu ve oranı gibi faktörlerden de etkilenmektedir. Pürüzlü yüzeyler daha düzgün yüzeylere göre daha fazla plak birikimine neden olmakla birlikte, materyallerin daha kolay aşınmasını sağlamakta, restorasyonun parlaklığını azaltmakta ve materyalin renk değişikliğini arttırmaktadır (173). Restoratif materyallerin yüzey pürüzlülüğündeki artışı mikrobiyal kolonizasyon için hazırlayıcı bir etken ve ağız içinde meydana gelebilecek hastalıklar için bir risk oluşturabilmektedir.

İn-vitro koşullarda elde edilen yüzey pürüzlülük değerlerinin İn vivo koşullara göre en büyük dezavantajı ağız ortamında tükürük, pH değişimi, yiyecek, sıvılar ve ağız çevresindeki çiğneme kaslarının fonksiyonları gibi koşullardan etkilenmemiş olmasıdır. Bu nedenle İn vitro koşullarda tam anlamıyla ağız içinde yapılmış bir restorasyonun pürüzlülük değerlerini yansıtmayabilir (176).

Kohles ve ark. yaptıkları çalışmada, kullanılan cihazların ölçüm yönteminin ve yüzey işlemlerinin pürüzlülük verilerini anlamlı derecede etkilediğini bildirmiştir (207). Yüzey topografisi ölçümlerinde elektron mikroskopları gibi kalitatif, mekanik profilometre cihazları, optik profilometre cihazları, atomik kuvvet mikroskopları gibi kantitatif veriler sağlayabilen cihazlar mevcuttur (127).

Wennerberg ve Alberktsson çalışmalarında, mekanik profilometre cihazlarının, işlem sırasında, cihazın metal uçlarının ve ölçümde temas edilen yüzeyin zarar görebileceğini, bu nedenle de ölçüm hassasiyetini etkileyebileceğini bildirmiştir (208). Bu nedenle çalışmamızda mekanik profilometre cihaz kullanımını tercih etmedik.

Çalışmamızda yüzey pürüzlülüğünün ölçülmesi amacıyla optik profilometre (Phase View ZeeScope France) cihazı kullanıldı. Optik profilometre cihazlarının ölçüm hassasiyeti detaylı ve hızlı olmakla birlikte, ölçülen yüzeylerin 3 boyutlu görüntülerini verebilmektedir. Ayrıca çalışmamızda yüzey pürüzlülüğü değerlendirmesinde atomik kuvvet mikroskobu da kullanılarak 3 boyutlu görüntüler ve Ra değerleri elde ettik. Çalışmamızda Optik profilometre cihazı ile 1mm² 'lik alan üzerinde taramalar yapılırken, AFM ile 20x20 mikron alanda yüzey pürüzlülüğü görüntüleri elde ettik. AFM ile elde edilen yüzey pürüzlülük değerleri daha hassas bir görüntü alınmasını sağlamıştır. Her iki yöntemi kullanarak aynı örneklerde birbirine paralel yüzey pürüzlülük sonuçları elde ettik. Kalitatif verileri elde etmek için ise taramalı elektron mikroskobu yardımı ile çeşitli büyütmelelerde görüntüler alınarak çalışmamızda kullandığımız örnek grupların yüzey pürüzlülüğü için değerlendirmeler yaptık.

Çalışmamızda cam iyonomer siman likiti içerisine % 5 ve 10 kitosan ilave edilmesinin CİS'nin pürüzlülüğünü artırmadığını tespit ettik. Bu durum % 1'lik asetik asit içerisinde kitosan çözdürülüp, bunun likit içerisine ilave edilmesi ile hazırlanan CİS yüzey yapısında bir pürüzlülüğe yol açmadığını düşünüyoruz. Örnek gruplarının yüzey pürüzlülük başlangıç değerleri incelendiğinde % 5 kitosan ilavesi CİS'nin pürüzlülük Ra değerini azalttığını tespit ettik. % 5 ve 10 kitosan ilave edilen deney gruplarının 10 gün boyunca yapay tükürük içerisinde bekletilmesinin kitosan ilave edilen gruplarda yüzey pürüzlülük değerlerini artırdığını tespit ettik. Gastrik asit eroziv siklus yapılan örnekler değerlendirildiğinde örnek grupları arasında ortalama pürüzlülük Ra değerleri açısından anlamlı bir farklılığın olmadığı tespit edilmiştir. Optik profilometre ile yüzey pürüzlülük değerlendirmesinde, tüm sonuçlarımızın Ra değerleri Bollenl ve arkadaşlarının (22) belirttiği bakteri kolonizasyonu için klinik olarak kabul edilen kritik Ra değerinin (200 nm) altında olduğu saptanmıştır. Bu da kullandığımız materyalin uygulanan eroziv siklus sonrası bile yüzey pürüzlülük değerlerinin klinik olarak kabul edilebilir boyutta olduğunu göstermiştir.

Silva ve ark (209), atravmatik retoratif tedavi için kullanılan dört farklı geleneksel cam iyonomer simanın sertleşmesinden sonra yüzey pürüzlülüklerini değerlendirdikleri çalışmada, vitromolar cam iyonomer siman grubu hariç diğerlerinin Bollenl ve ark.'nın (22) belirlemiş olduğu klinik olarak kabul edilen Ra değerinin altında pürüzlülüğe sahip olduğunu, SEM görüntülerinde çatlak ve boşlukların olduğunu

bildirmişlerdir. Bu çalışma bizim çalışmamızla paralellik göstermesine rağmen Ra değerlerimiz bu çalışmadaki pürüzlülük değerlerinin çok daha altında olduğunu, bunun sebebinin örneklerin hazırlanması ya da ölçüm yöntemlerinin farklılığından kaynaklanabileceğini söyleyebiliriz.

Atravmatik restoratif tedavi için kullanılan altı farklı cam iyonomer simanın 6 hafta laktik asit solüsyonunda bekletildikten sonra cam iyonomer simanların kalıp içine tepildikten hemen sonra ve laktik asite maruz bırakıldıktan sonra simanların yüzey pürüzlülüğünün değerlendirildiği çalışmada, başlangıç pürüzlülük Ra değerinin en düşük bulunduğu Filtek Z250 cam iyonomer siman grubuna ait olduğu (Ra, 0.25µm) bildirilmiştir. Aynı çalışmada Fuji IX cam iyonomer siman grubuna ait Ra değeri ise 0.63 µm ve altı hafta laktik asite maruz bırakıldıktan sonra tespit edilen Ra değeri 0.95µm olduğu ifade edilmiştir (210). Bizim çalışmamızda elde ettiğimiz pürüzlülük değerleri içinde hiçbir örnek grubunda bu kadar pürüzlülük değerlerine rastlamadık. Çalışmamızda cam iyonomer simanların pürüzlülük özelliklerinin değerlendirilmesinde optik profilometre ve AFM sonuçlarında gösterilen Ra değerleri birbirleri ile uyumlu olduğunu tespit ettik.

Çalışmamızdaki AFM sonuçları incelendiğinde, CİS Fuji IX GP Extra likit içerisine kitosan ilavesinin pürüzlülüğü azalttığı optik profilometre sonuçlarında olduğu gibi bu kantitatif pürüzlülük belirleme yöntemlerinden olan AFM yönteminde de görülmüştür. AFM çalışması, tüm örnek gruplarından temsili olarak birer örneğin incelenmesi ile yapılmış olmasına rağmen, optik profilometre sonuçlarına benzer Ra sonuçlar aldığımız söylenebilir. AFM sonuçlarında gastrik asit eroziv siklus yapılan örneklerden elde ettiğimiz Ra değerlerinde ise en yüksek pürüzlülüğün % 5 kitosan ilave edilen CİS grubuna ait olduğunu tespit ettik. Çalışmamızdaki tüm örnek gruplarımızda hem optik profilometre ile elde edilen Ra değeri hem de AFM ile belirlenen Ra değerleri 0.2 mikronun altında olduğu dolayısıyla klinik olarak kabul edilebilir sınırlarda olduğunu tespit ettik.

Briso ve ark. (172) içlerinde cam iyonomer simanında bulunduğu farklı restoratif materyallerin beş haftalık bir periyotda farklı solusyonlar su, Sprite® ve gastrik asit içerisinde beklettikleri materyallerin yüzey pürüzlülük değişimlerini inceledikleri çalışmalarında cam iyonomer siman grubuna ait başlangıç Ra pürüzlülük değeri 65 nm olduğunu suda bekletildikten sonraki Ra değerinin 62 nm olduğu ve gastrik asit

uygulaması sonrasında ki Ra pürüzlülük değerinin 139 nm olduğunu ifade etmişlerdir. Bizim çalışmamız ile benzerlik gösteren bu çalışmada sonuçların farklılığı, gastrik asitte bekletme sürelerinin ve kullanılan materyallerin farklılığından kaynaklanmaktadır. Fakat Briso ve ark. (172) 'nın yapmış olduğu bu çalışma yine klinik açıdan kabul edilebilen bir Ra değerinde olması önemlidir.

Backer ve ark CAD/CAM kompozitleri üzerine gastrik asitin etkisinin incelendiği çalışmada (176), örneklerin ilk 6 saatin sonunda pürüzlülük değerleri başlangıç değerlerine göre düştüğü ancak 24 saat sonunda pürüzlülüğün arttığı bildirilmiştir. Biz de; çalışmamızda Backer ve ark.(176) nın 6 saatlik pürüzlülük değerleri ile sonuçlarımıza benzer sonuçlar olduğunu tespit ettik.

Fukazawa ve ark. (211) Cam-iyonomer simanların erozyon mekanizmasını açıklığa kavuşturmak için, çeşitli koşullar altında bir asidik tampon çözeltisine iki farklı cam iyonomer simanı beklettikleri çalışmada, simanlardan elde edilen F, Al, Si ve Ca miktarlarının, su içinde kalma zamanının karekökü ile doğru orantılı olduğunu bildirmiştir. Aynı çalışmada çözeltinin çalkalanmasının ve örneklerin şekli veya hacmi ile erozyon arasında bir ilişki bulunmadığı bildirilmiştir. Çözülmenin, siman matriksindeki matriks yapısından ve siman yüzeyindeki H⁺ iyon konsantrasyonundan etkilendiği sonucuna varmışlardır. Siman yüzeyi ile ilişkili olmayan cam parçacıkları uzun bekletme ile çözülmüş ve yüzey bölgesinde birçok gözenek bıraktığı rapor edilmiştir.

Çalışmamızda kontrol ve deney gruplarının başlangıç, yapay tükürükte bekletilen ve gastrik asit eroziv siklus yapılan tüm gruplar taramalı elektron mikroskop analizi ile incelendi. Tüm örnek gruplarından temsili birer örnek incelenmesi çalışmamızı sınırlandırmaktadır. Çalışmamızın SEM görüntüleri incelendiğinde, kitosan ilave edilen CİS grubunda ve kitosan ilave edilmeyen gruplara ait tüm örneklerde çatlak ve boşluklara rastlanmıştır. Ayrıca Gastrik asit eroziv siklus gruptaki örneklerde çatlak sayısının arttığı ve yüzeyden ayrılmalar olduğu gözlemlendi. Bu değişimleri Fukazawa ve ark'nın (211) belirttiği gibi siman yüzeyindeki H⁺ iyon konsantrasyonunun artışıyla açıklayabiliriz.

Matsuya ve ark. asetik asit, laktik asit, sitrik asit ve hidroklorik asitlerde bir cam iyonomer simanın aşınmasının kimyasal analizini, SEM ve infrared (IR) spektroskopisi ile inceledikleri bir çalışmada, asit çözeltilerinin pH'sı ne kadar düşük olursa, Al, Ca,

Na, Si ve F elementlerinin daha fazla çözüldüğünü bildirmişlerdir. SEM analizi, siman matrisinin 0.01M sitrik asit ve hidroklorik asit içinde çözüldüğünü ortaya çıkardı. Siman 0.01M sitrik asit veya hidroklorik asit içinde bekletildikten sonra beyaz çökeltiler oluştuğunu ve IR spektroskopisi ile hidratlanmış silisyum jelleri olarak tanımladıkları raporlarında belirtilmektedir (212). Çalışmamızda gastrik asit eroziv siklus uygulanan gruplara ait solüsyonlar, gastrik asit içindeki beyaz çökeltilerin tespiti için Elementel (EDS, Enerji Saçınım Spektrometresi) analizine tabi tutuldu. Analiz sonuçları incelendiğinde, gastrik asit eroziv siklus yapılan CİS grubuna ait EDS Analizinde Si, Al, Na, F elementlerinin olduğunu tespit ettik. Gastrik asit eroziv siklusuna tabi tutulan % 5 ve 10 kitosan modifiye CİS grubuna ait EDS analizinde ise Al, Na, F elementlerinin farklı oranlarda ve özellikle Sr yüksek oranlarda olduğunu bulduk. Her ne kadar çalışmamızda kitosanın CIS antibakteriyel etkinliğini artırmasak da örnek yüzeylerinde rasladığımız yüksek miktardaki stronsiyum varlığı kitosanın CİS antibakteriyel etkinliğini artıracığı yönünde bir yargıya götürebilir bu yüzden bu konuda yapılacak ileri çalışmalara gereksinim duyulmaktadır.

Cam iyonomer simanlar diş dokusuna yakın oldukları bölümlerinden içeriklerindeki stronsiyum iyonlarının salınımını yapabilirler. Stronsiyum iyonlarının antimikrobiyal etkisi yoktur. Ancak florid iyonlarının antimikrobiyal etkisini arttırabildiği bildirilmektedir (213). Çalışmamızda en yüksek flor iyonlarının % 5 kitosan modifiye cam iyonomer grubuna ait olduğunu, CİS grubunda silisyum iyonları görülürken, kitosan ilave gruplarda ise stronsiyum elementinin varlığı dikkat çekmektedir.

Bu in vitro çalışmamızda, cam iyonomer siman içerisine biopolimer olan kitosan ilavesi ile elde edilen kitosan modifiye cam iyonomer simaların normal bireyleri taklit etmek için yapay tükürük ve reflü hastalığına sahip bireyleri simüle etmek için gastrik asit eroziv siklus uygulamaları sonrasında mikrosertlik ve yüzey pürüzlülük özellikleri değerlendirildi. Çalışmamızın sınırlamaları içerisinde yapılan bu simülasyonlar in vitro koşullarda gerçekleştirilmiştir. Tükürüğün tamponlama kapasitesini ya da çiğneme sırasındaki oklüzal etkileşimler ve dışarıdan alınan besinlerden etkileşimi yansıtmamaktadır. Bu nedenle çalışmanın in vivo çalışmalarla desteklenmesi gerekmektedir.

6. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

Yapılan bu İn vitro çalışma, cam iyonomer siman içerisine kitosan ilavesi ile kitosan modifiye cam iyonomer siman üretilmiştir. Bu simanların yapay tükürük ve gastrik asit ortamlarında mikrosertlik ve yüzey pürüzlülük sonuçları bu çalışma sınırları içerisinde aşağıda sırasıyla sunulmuştur.

- ✓ Cam iyonomer siman içerisine kitosan ilavesi hem mikrosertlik hem de yüzey pürüzlülük sonuçlarını olumlu yönde etkilemiştir.
- ✓ Kontrol ve deney gruplarını yapay tükürük ortamında bulundurulması örneklerin yüzey mikrosertliğini artırdığı tespit edilmiştir.
- ✓ Cam iyonomer siman içerisine % 5 ve 10 kitosan ilave edilen örnek grupları, mikrosertlik değerleri açısından, gastrik asitten daha az etkilenmiştir.
- ✓ Çalışmadaki örnek grupları yüzey pürüzlülüğü açısından değerlendirildiğinde, tüm örnek gruplarının yüzey pürüzlülük sonuçları 0.2 µm' dan daha küçük olduğu tespit edilmiştir.
- ✓ SEM-EDS analiz sonuçlarında kitosan ilave edilmeyen CİS grubunda, gastrik asit solüsyonu içerisinde silisyum elementi gözlemlendi. Kitosan ilave edilen gruplarda ise stronsiyum elementi gözlemlendi.
- ✓ Kitosan biopolimerinin cam iyonomer siman içerisine ilave edilmesi umut vaat edici sonuçlar sunmakla birlikte in vivo çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

KAYNAKLAR

1. **Çakır G.** Çocuk Diş Hekimliğinde Sürekli Geliştirilen Restoratif Materyaller: Cam İyonomerler. *Türkiye Klinikleri Journal of Pediatric Dentistry-Special Topics.* **2018**; 4(1):88-93.
2. **Somani R, Jaidka S, Singh DJ, Sibal GK.** Comparative evaluation of shear bond strength of various glass ionomer cements to dentin of primary teeth: An in vitro study. *International journal of clinical pediatric dentistry.* **2016**; 9(3):192.
3. **Xie D, Brantley W, Culbertson B, Wang G.** Mechanical properties and microstructures of glass-ionomer cements. *Dental Materials.* **2000**; 16(2):129-38.
4. **Weerheijm K, Kreulen C, De Soet J, Groen H, Van Amerongen W.** Bacterial counts in carious dentine under restorations: 2-year in vivo effects. *Caries research.* **1999**; 33(2):130-4.
5. **Weerheijm KL, Groen HJ.** The residual caries dilemma. *Community dentistry and oral epidemiology.* **1999**; 27(6):436-41.
6. **Gu Y, Yap A, Cheang P, Koh Y, Khor K.** Development of zirconia-glass ionomer cement composites. *Journal of non-crystalline solids.* **2005**; 351(6-7):508-14.
7. **Hammouda IM.** Reinforcement of conventional glass-ionomer restorative material with short glass fibers. *Journal of the mechanical behavior of biomedical materials.* **2009**; 2(1):73-81.
8. **Lucas ME, Arita K, Nishino M.** Toughness, bonding and fluoride-release properties of hydroxyapatite-added glass ionomer cement. *Biomaterials.* **2003**; 24(21):3787-94.
9. **Yli-Urpo H, Lassila LV, Närhi T, Vallittu PK.** Compressive strength and surface characterization of glass ionomer cements modified by particles of bioactive glass. *Dental Materials.* **2005**; 21(3):201-9.
10. **Al Zraikat H, Palamara JE, Messer HH, Burrow MF, Reynolds EC.** The incorporation of casein phosphopeptide-amorphous calcium phosphate into a glass ionomer cement. *dental materials.* **2011**; 27(3):235-43.
11. **Irie M, NAKAI H.** Mechanical properties of silver-added glass ionomers and their bond strength to human tooth. *Dental materials journal.* **1988**; 7(1):87-93,136.
12. **Tüzüner T, Ulusu T.** Effect of antibacterial agents on the surface hardness of a conventional glass-ionomer cement. *Journal of Applied Oral Science.* **2012**; 20(1):45-9.
13. **Petri DF, Donegá J, Benassi AM, Bocangel JA.** Preliminary study on chitosan modified glass ionomer restoratives. *dental materials.* **2007**; 23(8):1004-10.
14. **Shah P, Jaggi P, Patel A, Lakade L, Choudhary S, Shah R.** Evaluation of Mechanical Properties of Chitosan Modified Glass Ionomer Cement. *Journal of Pediatric Oral Health Research| Volume.* **2017**; 1(1).
15. **Ibrahim MA, Neo J, Esguerra RJ, Fawzy AS.** Characterization of antibacterial and adhesion properties of chitosan-modified glass ionomer cement. *Journal of biomaterials applications.* **2015**; 30(4):409-19.

16. **Debnath A, Kesavappa SB, Singh GP, Eshwar S, Jain V, Swamy M, et al.** Comparative evaluation of antibacterial and adhesive properties of chitosan modified glass ionomer cement and conventional glass ionomer cement: an in vitro study. *Journal of clinical and diagnostic research: JCDR.* **2017**; 11(3):ZC75.
17. **Tanikonda R, Ravi RK, Kantheti S, Divella S.** Chitosan: Applications in Dentistry. *Trends in Biomaterials & Artificial Organs.* **2014**; 28(2).
18. **Sherman PM, Hassall E, Fagundes-Neto U, Gold BD, Kato S, Koletzko S, et al.** A global, evidence-based consensus on the definition of gastroesophageal reflux disease in the pediatric population. *The American journal of gastroenterology.* **2009**; 104(5):1278.
19. **Pace F, Pallotta S, Tonini M, Vakil N, Bianchi Porro G.** Systematic review: gastro-oesophageal reflux disease and dental lesions. *Alimentary pharmacology & therapeutics.* **2008**; 27(12):1179-86.
20. **Sarı M, Koyutürk A, Çankaya S.** Günlük tüketilen yiyecek ve içeceklerin mine ve dolgu materyallerinin yüzey sertliği ve pürüzlülüğüne etkisi. *Atatürk Üniv Diş Hek Fak Derg.* **2010**; 20:153-61.
21. **Silva RCd, Zuanon ACC.** Surface roughness of glass ionomer cements indicated for atraumatic restorative treatment (ART). *Brazilian Dental Journal.* **2006**; 17(2):106-9.
22. **Bollenl 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. *Dental Materials.* **1997**; 13(4):258-69.
23. **Burke FJT, Wilson NHF, Cheung SW, Mjör IA.** Influence of patient factors on age of restorations at failure and reasons for their placement and replacement. *Journal of Dentistry.* **2001**; 29(5):317-24.
24. **Aktener O.** Cam iyonomer simanlar: Sertleşme reaksiyonu ve özellikleri. *Ege Ü Diş Hek Fak Dergisi.* **1990**; 11((3)): 153-62.
25. **O'Brien WJ.** Dental Materials and Their Selection. 3rd Ed. Illinois: Quintessence Pub., Chapter 8,9. **(2002).**
26. **Zaimoğlu A, Can, G., Ersoy, E., Aksu, L** *Diş Hekimliğinde Maddeler Bilgisi.* Ank. Üni. Basımevi**1993.**
27. **Barry TI, Clinton DJ, Wilson AD.** The structure of a glass-ionomer cement and its relationship to the setting process. *Journal of dental research.* **1979**; 58(3):1072-9.
28. **Crisp SK, Brian E.; Lewis, Brian G.; Ferner, Alan J.; Wilson, Alan D.** Glass-monomer Cement Formulations. II. The Synthesis of Novel Polychromatic Acids. *Journal of Dental Research* **1980**; 59(6):1055-63.
29. **Nagaraja Upadhya P KG.** Glass ionomer cement - the different generations. *Trends Biomater Artif Organs.* **2005**; 18(2):158-65.
30. **Wilson AD.** Alumino-silicate polyacrylic acid and related cements. *British Polymer Journal.* **1974**; 6(3):165-79.
31. **Wilson AD, Kent BE, Clinton D, Miller RP.** The formation and microstructure of dental silicate cements. *Journal of Materials Science.* **1972**; 7(2):220-38.
32. **Williams J, Billington R, Pearson G.** Effect of moisture protective coatings on the strength of a modern metal-reinforced glass-ionomer cement. *Journal of oral rehabilitation.* **1998**; 25(7):535-40.

33. **Lacefield WR, Reindl MC, Retief DH.** Tensile bond strength of a glass-ionomer cement. *J Prosthet Dent.* **1985**; 53(2):194-8.
34. **McLean JW, Wilson AD.** The clinical development of the glass-ionomer cements. I. Formulations and properties*. *Australian Dental Journal.* **1977**; 22(1):31-6.
35. **Crisp S, Ferner A, Lewis B, Wilson A.** Properties of improved glass-ionomer cement formulations. *Journal of dentistry.* **1975**; 3(3):125-30.
36. **Nicholson JW, Croll TP.** Glass-ionomer cements in restorative dentistry. *Quintessence international.* **1997**; 28(11).
37. **Harald O. Heymann EJS, Jr., Andre V. Ritter.** *Sturdevant's Art & Science of Operative Dentistry*: Elsevier Health Sciences **2013**.
38. **Mount GJ.** *An Atlas of Glass-Ionomer Cements A Clinician's Guide*: CRC Press, **2003**.
39. **Knobloch LA, Kerby RE, Seghi R, Berlin JS, Lee JS, of Dentistry C.** Fracture toughness of resin-based luting cements. *The Journal of prosthetic dentistry.* **2000**; 83(2):204-9.
40. **Kanık Ö, Türkün LŞ.** Restoratif Cam İyonomer Simanlarda Güncel Yaklaşımlar. *Ege Üniversitesi Dişhekimliği Fakültesi Dergisi.* 37(2):54-65.
41. **Davidson CL.** Advances in glass-ionomer cements. *Journal of Applied Oral Science.* **2006**; 14(SPE):3-9.
42. **Saito S.** Characteristic of glass-ionomer cements. *Advances in glass-ionomer cements.* **1999**.
43. **Davidson CL, Mjör IA.** *Advances in glass-ionomer cements*: Berlin, Chicago Quintessence Publishing Co, **1999**.
44. **Deb S, Nicholson J.** The effect of strontium oxide in glass-ionomer cements. *Journal of Materials Science: Materials in Medicine.* **1999**; 10(8):471-4.
45. **Smith DC.** Development of glass-ionomer cement systems. *Biomaterials.* **1998**; 19(6):467-78.
46. **Vermeersch G, Leloup G, Vreven J.** Fluoride release from glass-ionomer cements, compomers and resin composites. *Journal of Oral Rehabilitation.* **2001**; 28(1):26-32.
47. **Mount G.** Buonocore Memorial Lecture. Glass-ionomer cements: past, present and future. *Operative Dentistry.* **1994**; 19(3):82-90.
48. **Nicholson JW.** Chemistry of glass-ionomer cements: a review. *Biomaterials.* **1998**; 19(6):485-94.
49. **Nicholson J, Brookman P, Lacy O, Wilson A.** Fourier transform infrared spectroscopic study of the role of tartaric acid in glass-ionomer dental cements. *Journal of dental research.* **1988**; 67(12):1451-4.
50. **Lohbauer U.** Dental glass ionomer cements as permanent filling materials?—Properties, limitations and future trends. *Materials.* **2009**; 3(1):76-96.
51. **Khoroushi M, Keshani F.** A review of glass-ionomers: From conventional glass-ionomer to bioactive glass-ionomer. *Dental research journal.* **2013**; 10(4):411.
52. **Roberson T, Heymann H, Swift EJ.** *Sturdevant's Art and Science of Operative Dentistry*. 5th ed ed. St. Louis : : Elsevier Health Sciences, **2006**.

53. **Kleverlaan CJ, van Duinen RN, Feilzer AJ.** Mechanical properties of glass ionomer cements affected by curing methods. *Dental materials : official publication of the Academy of Dental Materials.* **2004**; 20(1):45-50.
54. **Croll TP, Nicholson J.** Glass ionomer cements in pediatric dentistry: review of the literature. *Pediatric dentistry.* **2002**; 24(5):423-9.
55. **Markovic DL, Petrovic BB, Peric TO.** Fluoride content and recharge ability of five glassionomer dental materials. *BMC Oral Health.* **2008**; 8(1):21.
56. **B. D, 2000 A.** *Kompozit rezin restorasyonlar.* ankara: Güneş Kitabevi Ltd.Şti., **2000.**
57. **Croll TP.** Glass ionomers for infants, children, and adolescents. *The Journal of the American Dental Association.* **1990**; 120(1):65-8.
58. **Mounth G.** An atlas of glass-ionomer cements. *A Clinicians's Guide.* **1990.**
59. **Croll TP.** Glass ionomers and esthetic dentistry: what the new properties mean to dentistry. *The Journal of the American Dental Association.* **1992**; 123(5):51-4.
60. **Darling M, Hill R.** Novel polyalkenoate (glass-ionomer) dental cements based on zinc silicate glasses. *Biomaterials.* **1994**; 15(4):299-306.
61. **Wilson N.** Direct adhesive materials: current perceptions and evidence—future solutions. *Journal of dentistry.* **2001**; 29(5):307-16.
62. **Lacefield W, Reindl M, Retief D.** Tensile bond strength of a glass-ionomer cement. *Journal of prosthetic Dentistry.* **1985**; 53(2):194-8.
63. **Hunt PR.** Microconservative restorations for approximal carious lesions. *The Journal of the American Dental Association.* **1990**; 120(1):37-40.
64. **Christensen GJ.** Glass ionomer-resin: a maturing concept. *Journal of the American Dental Association (1939).* **1993**; 124(7):248-9.
65. **Berg JH.** Glass ionomer cements. *Pediatric Dentistry.* **2002**; 24(5):430-8.
66. **Nicholson J.** Glass ionomer dental cements: update. *Materials Technology.* **2010**; 25(1):8-13.
67. **Dayangaç B.** *Kompozit Zin Restorasyonlar.* Ankara: Güneş Tıp Kitabevler, **2000.**
68. **Scholtanus JD, Huysmans M-CD.** Clinical failure of class-II restorations of a highly viscous glass-ionomer material over a 6-year period: a retrospective study. *Journal of Dentistry.* **2007**; 35(2):156-62.
69. **Molina GF, Cabral RJ, Mazzola I, LASCANO LB, Frencken JE.** Mechanical performance of encapsulated restorative glass-ionomer cements for use with Atraumatic Restorative Treatment (ART). *Journal of Applied Oral Science.* **2013**; 21(3):243-9.
70. **Aratani M, Pereira AC, Correr-Sobrinho L, Sinhoreti MAC, Consani S.** Compressive strength of resin-modified glass ionomer restorative material: effect of P/L ratio and storage time. *Journal of Applied Oral Science.* **2005**; 13(4):356-9.
71. **Ikemura K, Tay FR, Endo T, Pashley DH.** A review of chemical-approach and ultramorphological studies on the development of fluoride-releasing dental adhesives comprising new pre-reacted glass ionomer (PRG) fillers. *Dental Materials Journal.* **2008**; 27(3):315-39.

72. **Deliperi S, Bardwell D, Wegley C, Congiu M.** In vitro evaluation of giomers microleakage after exposure to 33% hydrogen peroxide: self-etch vs total-etch adhesives. *Operative dentistry*. **2006**; 31(2):227-32.
73. **Falsafi A, Mitra SB, Oxman JD, Ton TT, Bui HT.** Mechanisms of setting reactions and interfacial behavior of a nano-filled resin-modified glass ionomer. *Dental Materials*. **2014**; 30(6):632-43.
74. **Mitra SB, Oxman JD, Falsafi A, Ton TT.** Fluoride release and recharge behavior of a nano-filled resin-modified glass ionomer compared with that of other fluoride releasing materials. *American journal of dentistry*. **2011**; 24(6):372-8.
75. **Zhao J, Weng Y, Xie D.** In vitro wear and fracture toughness of an experimental light-cured glass-ionomer cement. *Dental Materials*. **2009**; 25(4):526-34.
76. **Kawano F, Kon M, Kobayashi M, Miyai K.** Reinforcement effect of short glass fibers with CaO-P₂O₅-SiO₂-Al₂O₃ glass on strength of glass-ionomer cement. *Journal of dentistry*. **2001**; 29(5):377-80.
77. **Lohbauer U, Frankenberger R, Clare A, Petschelt A, Greil P.** Toughening of dental glass ionomer cements with reactive glass fibres. *Biomaterials*. **2004**; 25(22):5217-25.
78. **Albers HF.** *Tooth-colored restoratives: principles and techniques*: PMPH-USA, **2002**.
79. **Kilpatrick N, Murray J, McCabe J.** The use of a reinforced glass-ionomer cermet for the restoration of primary molars: a clinical trial. *British dental journal*. **1995**; 179(5):175.
80. **Demir A, Seventekin N.** Kitin, kitosan ve genel kullanım alanları. *Tekstil Teknolojileri Elektronik Dergisi*. **2009**; 3(2):92-103.
81. **Kumar MNR.** A review of chitin and chitosan applications. *Reactive and functional polymers*. **2000**; 46(1):1-27.
82. **Lim S-H.** Synthesis of a fiber-reactive chitosan derivative and its application to cotton fabric as an antimicrobial finish and a dyeing-improving agent. **2003**.
83. **Fouda MMG.** Use of natural polysaccharides in medical textile applications. *Disertasi Fedbereich Chimie Universitat Duisburg-Essen Germany*. **2005**.
84. **Vilchez S, Jovancic P, Manich AM, Julià MR, Erra P.** Chitosan application on wool before enzymatic treatment. *Journal of applied polymer science*. **2005**; 98(5):1938-46.
85. **Agboh O, Qin Y.** Chitin and chitosan fibers. *Polymers for Advanced Technologies*. **1997**; 8(6):355-65.
86. **Wieckiewicz M, Boening KW, Grychowska N, Paradowska-Stolarz A.** Clinical Application of Chitosan in Dental Specialities. *Mini reviews in medicinal chemistry*. **2017**; 17(5):401-9.
87. **Kenawy E-R, Worley S, Broughton R.** The chemistry and applications of antimicrobial polymers: a state-of-the-art review. *Biomacromolecules*. **2007**; 8(5):1359-84.
88. **Şenel S, McClure SJ.** Potential applications of chitosan in veterinary medicine. *Advanced drug delivery reviews*. **2004**; 56(10):1467-80.
89. **Van Der Mei HC, Engels E, De Vries J, Dijkstra RJ, Busscher HJ.** Chitosan adsorption to salivary pellicles. *European Journal of Oral Sciences*. **2007**; 115(4):303-7.

90. **Helander I, Nurmiäho-Lassila E-L, Ahvenainen R, Rhoades J, Roller S.** Chitosan disrupts the barrier properties of the outer membrane of Gram-negative bacteria. *International journal of food microbiology*. **2001**; 71(2-3):235-44.
91. **Rabea EI, Badawy ME-T, Stevens CV, Smagghe G, Steurbaut W.** Chitosan as antimicrobial agent: applications and mode of action. *Biomacromolecules*. **2003**; 4(6):1457-65.
92. **Decker EM, Von Ohle C, Weiger R, Wiech I, Brex M.** A synergistic chlorhexidine/chitosan combination for improved antiplaque strategies. *Journal of periodontal research*. **2005**; 40(5):373-7.
93. **Sano H, Shibasaki K-I, MATSUKUBO T, Takaesu Y.** Effect of molecular mass and degree of deacetylation of chitosan on adsorption of *Streptococcus sobrinus* 6715 to saliva treated hydroxyapatite. *The Bulletin of Tokyo Dental College*. **2002**; 43(2):75-82.
94. **Busscher HJ, Engels E, Dijkstra RJ, Van Der Mei HC.** Influence of a chitosan on oral bacterial adhesion and growth in vitro. *European Journal of Oral Sciences*. **2008**; 116(5):493-5.
95. **Mohire NC, Yadav AV.** Chitosan-based polyherbal toothpaste: as novel oral hygiene product. *Indian Journal of Dental Research*. **2010**; 21(3):380.
96. **Hiraishi N, Yiu C, King N, Tay F.** Effect of chlorhexidine incorporation into a self-etching primer on dentine bond strength of a luting cement. *Journal of dentistry*. **2010**; 38(6):496-502.
97. **Elsaka SE.** Antibacterial activity and adhesive properties of a chitosan-containing dental adhesive. *Quintessence International*. **2012**; 43(7).
98. **Aranaz I, Mengibar M, Harris R, Paños I, Miralles B, Acosta N, et al.** Functional characterization of chitin and chitosan. *Current chemical biology*. **2009**; 3(2):203-30.
99. **Vakil N, Van Zanten SV, Kahrilas P, Dent J, Jones R.** The Montreal definition and classification of gastroesophageal reflux disease: a global evidence-based consensus. *The American journal of gastroenterology*. **2006**; 101(8):1900.
100. **Chandra A, Moazzez R, Bartlett D, Anggiansah A, Owen W.** A review of the atypical manifestations of gastroesophageal reflux disease. *International journal of clinical practice*. **2004**; 58(1):41-8.
101. **Bartlett D.** *Intrinsic causes of erosion*. Dental Erosion. 20: Karger Publishers; **2006**. p. 119-39.
102. **Scheutzel P.** Etiology of dental erosion—intrinsic factors. *European journal of oral sciences*. **1996**; 104(2):178-90.
103. **Imfeld T.** Dental erosion. Definition, classification and links. *European journal of oral sciences*. **1996**; 104(2):151-5.
104. **Güngör S, Köprülü H.** Gastroözefagial reflü hastalığının dişhekimliğindeki önemi. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*. **2004**; 5(1).
105. **Gudmundsson K, Kristleifsson G, Theodors A, Holbrook WP.** Tooth erosion, gastroesophageal reflux, and salivary buffer capacity. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology and Endodontics*. **1995**; 79(2):185-89 Z.
106. **Dahshan A, Patel H, Delaney J, Wuerth A, Thomas R, Tolia V.** Gastroesophageal reflux disease and dental erosion in children. *The Journal of pediatrics*. **2002**; 140(4):474-8.

107. **Barron RP, Carmichael RP, Marcon MA, Sandor G.** Dental erosion in gastroesophageal reflux disease. *Journal (Canadian Dental Association)*. **2003**; 69(2):84-9.
108. **Aine L, Baer M, Mäki M.** Dental erosions caused by gastroesophageal reflux disease in children. *ASDC J Dent Child*. **1993**; 60(3):210-4.
109. **Shaw L, Weatherill S, Smith A.** Tooth wear in children: an investigation of etiological factors in children with cerebral palsy and gastroesophageal reflux. *ASDC J Dent Child*. **1998**; 65(6):484-6.
110. **Linnett V, Seow W, Connor F, Shepherd R.** Oral health of children with gastro-esophageal reflux disease: a controlled study. *Australian dental journal*. **2002**; 47(2):156-62.
111. **Ersin NK, Öncağ Ö, Tümgör G, Aydoğdu S, Hilmioğlu S.** Oral and dental manifestations of gastroesophageal reflux disease in children: a preliminary study. *Pediatric dentistry*. **2006**; 28(3):279-84.
112. **O'Sullivan EA, J. Curzon ME, Roberts GJ, Milla PJ, Stringer MD.** Gastroesophageal reflux in children and its relationship to erosion of primary and permanent teeth. *European journal of oral sciences*. **1998**; 106(3):765-9.
113. **Harley K.** Tooth surface loss: Tooth wear in the child and the youth. *British dental journal*. **1999**; 186(10):492.
114. **Oh WS, DeLong R, Anusavice KJ.** Factors affecting enamel and ceramic wear: a literature review. *The Journal of prosthetic dentistry*. **2002**; 87(4):451-9.
115. **Drexler P, Garcia-Godoy F, Boj J.** Surface hardness of a resin composite cured with a transparent cone. *Pediatric dentistry*. **1997**; 19:419-20.
116. **Perez CDR, Hirata Jr R, Silva A, Sampaio E, Miranda M.** Effect of a glaze/composite sealant on the 3-D surface roughness of esthetic restorative materials. *Operative Dentistry*. **2009**; 34(6):674-80.
117. **Sakaguchi RL, Powers JM.** *Craig's restorative dental materials-e-book*: Elsevier Health Sciences, **2012**.
118. **Mandikos MN, McGivney GP, Davis E, Bush PJ, Carter JM.** A comparison of the wear resistance and hardness of indirect composite resins. *The Journal of prosthetic dentistry*. **2001**; 85(4):386-95.
119. **Manhart J, Kunzelmann KH, Chen HY, Hickel R.** Mechanical properties of new composite restorative materials. *Journal of Biomedical Materials Research: An Official Journal of The Society for Biomaterials, The Japanese Society for Biomaterials, and The Australian Society for Biomaterials and the Korean Society for Biomaterials*. **2000**; 53(4):353-61.
120. **Wassell R, McCabe J, Walls A.** Subsurface deformation associated with hardness measurements of composites. *Dental Materials*. **1992**; 8(4):218-23.
121. **Türkün LŞ, Gökay, N.** Poliasit modifiye kompozit rezin materyallerin aşınma ve sertlik özelliklerinin hibrit bir kompozitle karşılaştırılması. *E Ü Diş Hek Fak Derg*. **2002**; 23:137-43.
122. **Dietschi D, Marret N, Krejci I.** Comparative efficiency of plasma and halogen light sources on composite micro-hardness in different curing conditions. *Dental Materials*. **2003**; 19(6):493-500.
123. **Paravina R, Powers JM.** *Esthetic Color Training in Dentistry*, 1e. **2004**.

124. **Turkun L, Turkun M.** The effect of one-step polishing system on the surface roughness of three esthetic resin composite materials. *Operative Dentistry*. **2004**; 29(2):203-11.
125. **Wilder Jr A, Swift Jr E, May Jr K, Thompson J, McDougal R.** Effect of finishing technique on the microleakage and surface texture of resin-modified glass ionomer restorative materials. *Journal of Dentistry*. **2000**; 28(5):367-73.
126. **Jones C, Billington R, Pearson G.** The in vivo perception of roughness of restorations. *British Dental Journal*. **2004**; 196(1):42.
127. **Kakaboura A, Fragouli M, Rahiotis C, Silikas N.** Evaluation of surface characteristics of dental composites using profilometry, scanning electron, atomic force microscopy and gloss-meter. *Journal of Materials Science: Materials in Medicine*. **2007**; 18(1):155-63.
128. **Catelan A, Briso AL, Sundfeld RH, Dos Santos PH.** Effect of artificial aging on the roughness and microhardness of sealed composites. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*. **2010**; 22(5):324-30.
129. **Field J, Waterhouse P, German M.** Quantifying and qualifying surface changes on dental hard tissues in vitro. *Journal of dentistry*. **2010**; 38(3):182-90.
130. **Whitehead SA, Shearer AC, Watts DC, Wilson NH.** Comparison of methods for measuring surface roughness of ceramic. *J Oral Rehabil*. **1995**; 22(6):421-7.
131. **Martinez-Gomis J, Bizar J, Anglada JM, Samso J, Peraire M.** Comparative evaluation of four finishing systems on one ceramic surface. *Int J Prosthodont*. **2003**; 16(1):74-7.
132. **Bourauel C, Fries T, Drescher D, Plietsch R.** Surface roughness of orthodontic wires via atomic force microscopy, laser specular reflectance, and profilometry. *Eur J Orthod*. **1998**; 20(1):79-92.
133. **Tholt de Vasconcellos B, Miranda-Junior WG, Prioli R, Thompson J, Oda M.** Surface roughness in ceramics with different finishing techniques using atomic force microscope and profilometer. *Oper Dent*. **2006**; 31(4):442-9.
134. **MIRONOV VL.** *Fundamentals of Scanning Probe Microscopy*. Nizhniy Novgorod.: The Russian Academy of Sciences Institute of Physics of Microstructures, **2004**.
135. **Della Bona A, Anusavice KJ, Hood JA.** Effect of ceramic surface treatment on tensile bond strength to a resin cement. *Int J Prosthodont*. **2002**; 15(3):248-53.
136. **Van Meerbeek B, De Munck J, Mattar D, Van Landuyt K, Lambrechts P.** Microtensile bond strengths of an etch&rinse and self-etch adhesive to enamel and dentin as a function of surface treatment. *Oper Dent*. **2003**; 28(5):647-60.
137. **Watt I.M.** *The principles and practice of electron microscopy*. Cambridge University press ed. UK: **1996**.
138. **Köseoğlu EF, Yılmaz H.** *Atomik X ışını spektrometri*. 12. baskı ed. Ankara: Bilim Yayıncılık, **1998**.
139. **Silva R, Zuanon ACC, Esberard R, Candido M, Machado J.** In vitro microhardness of glass ionomer cements. *Journal of Materials Science: Materials in Medicine*. **2007**; 18(1):139-42.
140. **Hes K, Leung S, Wei S.** Resin-ionomer restorative materials for children: A review. *Australian dental journal*. **1999**; 44(1):1-11.

141. **Weerheijm K, De Soet J, Van Amerongen W, De Graaff J.** The effect of glass-ionomer cement on carious dentine: an in vivo study. *Caries research*. **1993**; 27(5):417-23.
142. **Mount G.** Glass ionomer cements and future research. *American journal of dentistry*. **1994**; 7(5):286-92.
143. **Sidhu S.** Glass-ionomer cement restorative materials: a sticky subject? *Australian dental journal*. **2011**; 56:23-30.
144. **Moshaverinia A, Brantley WA, Chee WW, Rohpour N, Ansari S, Zheng F, et al.** Measure of microhardness, fracture toughness and flexural strength of N-vinylcaprolactam (NVC)-containing glass-ionomer dental cements. *dental materials*. **2010**; 26(12):1137-43.
145. **Guggenberger R, May R, Stefan K.** New trends in glass-ionomer chemistry. *Biomaterials*. **1998**; 19(6):479-83.
146. **Frencken JE, Pilot T, Songpaisan Y, Phantumvanit P.** Atraumatic restorative treatment (ART): rationale, technique, and development. *Journal of public health dentistry*. **1996**; 56(3):135-40.
147. **Croll TP.** Alternatives to silver amalgam and resin composite in pediatric dentistry. *Quintessence international*. **1998**; 29(11).
148. **Hotta M, Hirukawa H, Yamamoto K.** Effect of coating materials on restorative glass-ionomer cement surface. *Operative dentistry*. **1992**; 17(2):57-61.
149. **Frencken JE, Holmgren CJ.** How effective is ART in the management of dental caries? *Community dentistry and oral epidemiology*. **1999**; 27(6):423-30.
150. **Mjör IA, Gordan VV.** A review of atraumatic restorative treatment (ART). *International dental journal*. **1999**; 49(3):127-31.
151. **Marczuk-Kolada G, Waszkiel D, Luczaj-Cepowicz E, Kierklo A, Pawinska M, Mystkowska J.** The effect of glass ionomer cement Fuji IX on the hard tissues of teeth treated by sparing methods (ART and CMCR). *Adv Med Sci*. **2006**; 51(suppl 1):138-41.
152. **Frencken J, Makoni F, Sithole W, Hackenitz E.** Three-year survival of one-surface ART restorations and glass-ionomer sealants in a school oral health programme in Zimbabwe. *Caries research*. **1998**; 32(2):119-26.
153. **Botelho MG.** Inhibitory effects on selected oral bacteria of antibacterial agents incorporated in a glass ionomer cement. *Caries research*. **2003**; 37(2):108-14.
154. **Bali P, Prabhakar AR, Basappa N.** An Invitro Comparative Evaluation of Compressive Strength and Antibacterial Activity of Conventional GIC and Hydroxyapatite Reinforced GIC in Different Storage Media. *Journal of clinical and diagnostic research: JCDR*. **2015**; 9(7):ZC51.
155. **Fuchs M, Gentleman E, Shahid S, Hill RG, Brauer DS.** Therapeutic ion-releasing bioactive glass ionomer cements with improved mechanical strength and radiopacity. *Frontiers in Materials*. **2015**; 2:63.
156. **Elsaka SE, Hamouda IM, Swain MV.** Titanium dioxide nanoparticles addition to a conventional glass-ionomer restorative: influence on physical and antibacterial properties. *Journal of dentistry*. **2011**; 39(9):589-98.
157. **Ferreira JMS, Pinheiro SL, Sampaio FC, Menezes VAd.** Use of glass ionomer cement containing antibiotics to seal off infected dentin: a randomized clinical trial. *Brazilian dental journal*. **2013**; 24(1):68-73.

158. **Hu J, Du X, Huang C, Fu D, Ouyang X, Wang Y.** Antibacterial and physical properties of EGCG-containing glass ionomer cements. *Journal of dentistry.* **2013**; 41(10):927-34.
159. **Mishra A, Pandey RK, Manickam N.** Antibacterial effect and physical properties of chitosan and chlorhexidine-cetrimide-modified glass ionomer cements. *Journal of Indian Society of Pedodontics and Preventive Dentistry.* **2017**; 35(1):28.
160. **Hafshejani TM, Zamanian A, Venugopal JR, Rezvani Z, Sefat F, Saeb MR, et al.** Antibacterial glass-ionomer cement restorative materials: A critical review on the current status of extended release formulations. *Journal of Controlled Release.* **2017**; 262:317-28.
161. **TüzÜner T, KuşgÖz A, Er K, Taşdemir T, Buruk K, Kemer B.** Antibacterial activity and physical properties of conventional glass-ionomer cements containing chlorhexidine diacetate/cetrimide mixtures. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry.* **2011**; 23(1):46-55.
162. **Abraham D, Thomas AM, Chopra S, Koshy S.** A Comparative Evaluation of Microleakage of Glass Ionomer Cement and Chitosan-modified Glass Ionomer Cement: An in vitro Study. *International journal of clinical pediatric dentistry.* **2014**; 7(1):6.
163. **Odabaş ME, Tunçbilek P, Bodur H.** Diş hekimliğinde erozyon. *Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi.* **2012**; 29(3):193-200.
164. **Johansson A-K, Omar R, Carlsson GE, Johansson A.** Dental erosion and its growing importance in clinical practice: from past to present. *International journal of dentistry.* **2012**; 2012.
165. **Jaeggi T, Lussi A.** *Prevalence, incidence and distribution of erosion.* Dental Erosion. 20: Karger Publishers; **2006.** p. 44-65.
166. **Bartlett D, Coward P.** Comparison of the erosive potential of gastric juice and a carbonated drink in vitro. *Journal of Oral Rehabilitation.* **2001**; 28(11):1045-7.
167. **Dugmore C, Rock W.** The prevalence of tooth erosion in 12-year-old children. *British Dental Journal.* **2004**; 196(5):279.
168. **Meurman JH, Toskala J, Nuutinen P, Klemetti E.** Oral and dental manifestations in gastroesophageal reflux disease. *Oral surgery, oral medicine, oral pathology.* **1994**; 78(5):583-9.
169. **Schroeder PL, Filler SJ, Ramirez B, Lazarchik DA, Vaezi MF, Richter JE.** Dental erosion and acid reflux disease. *Annals of internal medicine.* **1995**; 122(11):809-15.
170. **Moazzez R, Bartlett D, Anggiansah A.** Dental erosion, gastro-oesophageal reflux disease and saliva: how are they related? *Journal of dentistry.* **2004**; 32(6):489-94.
171. **Eisenburger M, Addy M, Rossbach A.** Acidic solubility of luting cements. *Journal of dentistry.* **2003**; 31(2):137-42.
172. **Briso ALF, Caruzo L, Guedes A, Catelan A, Santos Pd.** In vitro evaluation of surface roughness and microhardness of restorative materials submitted to erosive challenges. *Operative dentistry.* **2011**; 36(4):397-402.
173. **Honório H, Rios D, Francisconi L, Magalhães A, Machado M, Buzalaf M.** Effect of prolonged erosive pH cycling on different restorative materials. *Journal of oral rehabilitation.* **2008**; 35(12):947-53.
174. **Yu H, Wegehaupt FJ, Wiegand A, Roos M, Attin T, Buchalla W.** Erosion and abrasion of tooth-colored restorative materials and human enamel. *Journal of Dentistry.* **2009**; 37(12):913-22.

175. **Cengiz S, Sarac S, Oezcan M.** Effects of simulated gastric juice on color stability, surface roughness and microhardness of laboratory-processed composites. *Dental materials journal.* **2014;** 33(3):343-8.
176. **Backer AD, Münchow EA, Eckert GJ, Hara AT, Platt JA, Bottino MC.** Effects of simulated gastric juice on CAD/CAM resin composites—morphological and mechanical evaluations. *Journal of Prosthodontics.* **2017;** 26(5):424-31.
177. **Schlueter N, Glatzki J, Klimek J, Ganss C.** Erosive-abrasive tissue loss in dentine under simulated bulimic conditions. *Archives of oral biology.* **2012;** 57(9):1176-82.
178. **Hara AT, González-Cabezas C, Creeth J, Zero DT.** The effect of human saliva substitutes in an erosion–abrasion cycling model. *European journal of oral sciences.* **2008;** 116(6):552-6.
179. **Kaidonis J, Richards L, Townsend G, Tansley G.** Wear of human enamel: a quantitative in vitro assessment. *Journal of dental research.* **1998;** 77(12):1983-90.
180. **Wiegand A, Attin T.** Design of erosion/abrasion studies—insights and rational concepts. *Caries research.* **2011;** 45(Suppl. 1):53-9.
181. **Klimek J, Hellwig E, Ahrens G.** Fluoride taken up by plaque, by the underlying enamel and by clean enamel from three fluoride compounds in vitro. *Caries Research.* **1982;** 16(2):156-61.
182. **Noort RV.** *Introduction to Dental Materials.* 3rd Edition ed: Imprint: Mosby Ltd., **2007.** 62-8 p.
183. **Küçükeşmen H, Küçükeşmen Ç, Öztaş D, Kaplan R.** Farklı tiplerdeki geleneksel ve rezin-modifiye cam iyonomer simanların su emilimi ve suda çözünürlüğü. *AÜ Diş Hek Fak Derg.* **2005;** 32(1):25-34.
184. **Sevilmiş HH, Bulucu, B.** . Adeziv materyallerin su emilimi özellikleri. *Hacettepe Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi.* **2007;** 31:16-21.
185. **Yap A, Lee C.** Water sorption and solubility of resin-modified polyalkenoate cements. *Journal of oral rehabilitation.* **1997;** 24(4):310-4.
186. **Eliades G.** Chemical and biological properties of glass ionomer cements. *Advances in glass-ionomer cements.* **1999;**85-101.
187. **Nicholson JW, Czarnecka B.** Kinetic studies of water uptake and loss in glass-ionomer cements. *Journal of Materials Science: Materials in Medicine.* **2008;** 19(4):1723-7.
188. **Nicholson JW, Czarnecka B.** Kinetic studies of the effect of varnish on water loss by glass-ionomer cements. *dental materials.* **2007;** 23(12):1549-52.
189. **Zaimoğlu L.** Görünür ışıkla polimerize olan bir kompozit reçinede yüzey sertliğinin tesbiti. *AÜ Dişhek Fak Derg.* **1985;** 12:427-37.
190. **Poskus LT, Placido E, Cardoso PEC.** Influence of placement techniques on Vickers and Knoop hardness of class II composite resin restorations. *Dental Materials.* **2004;** 20(8):726-32.
191. **Benderli Y, Yücel T.** Posterior kompozit dolgu materyallerinin yüzey sertliği yönünden değerlendirilmesi-the evaluation of the surface hardness of posterior composite filling materials. *Journal of Istanbul University Faculty of Dentistry.* **1994;** 28(3):228-32.
192. **Seymen F, Gülhan A.** Arka grup dişlerde kullanılan çeşitli dolgu materyallerinin yüzey sertliklerinin incelenmesi. *Journal of Istanbul University Faculty of Dentistry.* **1996;** 30(3):145-52.

193. **Celik EU, Ermis B.** Koruyucu rezin uygulamasının yüksek viskoziteli geleneksel cam iyonomer simanın mikrosertliği üzerine etkisinin in vitro olarak değerlendirilmesi. *Cumhuriyet Dental Journal.* **2008;** 11(2):91-5.
194. **Bala O, Arisu HD, Yikilgan I, Arslan S, Gullu A.** Evaluation of surface roughness and hardness of different glass ionomer cements. *European journal of dentistry.* **2012;** 6(1):79.
195. **Üçok M.** Cam iyonomer simanlarının yüzey sertliklerinin incelenmesi. *Journal of Istanbul University Faculty of Dentistry.* **1987;** 21(1234):77-85.
196. **Şener Y, Koyutürk A.** Üç farklı cam iyonomer simanın yüzey sertliklerinin karşılaştırılması. *Cumhuriyet Üniversitesi Diş Hek Fak Derg.* **2006;** 9:91-4.
197. **Wilde MGK, Delfino CS, Sassi JF, Garcia PPNS, Palma-Dibb RG.** Influence of 0.05% sodium fluoride solutions on microhardness of resin-modified glass ionomer cements. *Journal of Materials Science: Materials in Medicine.* **2006;** 17(9):869-73.
198. **Xie D, Culbertson BM, Wang G.** Microhardness of N-vinylpyrrolidone modified glass-ionomer cements. *Journal of Macromolecular Science, Part A: Pure and Applied Chemistry.* **1998;** 35(4):547-61.
199. **Bayindir YZ, Yildiz M.** Surface hardness properties of resin-modified glass ionomer cements and polyacid-modified composite resins. *J Contemp Dent Pract.* **2004;** 5(4):42-9.
200. **Mueller J, Yang F, Neumann K, Kielbassa AM.** Surface tridimensional topography analysis of materials and finishing procedures after resinous infiltration of subsurface bovine enamel lesions. *Quintessence international.* **2011;** 42(2).
201. **Koupis N, Marks L, Verbeeck R, Martens L.** Finishing and polishing procedures of (resin-modified) glass ionomers and compomers in paediatric dentistry. *European Archives of Paediatric Dentistry.* **2007;** 8(1):22-8.
202. **Yap A, Mok B.** Surface finish of a new hybrid aesthetic restorative material. *Operative Dentistry.* **2002;** 27(2):161-6.
203. **Pedrini D, Candido M, Rodrigues Jr A.** Analysis of surface roughness of glass-ionomer cements and compomer. *Journal of oral rehabilitation.* **2003;** 30(7):714-9.
204. **De Moor RJ, Verbeeck RM.** Changes in surface hardness of conventional restorative glass ionomer cements. *Biomaterials.* **1998;** 19(24):2269-75.
205. **Yap A, Cheang P, Chay P.** Mechanical properties of two restorative reinforced glass-ionomer cements. *Journal of oral rehabilitation.* **2002;** 29(7):682-8.
206. **Wasson E, Nicholson J.** New aspects of the setting of glass-ionomer cements. *Journal of dental research.* **1993;** 72(2):481-3.
207. **Kohles SS, Clark MB, Brown CA, Kenealy JN.** Direct assessment of profilometric roughness variability from typical implant surface types. *International Journal of Oral & Maxillofacial Implants.* **2004;** 19(4).
208. **Wennerberg A, Albrektsson T.** Suggested guidelines for the topographic evaluation of implant surfaces. *International Journal of Oral & Maxillofacial Implants.* **2000;** 15(3).
209. **Silva RCd, Zuanon ACC.** Surface roughness of glass ionomer cements indicated for atraumatic restorative treatment (ART). *Brazilian Dental Journal.* **2006;** 17:106-9.

210. **Wang L, Cefaly DFG, Santos Jld, Santos JRd, Lauris JRP, Mondelli RFL, et al.** In vitro interactions between lactic acid solution and art glass-ionomer cements. *Journal of Applied Oral Science*. **2009**; 17(4):274-9.
211. **Fukazawa M, Matsuya S, Yamane M.** Mechanism for erosion of glass-ionomer cements in an acidic buffer solution. *Journal of dental research*. **1987**; 66(12):1770-4.
212. **Matsuya S, Matsuya Y, Yamamoto Y, Yamane M.** Erosion process of a glassionomer cement in organic acids. *Dental Materials Journal*. **1984**; 3(2):210-9,332.
213. **Dabsie F, Gregoire G, Sixou M, Sharrock P.** Does strontium play a role in the cariostatic activity of glass ionomer?: Strontium diffusion and antibacterial activity. *Journal of dentistry*. **2009**; 37(7):554-9.








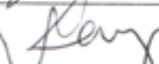
EKLER

EK-1 Etik Kurul Onayı

T.C. ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ GİRİŞİMSEL OLMAYAN KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU

Toplantı Sayısı	Tarih
70	10 Kasım 2017

KARAR NO 7- Çukurova Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Çocuk Diş Hekimliği Anabilim Dalı'nda, Prof. Dr. M. Cem Doğan yönetiminde, Araş. Gör. Dt. Arzu Soygun tarafından yürütülmesi öngörülen, "Kitosan Modifiye Cam İyonomer Siman Üzerine Gastrik Asit Etkisinin Araştırılması" başlıklı tıpta uzmanlık tez projesi araştırma etiği yönünden değerlendirildi. Toplantıya katılan üyelerin oybirliğiyle uygun olduğuna karar verildi.

BAŞKAN	Doç Dr Selim Kadioğlu Tıp Tarihi ve Etik Anabilim Dalı	
ÜYELER	Prof Dr Davut Alptekin Tıbbi Biyoloji Anabilim Dalı	
	Prof Dr Dinçer Yıldızdaş Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Anabilim Dalı	Toplantıya Katılmadı
	Prof Dr Mehmet Kanadaş Kardiyoloji Anabilim Dalı	
	Prof Dr Gülşah Seydaoğlu Biyoistatistik Anabilim Dalı	Toplantıya Katılmadı
	Prof Dr Gürhan Sakman Genel Cerrahi Anabilim Dalı	
	Prof Dr Murat Gündüz Anesteziyoloji ve Reanimasyon Anabilim Dalı	Toplantıya Katılmadı
	Av. Zehra Bulut Hukukçu Üye	
	Dr Neşe Kayrın Kurum Dışı Üye	

Çukurova Üniversitesi Tıp Fakültesi Dekanlık Binası, Balcalı 01330 Adana
Telefon: 0322 338 60 60 dahili 3465, Faks: 0322 338 67 22

ÖZGEÇMİŞ

1977 yılında Amasya 'da doğdu. Orta ve lise eğitimimi Ankara Hasanoğlu Anadolu Öğretmen Lisesinde tamamladı. 1996 yılında girdiği Ankara Üniversitesi Diş hekimliği fakültesinden 2001 yılında mezun oldu. 2002-2005 yılları arasında T.C Sağlık Bakanlığı Amasya Üniversitesi Sabuncuoğlu Eğitim ve Araştırma Hastanesinde, 2005-2008 yılları arasında Sağlık Bakanlığı Keçiören Osmanlı Ağız ve Diş Sağlığı Merkezinde, 2008-2015 tarihlerinde T.C Sağlık Bakanlığı Sivas Ağız ve Diş Sağlığı Hastanesinde diş hekimi olarak görev yaptı. 2015 DUS sınavı sonucunda Çukurova Üniversitesi Diş Hekimliği fakültesinde Çocuk Diş Hekimliği Anabilim Dalı'nda uzmanlık eğitimine başladı. Halen bu bölümde araştırma görevlisi olarak çalışmaktadır.