T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
DİŞ HASTALIKLARI ve TEDAVİSİ ANABİLİM DALI

ANTİBAKTERİYEL ETKİNLİKLERİNİN GELİŞTİRİLMESİYLE MODİFİYE EDİLMİŞ FARKLI TİPTEKİ CAM İYONOMER SİMANLARIN ANTİBAKTERİYEL, SİTOTOKSİK VE FİZİKSEL ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ

Muhammet YALÇIN

DOKTORA TEZİ

DİŞ HASTALIKLARI ve TEDAVİSİ ANABİLİM DALI

Danışman

Prof. Dr. Abdülkadir ŞENGÜN

KONYA–2009

T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
DİŞ HASTALIKLARI ve TEDAVİSİ ANABİLİM DALI

ANTİBAKTERİYEL ETKİNLİKLERİNİN GELİŞTİRİLMESİYLE MODİFİYE EDİLMİŞ FARKLI TİPTEKİ CAM İYONOMER SİMANLARIN ANTİBAKTERİYEL, SİTOTOKSİK VE FİZİKSEL ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ

Muhammet YALÇIN

DOKTORA TEZİ

DİŞ HASTALIKLARI ve TEDAVİSİ ANABİLİM DALI

Danışman

Prof. Dr. Abdülkadir ŞENGÜN

Bu araştırma Selçuk Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü tarafından 09102034 proje numarası ile desteklenmiştir.

KONYA–2009

ÖNSÖZ

Tez çalışmalarım süresince manevi olarak beni her zaman destekleyen sevgili eşim ve aileme,

Tezimin hazırlanması sırasında her konuda bana yardımcı olan, yol gösteren tez danışmanım Sayın Prof. Dr. Abdülkadir ŞENGÜN'e;

Doktora eğitimim süresince desteğini üzerimden esirgemeyen Yrd. Doç. Dr. Mehmet BOSTAN'a;

CİS'lerin modifikasyon işlemlerinde bilgi ve tecrübesi ile bana yol gösteren ve yardım eden Prof. Dr. İsmail AYDIN' a;

Mikrobiyojik testler esnasında bana yardım eden Yrd. Doç. Dr. Uğur ARSLAN'a;

Doktora eğitimim süresince emeği geçen; Prof.Dr. Füsun ÖZER'e, Prof. Dr. Nimet ÜNLÜ' ye, Doç. Dr. Bora ÖZTÜRK' e, Doç. Dr. Şölen GÜNAL' a ve Öğr. Gör. Dr. Nevin ÇOBANOĞLU' na;

Hücre kültürü laboratuar çalışmalarında ve mekanik testler esnasında bana her zaman yardımcı olan Buket BOZKURT ve Niyazi DÜNDAR' a;

Aynı mesaiyi paylaştığım çalışma arkadaşlarıma;

Teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

1.GİRİŞ 1
1.1.Cam İyonomer Simanlar 4
1.1.1.Cam İyonomer Simanların Genel Özellikleri 4
1.1.2.Cam İyonomer Simanların Antibakteriyel özellikleri 6
1.1.3.Cam İyonomer Simanların Biyouyumluluğu 9
1.1.4.Cam İyonomer Simanların Modifikasyonu İçin Kullanılan Kimyasallar . 12
1.2.Dolgu Maddelerinin Antibakteriyel Özelliklerinin Değerlendirilmesi 20
2. GEREÇ ve YÖNTEM 23
2.1. Cam İyonomer Simanların Modifiye Edilmesi 23
2.2. Modifiye Edilen Cam İyonomer Simanların Antibakteriyel Etkilerinin Değerlendirilmesi (Direkt Kontakt Testi) 26
2.2.1. Direkt Kontakt Testi (DKT) 26
2.3. Antibakteriyel Etki Gösteren Cam İyonomer Simanların Sitotoksisitelerinin Değerlendirilmesi 32
2.3.1. Hücrelerin idamesi 34
2.3.2. Materyal Ekstraktlarının Hazırlanması 34
2.3.3. Hücrelerin 96 Kuyucuklu Hücre Kültür Kabına Aktarılması 36
2.3.4. Hücreler Üzerine Materyal Ekstraktlarının Uygulanması 38
2.3.5. MTT Testinin Gerçekleştirilmesi 38
2.3.6. MTT Testi İçin İstatistiksel Değerlendirme 39
2.4. Sitotoksik Etki Göstermeyen Cam İyonomer Simanların Mekanik Özelliklerinin Değerlendirilmesi 40
2.4.1. Basma Dayanımı (Compressive Strength) Testi 40
2.4.2.Su Emilimi ve Çözünürlük Testi 43
2.4.3.Yüzey Pürüzlülüğü Testi 47
2.4.4.Yüzey Mikro Sertliği Testi (VHN) 49
3.BULGULAR 53
3. 1. Direkt Kontakt Testi (DKT) Bulguları 53
3.1.1. *Streptococcus mutans* Kullanılarak Yapılan Testin Bulguları 53
3.1.2. *Lactobacillus casei* Kullanılarak Yapılan Testin Bulguları 64
3.2. Sitotoksisite Testi Bulguları 74
3.3. Mekanik Testlerin Bulguları 80
3.3.1. Basma Dayanımı Testi Bulguları 80
3.3.2. Su Emilimi Testi Bulguları 82
3.3.3. Çözünürlük Testi Bulguları 84

3.3.4.Yüzey Pürüzlülüğü Testi Bulguları 86
3.3.5.Yüzey Mikro Sertliği Testi Bulguları 88
4.TARTIŞMA 91
4.1.Antibakteriyel Özelliklerin Değerlendirilmesi 91
4.2.Biyouyumluluğun Değerlendirilmesi 97
4.3.Mekanik Özelliklerin Değerlendirilmesi 99
5.SONUÇ VE ÖNERİLER 103
6. ÖZET 105
7.SUMMARY 107
8.KAYNAKLAR 109
10.ÖZGEÇMİŞ 113

SİMGELER VE KISALTMALAR

CİS: Cam İyonomer Siman

DKT: Direkt Kontakt Testi

ADT: Agar Difüzyon Testi

HEMA: 2-hydroxyethylmethacrylate

RSHM: Refik Saydam Hıfzıssıhha Merkezi

KM: Ketac Molar Easymix

F IX: Fuji IX GP

FBS: Fetal Bovine Serumu

BHI: Brain Hearth İnfuzyon Broth

BME : Bazal Medium Eagle

MTT: 3-(4,5-dimethylthiazol-2-yl)-2,5-diphenyltetrazolium bromid

VHN: Vicker's Sertlik Değeri

MPa: Megapaskal

Ort : Ortalama

SS: Standart Sapma

µl: Mikrolitre

nm: Nanometre

µg: Mikrogram

TSB: Triptik Soy Broth

PBS: Phosphate Buffered Saline

SE: Su Emilimi

SÇ: Suda Çözünürlük

S.mutans: Streptococcus mutans

L.casei: Lactobacillus casei

L. acidophylus: Lactobacillus acidophylus

FY: İstatistiksel olarak fark yok

1.GİRİŞ

Diş çürüğünün biyolojik yaklaşım ile tedavi edildiği görüşe göre çürüğün mekanik olarak kaldırılması, mikroorganizmaların eliminasyonu için yeterli olmamaktadır. Aynı zamanda çürük temizlenmesindeki amaç enfekte dentinin uzaklaştırılması ve çürükten etkilenmiş dentin dokusunun yani daha az sayıda bakteri içeren, parsiyel olarak demineralize olmuş, fakat kollajen matriksi bozulmamış ve remineralizasyon potansiyeline sahip dokuların korunmasıdır (Rüya Yazıcı ve ark. 2002). Çürük dişlerin restorasyonu için uygulanan bu yaklaşımda kavitede halen önemli oranda mikroorganizma kalabilmektedir.

Weerheijm ve ark (1993) bir CİS'in çürüğü engelleme etkisini klinik ve bakteriyolojik olarak inceledikleri çalışmalarında, çürük dentinin tamamen kaldırılmasına gerek olmadığı sonucuna varmışlardır.

Pulpal enflamasyonun başlıca etkenin mikroorganizmalar ve ürünleri olduğu bilinen gerçektir (Siqueira ve Rocas 2008). Dişlerdeki madde kayıpları iyi bir şekilde restore edilse dahi smear tabakası, dentin kanalı veya mine-dentin sınırındaki residuel mikroorganizmaların prolifere olabilecekleri ve toksinlerinin pulpaya diffuze olarak enfeksiyona neden olabilecekleri gösterilmiştir (Polydorou ve ark. 2006). Bu nedenle mikroorganizmaların sebep olduğu, postoperatif duyarlılık, çürük residivini ve pulpal enflamasyonu önlemek için antibakteriyel etkiye sahip restoratif materyallerin kullanımı önerilmektedir (Davidovich ve ark. 2007, de Carvalho FG 2009).

Yıllardan beri restoratif materyallerin çürük önleyici etkileri araştırılmaktadır. Silikat siman florid içeren çürük önleyici materyal olarak tanımlanan en eski materyaldir. Silikat simandan ve diğer materyallerden florid salınımı kolayca ölçülebilir. Bir çok araştırmacı materyalin çürük önleme kabiliyetinin florid salınımıyla ilgili olduğunu söylemişlerdir. Bunun için daha çok çalışmaya ihtiyaç vardır (Maddi ve ark. 1999, Christensen 2000, Nakajo ve ark. 2009). Geçmişte silikat siman kullanan bazı hekimler simanın etrafında çürüğe rastlamışlardır. Bunun gibi deneysel gözlemler olmasına rağmen restoratif materyallerin içeriğindeki flor miktarı

ve diğer çürük önleyici elementlerin ne kadar bulunacağına dair bilimsel araştırmaların sınırlı sayıda olduğu gözlenmektedir.

Diş ve restorasyon ara yüzeyindeki bakteri miktarının azaltılmasının sekonder çürük ihtimalini düşürmesi beklenir. Bu durum antibakteriyel etkinliği yüksek ve remineralizyon potansiyeli olan materyaller ile mümkündür (Hicks ve ark. 1986, Wiegand ve ark. 2007, Okida ve ark. 2008).

Diş çürüklerinin kontrolünde hem koruyucu hem de restoratif tedaviye ihtiyaç duyulur. Bir dental materyalin antikaryojenik davranışı onun florid içeriğiyle ilgili olabilir. Materyallerdeki florid içeriği ile çürük lezyonu ve sekonder çürükleri önlemek için gerekli florid salınım miktarı arasındaki ilişki yeteri kadar kanıtlanmamıştır. Dolgu maddelerinin içeriğindeki floridin, dolgu maddelerinin fiziksel özellikleri üzerindeki olumsuz etkilerinin yanı sıra kabul edilebilir sınırlarda olduğu düşünülebilir (Markovic ve ark. 2008). Florid içeren CİS'lerin antibakteriyel etkinliğini artırmak için farklı çarelerde hesaba katılmalıdır.

CİS'lerin yüksek çürük tehdidi olan durumlarda bile restorasyona komşu minede çürüğün oluşmasını ve ilerlemesini engellediği, ancak kompozit reçinelerin ise bitişik minedeki yüzeyel çürüklerin gelişimini önleyemedikleri bildirilmektedir. CİS'lerin etrafındaki minede florid alımının daha yüksek, mineral kaybının daha düşük olduğu ve geniş bir antikariyojenik etkiye sahip oldukları, bu nedenle yüksek çürük riskine sahip hastalarda, sekonder çürüklerin önlenmesi amacıyla kullanılmaları önerilmektedir (Serra ve Cury 1992, Benelli ve ark. 1993).

Diş çürüğü yüksek bireylerde ve yaşlı hastalarda çürük önleyici materyallerin kullanım ihtiyacı açıktır. Florid çürük önlemedeki tek element değildir. Çürüğü elimine eden veya azaltan diğer elementler de olabilir. Güncel çalışmalar çürük önleyici materyalleri bulmaya çalışmaktadır (Frencken ve ark. 2007, Türkün ve ark. 2008). Bu arada çürüğü önlemede gerekli olan optimum florid miktarlı materyal geliştirilmeye çalışılmaktadır (Christensen 2000).

Restorasyon marjinleri insan oral florasındaki antikaryojenik mikroorganizmalar için sızıntı yoludur. Sabit köprüler genellikle çürük nedeni ile

kaybedilir. Bu yüzden iyi fiziksel ve antibakteriyel özelliklere sahip simanların çürüğün engellenmesinde faydası olabilir. Kalsiyum hidroksit içeren simanların antibakteriyel aktivite ile çürük dentini siterilize ettiği görülmüştür. Çürük lezyonlarını azaltmak için destek dişlerin antibakteriyel simanlarla yapıştırılması önerilir (Lewinstein ve ark. 2005). Benzer şekilde daimi restorasyon altında kullanılacak kaide maddelerinin de antibakteriyel etkinliği yüksek materyallerden seçilmesi sekonder çürük gelişimine karşı dişi daha fazla koruyabilir.

Gama-Teixeira ve ark (2007) çürük formasyonu etrafında amalgamı, kompozit rezini ve CİS'leri bakteriyel lezyonların gelişmesini bastırmaları açısından değerlendirmiştir. Bu çalışmaya göre CİS'ler bir restoratif materyal olarak kullanıldığı zaman sekonder çürük gelişimini durduran en etkili materyaldir. Amalgam ve kompozit rezin ise sekonder çürüklere karşı hiçbir koruma gösterememiştir.

CİS'ler, mine ve dentine kimyasal olarak bağlanması, flor salınımı yaparak restorasyona komşu diş dokularını sekonder çürüklere karşı dirençli kılması gibi olumlu özellikleri nedeniyle yaygın kullanım alanı bulan materyallerdir. Ancak CİS'lerin bu özellikleri hep tartışılmış ve her zaman tartışma konusu olmuştur.

CİS'lerin potansiyel karyostatik etkileri, florid salınımı ve antibakteriyel aktiviteleri gibi özelliklere sahip olmaları bu materyalleri avantajlı hale getirmiştir (Markovic ve ark. 2008).

1.1.Cam İyonomer Simanlar

1.1.1.Cam İyonomer Simanların Genel Özellikleri

CİS'ler 1972 yılında Wilson ve Kent tarafından geliştirilerek ASPA (alumino silicate polyacrylic acid) adı altında tanıtılmıştır (Wilson ve Kent 1972). CİS'lar yaşlılarda ve çürük aktivitesi fazla olan kişilerde, süt dişlerinde, kök yüzey çürüklerinde, servikal erozyon ve abrazyon lezyonlarında, estetiğin önemli olmadığı küçük kavitelerde ve tünel kavitelerde, kanal dolgu maddesi olarak ve retrograt dolgu materyali olarak kullanılırlar.

Klasik CİS'ler genel olarak toz-likit sisteminden oluşur. Simanın likit kısmını oluşturan poliakrilik asitin, diş dokularına kimyasal bağlanma ve biyolojik uygunluk özelliklerine sahip olduğu iddia edilmektedir (Sidhu ve Schmalz 2001). Toz kısmı ise; silisyum oksit (%29), alüminyum oksit (%16,6), karyolit (%5), kalsiyum florid (%34,3), alüminyum florid (%5,2) ve alüminyum fosfatla (%9,9) birleşmesi ile oluşan yüksek florid içerikli bir alüminosilikat camdır. Son yıllarda CİS'lerin fiziksel özelliklerini artırmak için bileşimlerine resin monomerler de katılmıştır.

Kullanılan cam tozları asitle parçalanabilen cam olup ince toz haline getirilmişlerdir. Asit ile karşılaştıklannda Ca^{+2} ve Al^{+3} gibi iyonlar salarlar. Likit bölümü ise poliakrilik asit, tartarik asit, itakonik asit veya sadece distile su olabilir. Likit bölümünde sadece su içerenlerde poliakrilik asit yerine tozda polimaleik asit bulunur (O'Brien 2002, Önal 2004).

CİS'lerin diş dokularına kimyasal olarak bağlanması, polikarboksilik asitin COO^- gruplarıyla hidroksiapatitin Ca^+ iyonları arasında hidrojen iyon köprüleri aracılığıyla gerçekleşir. Ayrıca poliasitteki COO^- gruplarıyla, hidroksiapatitdeki fosfat grupları yer değiştirir. Bu olay, yeni karıştırılmış siman kaviteye yerleştirildiği zaman, ilk asit atakları süresince meydana gelir. Simanın sertleşmesi ve mine-dentin yüzeyinin çözünmesi yerel pH'da bir yükselmeye neden olur. Poliasitin tamponlanması sonucu siman-diş ara yüzeyinde mineral karışımı çökelir. Bu karışım,

sertleşmiş siman-diş ara yüzeyinde bir kalsiyum fosfat/polikarboksilat kristal yapısı gibi hareket eder. Dentinde ise hidroksiapatite bağlanmanın yanısıra, dentin kollageninin NH_2 grupları ile poli-karboksilik asitin COO^- grupları arasında hidrojen iyon köprüleri aracılığıyla ikinci bir bağlanma gerçekleşir (Walls 1986, McLean ve Wilson 2004).

Firmalar CİS'leri kullanım alanlarına göre Tip I, Tip II, Tip III biçiminde sınıflandırarak üretmişlerdir. Tip I CİS'ler kron köprü simantasyonunda, Tip II CİS'ler dolgu maddesi, Tip III CİS'ler de kavite taban maddesi ve pit ve fissür örtücü olarak kullanılırlar. CİS'ler her üç tip kullanım alanında da hem pulpa hem de periodontal dokular ile yakın temastadır (Dayangaç 2000). Çalışmalarda daha çok CİS'lerin retansiyonuna ve fiziksel özelliklerine odaklanılmıştır. Antibakteriyel etkinlik ve biyouyumluluk ile ilgili çalışmalar daha az yer almaktadır.

Yeni materyallerin gelişmesiyle birlikte diş hekimliğinde çeşitli klinik koşullara uygun geniş çapta biyomateryal ihtiyacı karşılanmaktadır. Bütün gelişmelere rağmen, hala materyaller tam olarak biyouyumluluk, antimikrobiyal etki ve iyi mekanik özelliklerine sahip değildir. CİS'ler 1972'de Wilson ve Kent tarafından tanımlanmasından beri popülarite kazanmıştır. Geleneksel CİS'ler biyouyumluluk, çekmeye dayanıklılık, diş yapısına kimyasal bağlanma ve florid salınımı yapmaları gibi bazı özelliklere sahiptir. Önceki simanların bazı klinik dezavantajlarını ortadan kaldırmak için yeni formüller geliştirilmiştir. Bu formüller özellikle fiziksel özelliklerini geliştirmeyi amaçlamıştır. Birçok klinik durumlarda, rezin-modifiye CİS'ler, geleneksel CİS'lere göre daha dayanıklı bir alternatif olarak görülmektedir (Mousavinasab ve ark. 2008).

CİS'lerin adhezyon, marjinal adaptasyonu, florid salınımı, estetik, biyouyumluluk gibi avantajları, fiziksel yetersizlik ve su hassasiyeti gibi dezavantajları vardır (Cho ve Cheng 1999).

CİS'lerde cam tozdaki değişiklikler, toz-likit oranı, siman kütlesinin su kaybetmesi ve porözite fiziksel özellikleri etkiler (Walls 1986, Demirci ve Üçok 1996).

CİS'ler diğer restoratif materyallere alternatif olarak süt dişlerinde en sık kullanılan materyallerdir. Cam iyonomer restoratif materyali mine ve dentine kimyasal adezyon, dentin dokusundan minimal miktarda kaldırma, potansiyel çürüğe karşı florid salınımı, iyi biouyumluluğu ve diş rengine benzerliği gibi önemli özelliklere sahiptir (Cho ve Cheng 1999, Markovic ve ark. 2008, Bonifacio ve ark. 2009). Fakat bunların yanında sertleşmenin erken döneminde neme karşı hassasiyet ve erken dönemlerde dehidratasyon, düşük kırılma dayanımı ve aşınmaya karşı düşük direnç gibi dezavantajları vardır. Ayrıca rezin kompozitlerle ve amalgamla karşılaştırıldığında okluzal kuvvetlere karşı daha düşük kırılma dayanımı gösterirler (Cho ve Cheng 1999, Qvist ve ark. 2004, Bonifacio ve ark. 2009). CİS'ler dezavantajlarından dolayı dişhekimliğinde hala ideal bir restoratif materyal olarak kullanılamamaktadır. Bu amaçla CİS'lerin hem fiziksel hem de antibakteriyel özelliklerini iyileştirmek amacıyla değişik formülasyonlar geliştirilmektedir.

1.1.2.Cam İyonomer Simanların Antibakteriyel özellikleri

Diş çürüklerinin gelişmesinde asidojenik bakteriler temel rolü oynar. Uygulanan tedavi metodları, çürük bölgesinden her zaman bütün mikro organizmaları elimine edemez. Bakterilerin diş yapısındaki mikro çatlaklara invazyonu ile tedaviden sonra sekonder çürükler oluşabilir (Marczuk-Kolada ve ark. 2006)

Yaman ve ark (2004) kompozit ve kompomerin CİS'lerden daha az çürük önlediğini öne sürmektedirler. Bu çalışmaya göre kompomer ve kompozitlerle karşılaştırıldığında CİS'lerin çürük benzeri lezyonların oluşmasında önleyici bir etkisinin olduğu görülmüştür. Bu etkinin materyalden florid iyonunun çözünmesiyle ilgili olabileceği düşünülmektedir. Daha önceki çalışmalarda CİS'lerin minede ve restorasyon arayüzünde çürük benzeri lezyon ataklarına karşı belirgin bir koruma sağladığı görülmüştür. CİS'lerden salınan florid hidroksiapatitin yapısına katılarak mine, sement ve dentinin mineral komponentine dahil olur. CİS'ler sadece kavite duvarlarını değil restorasyona bitişik bölgeyi de korur. Geleneksel CİS'lerden salınan

floridin in vitro ortamda komşu dişteki mine tarafından alındığı ve minenin çözünürlüğünde azalmayla sonuçlandığı görülmüştür.

Çürük riski yüksek hastalarda çürük önleyici restoratif materyallerin kullanılmaları gerekmektedir. Şu an mevcut olan çürük önleyici materyaller florid veya faydalı iyon salınımı yapabilen smart materyallerden hibrit ionomerler, kompomerler, CİS'lerdir (Christensen 2000).

Diş çürüklerinde asidojenik bakteriler en etkili mikroorganizmalardır. CİS'lerin bu asidojenik mikroorganizmalara karşı antikaryojenik etkileri vardır ve bu etkide florid önemli bir rol oynamaktadır (da Silva ve ark. 2007).

Diş çürüğüne karşı koruma sadece bakteriyel asit üretimini durdurma ile değil aynı zamanda bakterilerin gelişimini de baskılama ile sağlanır. Bu yüzden CİS'lerin, dolgu kenarlarında bakterilerin asit üretimini ve gelişimini azaltacağı umulur. Bir çalışmada asit üretiminin inhibisyonuyla in vivo olarak diş yüzeyindeki demineralizasyonun durdurulduğu ve remineralizasyonun sağlandığı görülmüştür (Nakajo ve ark. 2009).

CİS'lerin zaman içinde florid iyonları açığa çıkardıkları için, dolgu-diş arasındaki yüzeyde bakterilerin metabolizmalarını engelleyerek bu şekilde antibakteriyel bir özellik gösterdikleri ileri sürülmüştür (Svanberg ve ark. 1990).

Geleneksel CİS'ler gibi florid salan restoratif materyaller biyouyumlulukları ve karyostatik özellikleriyle süt ve daimi dişlerde sıklıkla kullanılır. CİS'lerin aynı zamanda belirli seviyede antibakteriyel etkisi vardır. CİS'ler ile yapılan dolguların üzerindeki *Streptococcus mutans(S.mutans)* sayısının kompozit dolguların üzerindekinden daha az olduğu rapor edilmiştir. Bu sonuçlar CİS'lerin *S. mutans'* ların asit üretimini ve bakteriyel potansiyeli azalttığını göstermiştir (Nakajo ve ark. 2009).

Da Silva ve ark (2007) atravmatik restoratif tedavide kullanılan 4 CİS'in ağız hastalıklarında etkili *S.mutans, Streptococcus sabrinus, Lactobacillus acidophylus (L. acidophylus)* üzerine etkisini agar difüzyon testi yöntemiyle araştırmışlardır. Agar

difüzyon testi bakteri kültürlerine uygulandığında bütün simanların antibakteriyel aktivite gösterdiği tespit edilmiştir. Gruplar arasında Fujı IX ve Ketac Molar atravmatik restoratif tedavi yaklaşımında en etkili antibakteriyel simanlar olduğu saptanmıştır.

Davidovich ve ark (2007) 3 tip CİS'in antibakteriyel etkinliklerini direkt kontakt test yöntemiyle değerlendirmişlerdir. Bu çalışmanın sonuçlarına göre bu CİS'lerin *S.mutans, Actinomyces Viscosus* ve *Enterococcus Faecalis'* e karşı etkili olduğu görülmüştür. Bu etki *Enterococcus Faecalis'* te bir haftada yok olmuştur. Araştırıcılar klinik olarak anlamlı olan bu bulgulardan sonra daha çok araştırma gerektirdiğini ifade etmişlerdir.

Rekürrent çürüklerin oluşumunda daha az potansiyele sahip olan cam iyonomer restoratif materyallerinin marjinlerinde *S.mutans* ve plak seviyesi düşük bulunmuştur. Cam iyonomer restoratif materyallerinin marjinlerindeki mine demineralizasyonunun engellendiği görülmüştür. Çalışmalar CİS'lerin florid iyonu salarak plak asidojenitesini düşürerek antibakteriyel etki gösterdiğini belirtmiştir. CİS'den florid salınımının, yerleştirildikten sonraki ilk birkaç günde en fazla olduğu görülmüş daha sonra uzun dönemde azalarak sabit seviyeye indiği tespit edilmiştir (Davidovich ve ark. 2007). Dolayısı ile florid salınımının azaldığı veya yeterli olmadığı durumlarda bu simanlardan ilave antibakteriyel etki rekürrent çürük ihtimalini azaltabilir.

Marczuk-Kolada ve ark (2006) kullandıkları dental materyallerden florid iyonu salınımı yapanların hepsinin antibakteriyel bir etkiye sahip olduğunu belirtmişlerdir.

Menon ve ark (2006) Fuji II, Vitremer, Miracle Mix ve poliasit modifiye kompozit rezin (kompomer) olan Dyract'nın in vitro olarak antibakteriyel aktivitesini agar difüzyon testi kulllanarak karşılaştırmışlardır. Bu çalışmanın sonuçlarına göre her üç CİS da antibakteriyel etki göstermiştir. Bu CİS'lerden Vitremer en fazla antibakteriyel etki göstermiştir. Daha sonra sırasıyla Fuji II ve Miracle Mix takip etmiştir. Dyract herhangi bir antibakteriyel aktivite göstermemiştir.

Yukarıda belirtilen literatür ışığında CİS'lerin belirli seviyede antibakteriyel etki gösterdikleri ancak kavitede kalan bakterilerin stabilizasyonu veya ortadan kaldırılması ve sekonder çürük ihtimalinin azaltılması için CİS'lerin antibakteriyel gücünün artırılmasının bir ihtiyaç olduğu anlaşılmaktadır.

1.1.3.Cam İyonomer Simanların Biyouyumluluğu

CİS'lerin kavitede kalabilecek mikroorganizmalara karşı antibakteriyel etki göstermesi olumlu bir özellik olmasına karşın materyallerin biyouyumlu olması da bir diğer önemli özelliğidir.

Diş hekimliğinde kullanılan dolgu maddeleri ile ilgili daha çok fiziksel ve mekanik özelliklerinin geliştirilmesi üzerine çalışmalar yapılmakta ancak toksisite veya biyouyumluluk konusunda çalışmalar limitli kalmaktadır. Biyouyumlu materyallere olan ihtiyaç toksisite testlerinin kullanılmasını zorunlu kılmaktadır.

CİS'ler biyouyumlu materyaller olarak sınıflandırılmıştır. Bu materyaller hücre kültürü çalışmalarında hücre gelişimi üzerinde çok az veya hiç bir etki göstermemiştir. Bundan dolayı CİS'ler kaide veya astar materyali olarak ve retrograd dolgu materyali olarak tercih edilmektedir (Kovarik ve ark. 2005).

Caughman ve ark (1990) CİS'lerin yapıştırıcı tipi olan Ketac-Cem ile yaptıkları çalışmada gingival fibroblast hücrelerinde hiçbir morfolojik hasar oluşmadığı sonucuna varmışlardır. Bu çalışmada CİS'lerin kompozit rezinlerden daha az sitotoksik etki oluşturduğu ve aslında direk hücre temasına izin verilebilecek tek materyalin CİS'lerin olduğunu iddia etmişlerdir. Ancak, tamamen etkisiz olmadığını bildirmişler çünkü RNA'yı ve gingival fibroblast kültürlerinde protein sentezini inhibe ettiğini gözlemlemişlerdir. Bu nedenle araştırmacılar etkinin boyutunun hücre tipine, materyalin doldurucu oranına ve maturasyon zamanına bağlı olduğu sonucuna varmışlardır.

Chang ve Chou (2001) CİS'lerden salınan floridin pulpa hücreleri üzerine olan etkisini araştırmışlar ve florid'in kültüre edilmiş insan pulpa hücreleri üzerinde hücre büyümesini, proliferasyonunu, mitokondrial aktivitesini ve protein sentezini inhibe edici özelliklerinin olduğu sonucuna varmışlardır.

Klinik diş hekimliği uygulamalarında geleneksel CİS'ler düşük sertleşme sıcaklığı ve hızlı nötralizasyondan dolayı iyi biouyumluluk gösterirler ve bu simanlar genel olarak polimerizasyon esnasında simanından yararlı iyonlar salarlar (Nicholson ve Czarnecka 2008).

Geleneksel CİS'ler nötral şartlarda Na, Si, P ve F saldığı ve asidik şartlarda Ca saldığı bilinir. Alüminyumdan ayrı olarak bu iyonların farklı fiziksel süreçlerde vücuda çeşitli faydaları vardır ve bazıları diş yüzeyinin remineralizasyonuyla ilişkilidir. Alüminyumun iskelet ve hematopeotik sisteme ve merkezi sinir sistemine toksik etkileri vardır. Bununla birlikte CİS'lerden salınan alüminyum düşük miktardadır ve vücuttaki bu mevcut alüminyum gastrointestinal sistemden atılır. Bu materyaller klinik diş hekimliğinde kullanıldığında genel olarak biouyumludurlar ve yan etkileri bildirilmemiştir (Nicholson ve Czarnecka 2008).

Gaintantzopoulou ve ark (1994), ışıkla sertleşen 2 cam iyonomer kaide simanının, çok derin kavitelerde hafif pulpa reaksiyonu meydana getirdiklerini bildirmektedirler.

Mousavinasab ve ark (2008) CİS'leri kuafaj materyali olarak kullanmışlar ve pulpanın bu CİS'a karşı vermiş olduğu cevabı değerlendirmişlerdir. Bu çalışmada test edilen simanlar bütün zaman aralıkları boyunca bakteriyel sızıntıya karşı hemen hemen tam bir kapama sağlamış ve ciddi bir enflamatuar pulpa cevabı oluşmamıştır.

Birçok hücre kültürü çalışmalarında ışıkla sertleşen CİS sistemlerinin, geleneksel CİS'lerden daha az biyouyumlu ve daha çok sitotoksik olduğunu göstermiştir. Bir rezin modifiye CİS kullanılarak yapılan indirekt pulpa kuafajında kabul edilebilir pulpa cevabının olduğu rapor edilmiştir (Mousavinasab ve ark. 2008).

Rezin modifiye CİS'lerin temel komponenti HEMA momomeridir. Bu materyaller tedavi esnasında çeşitli biyolojik etkilere sahiptir. Bu yan etkiler sitotoksisite, tekrarlayan enfeksiyonlar, solunum problemleri, apoptosis, kontak dermatitisdir. Rezin modifiye CİS'ler, geleneksel CİS'lerden biouyumluluk yönünden daha zayıftır (Nicholson ve Czarnecka 2008).

Ratanasathien ve ark (1995) ile Schmalz ve ark (1996) ayrı ayrı yaptıkları çalışmalarda L–929 fibroblastlarının tek tabakalı hücre kültürünü kullanarak Vitrebond isimli ışıkla sertleşen bir CİS'in sitotoksisitelerini değerlendirmişlerdir. Bu CİS' in bir komponenti olan 2 hidroksietil-metakrilat maddesine bağlı olarak sitotoksik etkinin oluştuğunu ileri sürmüşlerdir.

Ayrıca bir diğer çalışmada da araştırmacılar Vitrebond'dan diphenyliodonium chloride salındığını bulmuşlardır. Onlar rezin modifiye simanlardan salınarak sitotoksik etki gösteren birincil faktörün bu fotoinitatör olduğunu belirtmişlerdir. Üretici tavsiyelerine göre Vitrebond direkt pulpa kuafajında kullanılmaz. Eğer pu lpa ile temas edecekse altına kalsiyum hidroksit içerikli bir materyal kullanımı tavsiye edilmektedir (Geurtsen ve ark. 1998).

Şengün ve ark (2008) yaptıkları çalışmada geleneksel bir CİS olan Riva Self Cure'u düşük oranda toksik bulmuş fakat yine geleneksel CİS olan Ketac Molar'ı ve Fuji IX'u ve Rezin Modifiye CİS olan Fuji II LC'yi kontrol guruplarıyla karşılaştırdıklarında üç boyutlu pulpa hücreleri üzerinde sitotoksik bulmamıştır. Bu çalışmada test edilen tüm CİS'ler tek tabakalı hücre kültürü üzerinde sitotoksik etki göstermiştir. Ancak geleneksel CİS olan Ketac Molar en düşük sitotoksik etki gösterirken kültür edilmiş pulpa hücreleri üzerinde rezin modifiye CİS olan Riva Light cure siman en fazla sitotoksik etki göstermiştir. Bu bulgular ışığında çalışmamızda düşük toksisite gösteren 3 CİS'in antibakteriyel olarak modifikasyonu amaçlanmaştır.

Şu an piyasada bulunan CİS'ler içerisinde biyouyumlu materyaller bulunmakla birlikte bu materyallerin antibakteriyel olarak modifiye edilmesinin toksik etki oluşturup oluşturmayacağına dikkat edilmelidir. Günümüze kadar CİS'leri modifiye etmek için türlü kimyasallar farklı konsantrasyonlarda kullanılmaktadır.

Çalışmamızda test edilen materyaller daha önceki çalışmalarda yüksek derecede biyouyumlu olduğu saptananlar arasından seçilmiştir. Bu materyallere katılan antibakteriyel ajanların optimal derecede antibakteriyel etki ve biyouyumluluk özelliği verecek oranı ve aynı zamanda mekanik özellikleri araştırılmıştır.

1.1.4.Cam İyonomer Simanların Modifikasyonu İçin Kullanılan Kimyasallar

Son zamanlarda kompozit rezinler, akrilik rezinler, klorhekzidin eklenmiş CİS'ler ve dörtlü amonyum bileşikleri gibi modifiye dolgu materyalleri incelenmiştir (Jedrychowski ve ark. 1983, Ribeiro ve Ericson 1991, Imazato 2003). Ayrıca antiseptik ajanlar, antibakteriyel bir restoratif materyal elde etmek için CİS'la kombinasyon içinde kullanılma potansiyeline sahiptirler (Türkün ve ark. 2008). Yine de restoratif maddelere antibakteriyel ajanların eklenmesi sıklıkla ya toksisiteye ya da fiziksel özelliklerin değişimi ile sonuçlanır. Türkün ve ark (2008) tarafından klorhekzidin dihidrokloride ve klorhekzidin diasetat içeren CİS'lerin, materyallerin fiziksel özelliklerinden önemli ölçüde taviz vermeksizin antibakteriyel etkiyi arttırabildikleri iddia edilmiştir.

Restoratif materyalin antibakteriyel etkisi önemli bir özelliktir. Sadece sekonder çürük oluşumunu engellemekle kalmaz mikroorganizmaların metabolizmalarını da etkiler. Ayrıca bakteri büyümesini azaltır hatta durdurur. Bu yüzden CİS'lerin yapısında yer alabilecek antibakteryel etkili maddeler incelenmekte ve bazı iyonların kimyasal etkisi hakkında daha detaylı incelemeler yapılmaktadır (da Silva ve ark. 2007). Çalışmamızda da kalay florid, klorhekzidin, gluteraldehid, lityum klorid ve alüminyum fosfat ile modifiye edilmiş CİS'lerin antibakteriyel etkinliklerinin değişip değişmediği incelenmiştir.

1.1.4.1.Kalay Florid

Kalay florid 'SnF_2' formülasyonuna sahip kimyasal bir bileşiktir. Renksiz ve katı bir haldedir. Genel olarak diş macunlarında kullanılır. Minede, apatiti fluorapatite dönüştürür ve böylece mine, bakteriler tarafından oluşturulan asitlere karşı daha dirençli olur. Sodyum florid ve sodyum fluorofosfat da benzer şekilde hareket eder. 'Crest' diş macunlarında ilk defa kullanılmıştır fakat daha sonraları yerini sodyum monofluorofosfat almıştır (Işıksal ve Sandallı 2007).

1950'li yıllarda floridin kalay ile oluşturdugu tuzu koruyucu dişhekimliginde denenmiştir. Bu tuz ile mineye 3 kat daha fazla bağlanma olmaktadır. Klinikte de %50 oranında daha fazla çürük önledigi görülmüştür. Etkisi şöyle açıklanabilir; kalay floriddeki florid, kalsiyum ile birleşince fosfatlar açıkta kalır. Bunlar da kalay ile birleşirler ve dişin üzerinde bir zırh oluştururlar. Bu zırh dişi zararlı etkenlere karşı korumaktadır (Işıksal ve Sandallı 2007).

Kalay floridli preparatların, diğer florid bileşiklerinden birkaç farklı etkisi bulunmaktadır. Kalay florid, etki mekanizması ve antibakteriyel özelliği nedeniyle *S.mutans* sayısını azaltır, diş üzerinde plak oluşumunu güçleştirir (Oktay 1998).

Florid salan CİS'lerin sekonder çürüğü engellediği iyi bilinmektedir. Minimal müdahale kavramı çürük tedavisinde florid salan materyalleri kullanmayı önermiştir. Çürüğün etkili bir şekilde önlemesi için restoratif materyallerden küçük konsantrasyonlarda florid salınmasının gerekli olduğu düşünülmektedir (Kameyama ve ark. 2002).

CİS'ler % 10-23 oranında florid içerir. Genellikle simandaki florid içeriği ile florid salınım miktarı arasında direkt bir ilişki olduğu kabul edilir. Laboratuvar çalışmaları açıkça CİS'lerin çürük gelişimi ve ilerleyişi üzerindeki güçlü etkilerini kanıtlamaktadır (Markovic ve ark. 2008).

Floridin bakteri metabolizma biosentetiğini engellediği bilinir. Fakat bu çürük önlemedeki antimikrobiyal etkinin, floridin çürük gelişimi ve sürecinde sert dokularla direkt etkileşimi ile karşılaşdığında çok az veya hiç etkili olamadığı

düşünülebilir. Floridin restoratif materyallerden tükrüğe ve plağa salınarak antibakteriyel etki gösterdiği ileri sürülmektedir (Wiegand ve ark. 2007).

Materyallerin florid salınımı ve reşarj özelliği yapısındaki matrikse, doldurucuya, florid içeriği ve restorasyonun çevre şartlarına bağlıdır. CİSve kompomerler gibi florid salan materyaller çoğunlukla karyostatik özellikler gösterirler ve in vitro şartlarda bakteri metabolizmalarını etkileyebilirler. Buna rağmen florid salan restoratif materyaller sekonder çürükleri önlese de klinik çalışmalarla bu kanıtlanmamıştır (Wiegand ve ark. 2007).

Floridli materyallerin koruyucu diş hekimliğinde geniş bir spektrumu vardır. Demineralize ve remineralize olan erken mine çürük lezyonlarında florid kullanımı çürüğün gelişimine engel olur. Restoratif materyaller içinde bir miktar florid bulundurulması restorasyon marjinlerinde ve risk alanlarında sekonder çürüklerin gelişimini engelleyebilir. Bu yüzden florid kullanımı çürüğü önlemede bir metod olarak kullanılabilir. Florid salan materyaller, özellikle yüksek çürük riski olan hastalarda sekonder çürüğü engellemesi açısından önemlidir (Okida ve ark. 2008).

Seal materyallerinde retansiyon fonksiyonunun ve florid salma özelliğinin olması istenir. Lobo ve ark (2005) tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada test edilen materyaller arasında florid salan ve florid salmayan kompozit seallara kıyasla rezin modifiye CİS örneklerinden daha yüksek seviyede florid salındığı görüldü ve daha önceki çalışmalarla doğrulandı. Bu çalışmada rezin modifiye CİS'lerin florid salma kapasitesinin ve karyostatik faydasının sealın hem yanında hem de civarında olduğu görüldü. Bu özellikler yüksek çürük riskli hastalar için faydalı olabilir.

Restoratif materyallerde yüksek florid salınımından (geleneksel CİS ve rezin modifiye CİS), orta düzeyde florid salınımına (kompomer), düşük florid salınımına (florid salan kompozitler ve florid salan amalgamlar) ve florid salmayan materyallere kadar bir süreç görülmektedir. Bununla birlikte florid salma potansiyeli sadece farklı restoratif materyaller arasında değil aynı zamanda farklı markalar arasında da değişebilir. Restoratif materyallerden optimum florid salınımı (kısa ve uzun dönem) restorasyonların matrixlerine, yapım mekanizmalarına, florid içeriklerine ve değişik çevre şartlarına bağlıdır. Bununla birlikte başlangıçta çok yüksek miktarda salınımı

veya uzun dönem salınımı çürüğü önleme ve remineralizasyon mekanizmasında daha önemli olsada düşük fakat devamlı miktarda florid salınımı daha etkili olabilir. Yine de florid salan materyaller topikal florid uygulamalarıyla florid rezervuarı gibi davranmaktadır ve materyallerden florid salınımı tükürükte ve plakta florid seviyesini yükseltmektedir. Tükürükteki, plaktaki ve diş sert dokularındaki florid miktarının arttırılmasıyla, karyostatik etkinin arttırılmasına rağmen klinik çalışmalar ve çelişkili veriler bu materyallerin sekonder çürüğü önlemede florid salınımı yapmayan materyallere göre yeterli olup olmadığını tartışmaktadır (Wiegand ve ark. 2007).

Florid iyonları dental plakta (biofilm) birikir, *S.mutans* ve *Laktobacillus* seviyesini azaltarak çürük lezyonlarının remineralizasyonuna yardımcı olur. Bazı araştırmalar CİS ile yapılan restorasyonların ciddi derecede bakteri inhibisyonu gösterdiğini kanıtlamıştır (Amaral ve ark. 2006).

Uzun dönem florid salınımı gösteren geleneksel CİS'ler, camın bozulmasıyla serbest kalan içteki floridin haricinde, sertleşmeden sonra oluşan bir rezervuar içermektedir. Geleneksel CİS'lerde ilave etkiler yada uzun dönem salınıma ait işlemler uygulamadan sonra arda kalan camdan sızan ilave florid ya da polialkenoat/silikagel matrixin değişik formasyonuyla meydana gelir (Dhondt ve ark. 2001).

Materyallerden florid salınmasıyla sekonder çürüklerin önlenebileceği düşünülmektedir. Florid dişin demineralizasyonunu önleyerek ve diş yapısının remineralizasyon potansiyelini artırarak çürüğü önlemeye katkıda bulunur. Bu sebeplerden dolayı florid çeşitli restoratif materyallere eklenmiştir. Bitişiğindeki diş yapısında florid iyonlarını salma ve mikro açıklık ve sekonder çürükleri önleme özelliğine sahip materyallerden birisi de CİS'lerdir. Florid salan başka bir materyal ise CİS'in özelliklerine ve kompozitin bazı özelliklerine sahip olan kompomerlerdir. Son zamanlarda florid salan kompozitler formüle edilmiştir. Florid geri alınımı florid salan rezin kompozit materyale komşu mine ve dentinde meydana geldiği görülmüştür (Yaman ve ark. 2004)

CİS'ler florid içerdikleri için antikaryojenik özelliğe sahiptirler. CİS'lerin bu özelliği florid salımından ve depolanmasından kaynaklanır. Florid minedeki hidroksilapatitin hidroksil iyonları ile yer değiştirerek çürüğe karşı son derece dayanıklı olan fluorürapatiti meydana getirir. Florid ayrıca plak metabolizmasındaki görevli enzimleri inhibe eder. Florid remineralizasyonu olumlu yönde etkileyip, dişleri çürüğe karşı daha dirençli kılar. Geleneksel CİS'lerin, florid salmayan simanlarla karşılaştırıldıklarında dişlerde beyaz nokta lezyonlarını inhibe ettikleri gösterilmiştir (Kvam ve ark. 1983, Maijer ve Smith 1988, Wassell ve ark. 2002, Önal 2004)

Yapılan bir çalışmada florid salan kompozit (Tetric, Experimental X), kompomer (Dyract, Compoglass), rezin modifiye cam iyonomer (Fuji II LC), geleneksel cam iyonomer (Fuji II Cap) ve çinko oksit öjenol (IRM) materyallerinin florid salınımı ve antibakteriyel özellikleri incelenmiştir. Fuji II Cap, diğer materyallere nazaran belirgin bir şekilde daha yüksek florid salınımı gösterirken, hiçbir antibakteriyel özellik göstermemiştir. IRM hariç hiçbir materyalde inhibisyon zonu görülmemiştir. IRM'nin *S.mutans, Streptococcus Sobrinus* ve *L.casei* üzerinde antibakteriyel özellik göstermesinin, içeriğindeki çinko oksitten kaynaklandığı belirtilmiştir. Çalışmada, florid salınımı ile antibakteriyel özellikler arasında hiçbir korelasyonun bulunmadığı bildirilmiştir (Yap ve ark. 1999).

Cam iyonomer bazlı materyallerin yüzeylerindeki florid konsantrasyonu depo ortamı ve pH değerlerinden etkilenebilir. Materyaller florid ile karşılaştıklarında materyal yüzeyindeki florid konsantrasyonunun reşarj olayı gerçekleşmektedir. Asidik çevre, mikro pörözite, yarıklar ve homojen olmayan yapılar neticesinde materyal yüzeyine etki eder (Markovic ve ark. 2008).

CİS'ler klinik performansları ile birçok çalışmanın konusu olmuştur. Adeziv özellikleri ve final restorasyonlardaki dirençlerinin önemsenmesinden ötürü CİS'ler çürüksüz servikal lezyonlar için ideal restoratif materyallerdir. CİS'ler başlangıçta yüksek oranda florid salarlar ve sonraki süreçte azalarak salınım devam eder (Tyas 2006).

1.1.4.2.Klorhekzidin

Klorhekzidin temel bir moleküldür ancak tuzları kimyasal olarak stabildir. Piyasada en çok dihidroklorit, diasetat ve diglukonat tuzları şeklinde bulunur. Dişhekimliğinde daha çok klorhekzidin diglukonat kullanılır. Diğer klorhekzidin tuzlarının aksine suda serbestçe çözünebilen klorhekzidin diglukonat, fizyolojik pH'larda pozitif yüklü klorhekzidin bileşenlerine ayrışır (Saniç 2003).

Klorhekzidin aerob ve anaeroblar da dahil olmak üzere hem gram pozitif hem gram negatif bakterilere, mayalara ve mantarlara karşı etkilidir. Mantar sporlarına karşı düşük bir antimikrobiyal etkinliğe sahiptir. Bakterisit etkisi negatif yüklü hücre duvarına bağlanan pozitif yüklü (katyonik) moleküllere bağlıdır (Saniç 2003).

Düşük konsantrasyonlarda hücre membranı enzimlerini inhibe eder ve hücre zarının permeabilitesini arttırır. Bu etki bakteriostaz olarak adlandırılır. Yüksek konsantrasyonlarda sitoplazmik organellerin presipitasyonuna yol açarak bakterisit etki gösterir (Saniç 2003).

Diğer bir çalışmada % 5 klorhekzidin diasetat ilave edilen rezin modifiye CİS'in antimikrobiyal ve mekanik özellikleri (gerilme dayanımı, erozyon ve sertlik) incelenmiştir. Sonuçlar, rezin modifiye cam iyonomere klorhekzidinin ilavesinin cam iyonomerin test edilen zaman dönemi esnasında fiziksel özelliklerini önemli ölçüde alçaltmadığını ve *S.mutans'ta* daha yüksek bir oranda azalmaya yol açtığını göstermiştir (Sanders ve ark. 2002).

Atravmatik restoratif tedavide kullanılan CİS'lerin içerisine klorhekzidinin ilavesiyle antibakteriyel aktivite sağlayacağı düşünülmektedir. Yapılan bir çalışmada % 1' lik klorhekzidin ilave edilmesiyle bu antibakteriyel aktivitenin sağlanabileceği bulunmuştur (Imazato 2009).

Fuji IX kullanılarak yapılan bir çalışmada klorhekzidin diasetatın, antibakteriyel etki gösterebilmesi ve mekanik özelliklerini, bağlanma kabiliyetini ve sertleşme zamanını değiştirmemesi için optimal oranın % 1 olduğunu ileri sürülmüştür. Klinik uygulamalarda klorhekzidin diasetat içeren Fuji IX'un

antimikrobiyal faydasının incelenmesi için daha fazla çalışmaya ihtiyaç olduğunu belirtmişlerdir (Takahashi ve ark. 2006).

Türkün ve ark (2008) ChemFil superior CİS kullanarak klorhekzidin diasetat ve diglukonat eklenen CİS'lerin antimikrobiyal ve fiziksel özellikleri araştırmıştır. Bu çalışmada *S.mutans'a* karşı antibakteriyel etkide, bütün test edilen diasetat guruplarında kontrol grubuyla karşılaştırıldığında daha geniş miktarda inhibisyon zonu görülmüştür. *L.acidophylus* için, bütün gruplar, kontrol grubuyla kıyaslandığında en büyük antibakteriyel etki, % 2,5 diasetat grubuyla gözlenmiştir. Klorhekzidin diasetatın % 2,5' luk grubunun antibakteriyel etkisi, *S.mutans'a* karşı 90 güne ve *L.acidophlylus'a* karşı 60 güne kadar antibakteriyel etkisini devam ettirmiştir. Modifiye materyallerin çalışma ve karıştırma zamanının, asit erozyon miktarının, çapsal gerilme dayanımının ve bükülme dayanımının, kontrol grubu ile benzer olduğunu saptamışlardır. Yine de, klorhekzidin diasetatın % 1,25 ve % 2,5 grubunda, kontrol grubuyla kıyaslandığında daha düşük basma dayanımı kuvvetleri görülmüştür. Kontrol grubuyla mukayese edildiğinde % 0,5 ve % 2,5 klorhekzidin diglukonat grubunda daha düşük sertlik değerleri elde edilmiştir.

Frencken ve ark (2007) geleneksel CİS'ler ile klorhekzidinli CİS'lerin antibakteriyel etkilerini karşılaştırdılar. Bu çalışmada birinci molarlarında okluzal lezyon bulunan 6-11 yaş arası 50 çocuk, rastgele test ve kontrol grubu olarak iki paralel grup halinde ayrıldı. Kavite duvarları ve tabanı temizlendi ve dentin pürüzlendirilmeksizin bir materyalle restore edildi. Restorasyonlar 7 gün sonra söküldü. Etkilenmiş dentin ve etkilenmemiş dentinden 7 gün sonunda dentin örnekleri alındı. Örneklere ortak laboratuar koşullarında aerobik ve anaerobik bakteriler ekildi. Tedaviden yedi gün sonra aerobik ve anaerobik bakteri miktarında önemli ölçüde azalma görüldü. Klorhekzidinli CİS'ler ile yapılan etkilenmemiş dentin tedavisinde anaerobik mikroorganizmalarda önemli düşüş saptandı. Bu çalışmada 7 günlük periyod sonunda klorhekzidinli cam iyonomerlerde, etkilenmiş ve etkilenmemiş dentinde geleneksel cam iyonomerlerden daha az mikroorganizma sayıldığı ortaya koyuldu.

1.1.4.3.Gluteraldehid

Gluteraldehidin etki gücünün yüksek ve geniş spektrumuna ilave olarak, korozif (aşındırıcı) etkisinin bulunmaması sağlık alanında kimyasal sterilizasyon ve yüksek düzey dezenfeksiyonda en sık tercih edilen seçeneklerden olmuştur. Sarı, asid karekterde hafif kokulu bir sıvıdır. Mikroorganizmaların sülfidril, hidroksil, karboksil, amino gruplarına ve dış tabakasına kuvvetli şekilde bağlanarak gram pozitif ve gram negatif bakterilerin hücre duvarı ile ilişkiye girer; proteinlerdeki aminoasitlerin çapraz bağlanmasına sebep olur, bakterinin transport işlemini engeller. Dehidrogenaz aktivitesini ve permeazları inhibe eder, DNA, RNA ve protein sentezini önler. Gluteraldehitin virüsler üzerine muhtemel etkisi virüs proteinlerine ve DNA'ya çapraz bağlanması ve kapsidde yapmış olduğu değişikliklere bağlanmaktadır (Saniç 2003).

Keskin ve ark (1999) % 2' lik gluteraldehidi, % 2' lik sodyum hipokloridi ve % 10' luk polivinil prolidonu antimikrobiyal ajan olarak kullanarak bir çalışma yapmıştır. Bu çalışmada mikroorganizmalar taşıyıcı model olarak belirlenen ultrasonik diştaşı temizleyici uçları, elmas frez ve kanal eğeleri üzerine bulaştırılmıştır. Dezenfektanların bu mikroorganizmalar üzerindeki etkinlikleri iki deney grubu üzerinde değerlendirilmiştir. Çalışmanın sonuçlarına göre % 2 lik gluteraldehid diğer dezenfektanlar ile karşılaştırıldığında mikroorganizmalar üzerinde daha etkili bulunmuştur (Keskin ve Kansu 1999).

Koulaouzidou ve ark (2009) 6 farklı bonding ajanının sitotoksisitesini monolayer hücre kültürleri kullanarak karşılaştırmıştır (Admira Bond, Clearfil Liner Bond 2V ED Primer II, Fuji Bond LC, Gluma Comfort Bond, ve NanoBond). Bu çalışmanın sonuçlarına göre hücre kültürleri üzerinde en fazla sitotoksik etkiyi Gluteraldehid içerikli Gluma Comfort Bond göstermiştir. Araştırmacılara göre monolayer hücre kültürlerinde gluteraldehid HEMA' dan daha sitotoksiktir ve bu sonuç Gluma Comfort Bond' un içeriğindeki HEMA ve gluteraldehide bağlı oluşmuş olabilir.

Dentin hassasiyet gidericilerinin sitotoksisitelerinin değerlendirildiği bir çalışmada gluteraldehid içerikli hassasiyet gidericisi olan Gluma' nın çok düşük

konsantrasyonlarda hücreler üzerinde kontrol grubuyla aynı morfolojik değişikliklere neden olduğu ve sitotoksik etki göstermediği sonucuna ulaşılmıştır (Şengün ve ark. 2006).

1.1.4.3.Lityum Klorid

Antimikrobiyal aktiviteye sahip birçok klor bileşiği ticari olarak bulunmaktadır. Bunlar arasında sodyum veya kalsiyum klorid, lityum kloid, klor dioksit ve inorganik/organik kloraminler sayılabilir. Etki mekanizması tam olarak aydınlatılamamasına rağmen klorun hücredeki anahtar enzimatik reaksiyonları engelleyerek ve protein denatürasyonu oluşturarak dezenfeksiyonu sağladığı kabul edilmektedir (Sultan ve Sipahi 2007).

Klor gazına maruziyet öksürük, nefes alamama, dispne ile beraber mukoz membranlar ve solunum yollarında irritasyona neden olabilir. Yapılan çalışmalarda özellikle ev temizliğinde çamaşır suyu kullanımı sırasında ölçülebilir miktarda klor gazının açığa çıktığı saptanmış, temizlikçi kadınlarda ortaya çıkan solunum yolu şikayetleri ve astım belirtileri bu gazın etkilerine bağlanmıştır. Gaza ciddi maruziyet ise kimyasal pnömoni ve akciğer ödemi gibi klinik tablolara yol açabilir. Ancak klor ve kloramin gazlarının her ikisi de ciddi irritan oldukları için çoğu kişi hemen ortamı terk ettiğinden belirgin toksisite ortaya çıkmaz (Sultan ve Sipahi 2007).

1.2.Dolgu Maddelerinin Antibakteriyel Özelliklerinin Değerlendirilmesi

Dolgu materyallerin antibakteriyel etkinlikleri genellikle standart sus mikroorganizmalar veya enfekte dişlerden izole edilen mikroorganizmalar üzerinde ve çoğunlukla Agar Difüzyon Testi (ADT) kullanılarak değerlendirilmektedir. Fakat ADT yöntemindeki kısıtlamalar ve teknolojideki gelişmeler ile araştırmacılar farklı yöntem arayışına gitmişlerdir (Weiss ve ark. 1996).

ADT' de hazırlanan materyaller katılaşmış agar tabağının üzerine açılan standart çukurlara doldurulmakta veya emici kağıt disk ya da kağıt plaklar üzerine yayılmış olan patlar agar üzerine yerleştirilmektedir. Diğer bir şekilde ise ortası boş paslanmaz çelik tüpler içine yerleştirilen materyaller agar üzerine oturtularak etrafında oluşan inhibisyon zonlarının çapı ölçülmektedir (Tekeli 2005).

Direkt Kontakt Test (DKT) yönteminde ise; bakteri ile test örnekleri kontrollü zaman periyodunda direkt kontakt da olması sağlanmaktadır. Bu yöntemde ise karıştırılan kanal dolgu patları ile kaplanan ELİSA plakları 10 µl bakteriyal süspansiyon içerisinde 1 saat 37 ºC nemli atmosferde inkübe edildikten sonra süspansiyonun sıvı kısmının buharlaşması, bakterilerin bütün yüzeyleri ile test materyali arasında sağlanan direkt temas gözlenmektedir. Daha sonra bakteri gelişim kinetiği spektrofotometrede optik densitometre açısından değerlendirilmektedir (Weiss ve ark. 1996).

Weiss (1996) tarafından keşfedilen DKT akışkan olmayan materyallerin antibakteryel aktivitesini değerlendirmek için keşfedilmiştir. Lewinstein ve ark (2005) göre bu test bakteri büyümesinde etkili materyaller ile bakteriler arasındaki fiziksel kontağın etkisini ölçmeye dayanır.

Çinko fosfat (Harvard), polikarboksilat (Duralon) ve cam iyonomer (Ketac-Cem) materyallerinin *S.mutans* üzerindeki antibakteriyel aktiviteleri DKT ve ADT kullanılarak karşılaştırılmıştır. Direk temas yöntemi ile 3 ay sonra bakılan Duralon ve Harvard simanlarının antibakteriyel özellikler gösterirken, Ketac-Cem materyalinin antibakteriyel özellik göstermediği görülmüştür. Agar difüzyon testi ile test edilen materyallerde hiçbir antibakteriyel etki gözlenmemiştir. Direk temas yöntemi ile ADT yöntemi arasında hiçbir ilişki bulunmamıştır. Direk temas yönteminin, test mikroorganizmalarının ve test materyallerinin direk temasta olması açısından, ADT yöntemine nazaran simanların antibakteriyel özelliklerini saptamada daha etkili olduğu belirtilmiştir (Lewinstein ve ark. 2005).

Modern diş hekimliğinde daha konservatif davranılması sonucu hazırlanan kavitelerde daha fazla mikroorganizma kalma olasılığı artmaktadır. Modern teknikle hazırlanan kavitelerde hem kalan diş sert dokularında remineralizsyonu teşvik edecek

hem de kalan mikroorganizmalar üzerine antibakteriyel etki gösterecek materyallerin kullanılması kaçınılmazdır. Günümüzde kullanılan restoratif materyallerden CİS'lerin antibakteriyel etkinliğinin güçlendirilmesi ve koruyucu diş hekimliğinin hizmetine sunulması bu çalışmanın konusunu ve kapsamını teşkil etmektedir.

Bu çalışmada konservatif tedavide kullanılan geleneksel ve rezin modifiye CİS'lerin içerisine değişik oranlarda antibakteriyel ajanlar eklenerek CİS'lerin antibakteriyel etkinliğin geliştirilmeye çalışılması, modifikasyonlar sırasında kullanılan bileşenlerin biyouyumluluğu değiştirip değiştirmediğinin belirlenmesi ve ilave edilen bu antibakteriyel ajanların CİS'lerin mekanik özellikleri üzerine etkisinin incelenmesi amaçlanmıştır.

2. GEREÇ ve YÖNTEM

Bu çalışma dört aşamada gerçekleştirildi:

- CİS'lerin modifiye edilmesi
- Modifiye edilen CİS'lerin antibakteriyel etkilerinin değerlendirilmesi
- Antibakteriyel etki gösteren CİS'lerin sitotoksisitelerinin değerlendirilmesi
- Sitotoksik etki göstermeyen CİS'lerin mekanik özelliklerinin değerlendirilmesi

2.1. Cam İyonomer Simanların Modifiye Edilmesi

Bu aşamada bir resin modifiye ve iki geleneksel CİS olmak üzere toplam üç farklı CİS modifiye edildi (Çizelge 2.1.1).

Çizelge 2.1.1 Bu Çalışmada Kullanılan CİS' ler

CİS	*Tipi*	*İçerik*	*Üretici Firma*	*Lot no*
Ketac-Molar Easymix	Geleneksel	Poly(co-acrylic acid/,maleic acid), tartaric acid, H_2O, Ca–Al–F–silicate glass	3M/ESPE GmbH, Seefeld, Almanya	343723
Fuji IX GP	Geleneksel	Fluoroaluminium silicate, glass, polyacrylic acid, polybasic carboxylic acid	GC International, Tokyo, Japonya	0701191
Fuji II LC improved	Resin modifiye	Polyacrylic acid, HEMA, H_2O, triethylene glycol dimethacrylate, Ca–Al–F–silicate glass	GC International, Tokyo, Japonya	0605161







Resim 2.1.2 Ketac-Molar Easymix **Resim 2.1.1** Fuji IX GP **Resim 2.1.3** Fuji II LC improved

CİS'lerin modifiye edilmesi işlemi İstanbul Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Kimya Mühendisliği Bölümünde gerçekleştirildi. CİS'leri modifiye etmek amacıyla beş farklı kimyasal üç farklı konsantrasyonda (% 1; % 0,5; % 0,1) kullanıldı (Çizelge 2.1.2).

Çizelge 2.1.2 CİS'lerin modifikasyonunda kullanılan materyaller

MATERYAL	***KATALOG NO***	***ÜRETİCİ FİRMA***
Alüminyum Fosfat	*34,145-2*	*Aldrich, Sigma –Aldrich Chemie Gmbh, Steinhelm, Almanya*
Klorhekzidin	*C9394*	*Sigma –Aldrich Chemie Gmbh, Steinhelm, Almanya*
Lityum klorid	*73036*	*Fluka analytical, Sigma –Aldrich Chemie Gmbh, Steinhelm, Almanya*
Glutaraldehid	*34,085-5*	*Sigma –Aldrich Chemie Gmbh, Steinhelm, Almanya*
Kalay florid	*334626*	*Aldrich, Sigma –Aldrich Chemie Gmbh, Steinhelm, Almanya*

Çalışmada kullanılan kimyasallar ağırlıkça yüzde olarak hesaplanarak CİS'lerin içerisine katıldı (Çizelge 2.1.3).

Çizelge 2.1.3 Kullanılan Kimyasalların Ağırlıkça Yüzde ve Miktarları

		Fuji IX GP			*Ketac-Molar Easymix*			*Fuji II LC improved*		
	İçerik	*Toz:15gr*	*Likit:8gr*		*Toz:15gr*	*Likit:8gr*		*Toz:12,5g*	*Likit: 8.5ml*	
	yüzde	*%1*	*%0.5*	*%0.1*	*%1*	*%0.5*	*%0.1*	*%1*	*%0.5*	*%0.1*
Kalay florid (toz)	*miktar*	0.19gr	0.075gr	0.019gr	0.16gr	0.077gr	0.016gr	0.2gr	0.1gr	0.02gr
Alüminyum Fosfat(toz)	*miktar*	0.19gr	0.075gr	0.019gr	0.16gr	0.077gr	0.016gr	0.2gr	0.1gr	0.02gr
Klorhekzidin (sıvı)	*miktar*	2.39gr 2.254ml	1gr 0.943ml	0.19gr 0.179ml	3.8gr 3.585ml	1.6gr 1.509ml	0.28gr 0.264ml	2 gr 1.886ml	0.9gr 0.849ml	0.17gr 0.160ml
Lityum klorür(toz)	*miktar*	0.19gr	0.075gr	0.019gr	0.16gr	0.077gr	0.016gr	0.2gr	0.1gr	0.02gr
Glutaraldehid (sıvı)	*miktar*	0.8gr 0.723ml	0.4gr 0.362ml	0.08gr 0.072ml	1gr 0.904ml	0.5gr 0.452ml	0.1gr 0.090ml	0.7gr 0.632ml	0.4gr 0.361ml	0.07gr 0.063ml

Ağırlıkça yüzde olarak hesaplanan toz kimyasallar hassas terazide (Precisa XB 220A, Precisa Instruments Ltd.,Dietikon, İsviçre) tartılarak CİS'lerin toz kısmına, sıvı kimyasallar ise mikropipetler vasıtasıyla CİS'lerin likid kısmına ilave edildi (Resim 2.1.6).



Resim 2.1.6 Çalışmada Kullanılan Hassas Terazi ve Pipetler

2.2. Modifiye Edilen Cam İyonomer Simanların Antibakteriyel Etkilerinin Değerlendirilmesi (Direkt Kontakt Testi)

Bu test Selçuk Üniversitesi Selçuklu Tıp Fakültesi Mikrobiyoloji laboratuarında gerçekleştirildi.

Modifiye edilen CİS'lerin antibakteriyel özelliğini değerlendirmek amacıyla çürük oluşumunda önemli rolü olan ;

a) *S.mutans (Refik Saydam Hıfzıssıhha Merkezi, 676)*
b) *L.casei (Refik Saydam Hıfzıssıhha Merkezi, 900)*

olmak üzere iki farklı bakteri kullanıldı. Bu bakteriler üzerinde DKT yöntemiyle antibakteriyel etki değerlendirildi. Bu test metodunda modifiye edilmiş farklı tipteki CİS'lerin, bakteriler ile direkt teması sağlandı. Daha sonra spektrofotometre cihazında ölçümler yapılarak bu materyallerin bakteriyal büyüme üzerine etkisi araştırıldı.

2.2.1. Direkt Kontakt Testi (DKT)

Bu test metodu üç aşamada gerçekleştirildi:

- Materyallerin Hazırlanıp ELİSA Plaklarına Aktarılması
- Bakteri Süspansiyonunun Hazırlanması
- Direkt Kontakt Test Yönteminin uygulanması

2.2.1.1. Materyallerin Hazırlanıp ELİSA Plaklarına Aktarılması

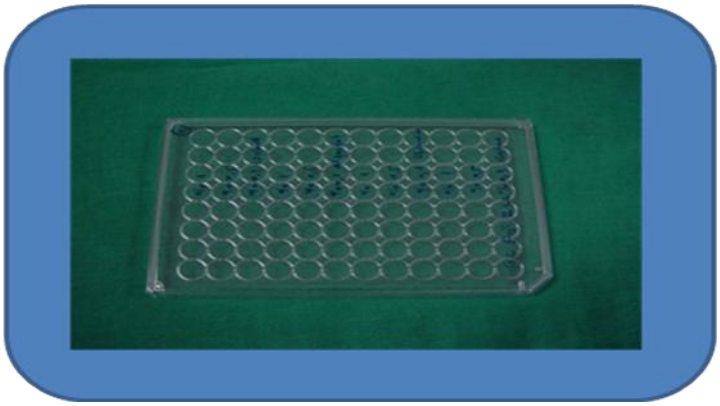
Modifiye edilen simanların toz ve likidini karıştırmaya başlamadan önce, siman örnekleri ve testlerde kullanılan aletler, deney koşullarında en az bir saat bekletilerek, materyallerin standart sıcaklık değerlerine gelmesi sağlandı. Materyaller, 22 ^{0}C oda sıcaklığında ve % 50±5 rölatif nemlilikte hazırlandı.

ELİSA plakları vertikal olarak tutuldu ve kuyucukların yan yüzeyleri üretici firma tavsiyelerine göre karıştırılan test materyalleri ile kaplandı. Her örnek 8' er kuyucuğa uygulandı. Rezin modifiye CİS'in LED ışık kaynağı (Bluephase, Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein) ile polimerizasyonu sağlandı (Resim 2.2.1.1.1)



Resim 2.2.1.1.1 Polimerizasyonda kullanılan LED ışık kaynağı.

Örneklerin karışmaması için 96 kuyucuklu steril ELİSA plaklarınının kapaklarına kuyucuklara uygulanan materyallerin isimleri yazıldı (Resim 2.2.1.1.2).



Resim 2.2.1.1.2 ELİSA plaklarınının kapaklarına isimlerin yazılması

Aynı işlemler gerçekleştirilerek yaşlandırılacak örnekler için de ayrı bir ELİSA plağı hazırlandı

2.2.1.2. Bakteri Süspansiyonunun Hazırlanması

Bu çalışmada kullanılan test mikroorganizmaları olan *S.mutans* % 5' lik koyun kanlı agarı (Oxoid, New Jersey, ABD), *L.casei* ise MRS Agar (Merck, Darmstadt, Almanya) besi yerine ekilerek 18 saatlik inkübasyon sonucu elde edilen taze kültürleri kullanıldı. Bu kültürler, Triptik Soy Broth (TSB, Oxoid, New Jersey, ABD) içeren tüplere alınarak, yoğunluk 650 nm dalga boyunda 0,5 optik dansitede olacak sekilde ayarlandı ve DKT için bu yoğunlukta hazırlanan bakteri süspansiyonu kullanıldı (Resim 2.2.1.2).



Resim 2.2.1.2.1 Koyun Kanlı Agara Ekilmiş *S.mutans*

2.2.1.3. Direkt Kontakt Test Yönteminin uygulanması

DKT Weiss ve ark (1996) göre yapıldı. 96 kuyucuklu steril ELİSA plakları kullanılarak bakteriyal büyüme tespit edildi.

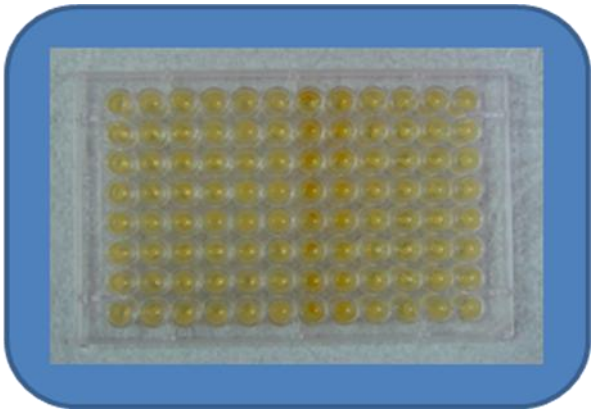
- ELİSA plaklarına uygulanan test materyalleri üzerine mikropipet yardımı ile 0,5 optik dansitede 10 mikrolitre bakteriyal süspansiyonları eklendi.
- Bakteriyal süspansiyon likitinin buharlaşması için 37 °C de 1 saat beklendi.
- ELİSA plakları horizontal pozisyona getirildi.

- Bakteri ile direkt teması sağlanan test materyallerinin bulunduğu kuyucuklara mikropipet kullanımı ile 220 mikrolitre Brain Hearth infuzyon broth (BHI) (Oxoid, New Jersey, ABD) eklendi.
- Toplam 16 saat olmak üzere her yarım saatte bir olmak üzere spektrofotometrede 650 nm dalga boyu kullanılarak ölçüm yapıldı.
- Bakteri gelişim kinetigi spektrofotometrede (µquant, Bio-Tek Instruments Inc., Winooski VT, ABD) 650 nm dalga boyunda optik densitometre açısından değerlendirildi (Resim 2.2.1.3.1).



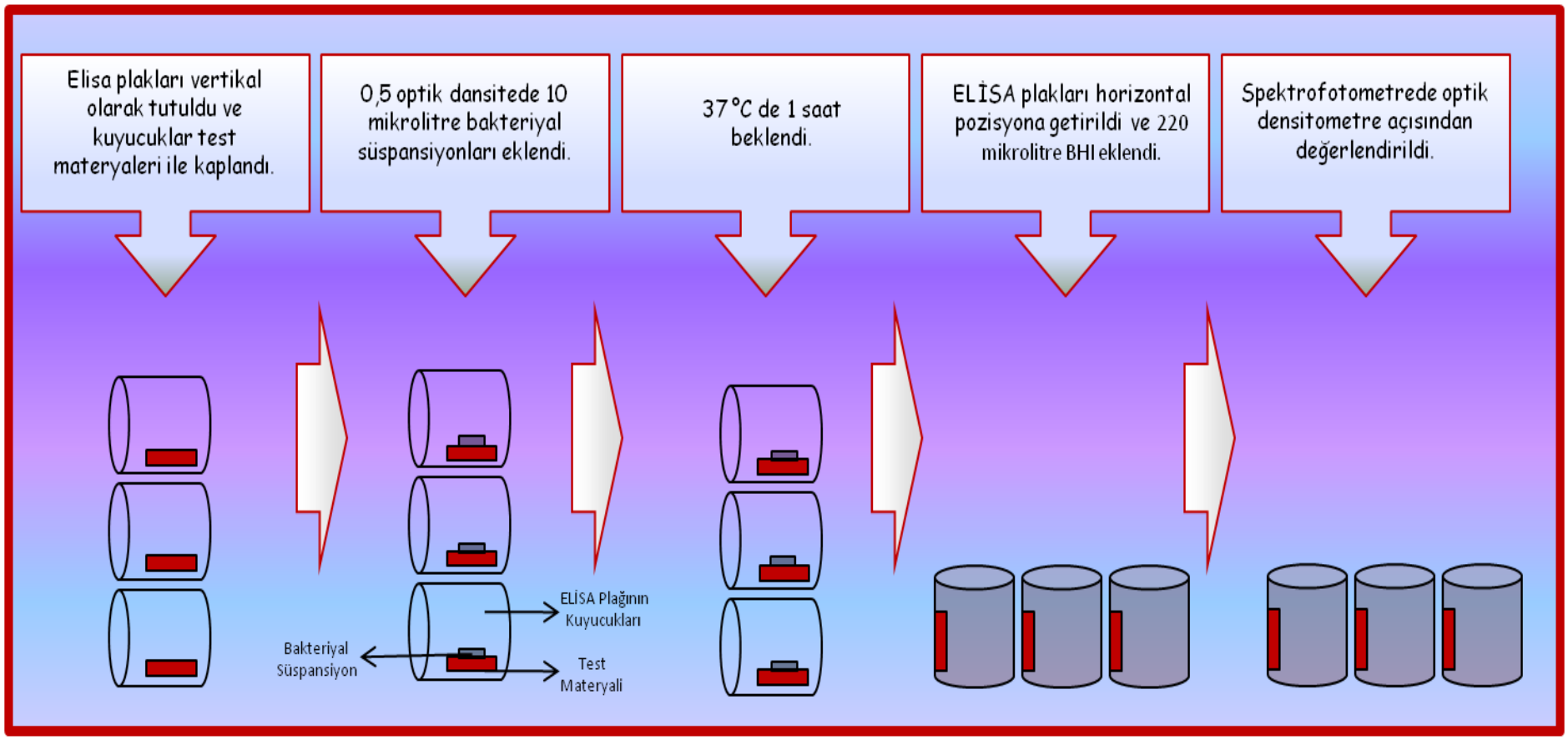
Resim 2.2.1.3.1 ELİSA Reader

- Yaşlandırma işlemi için hazırlanan 96 kuyucuklu steril ELiSA plaklarına yerleştirilen materyallerin üzerine 220 µl Dulbecco's Phosphate Buffer Saline (PBS) (Sigma, Steinhelm, Almanya) koyulup iki günde bir PBS değiştirilerek materyaller 1 hafta boyunca yaşlandırıldı ve direkt kontakt testi tekrar uygulandı.



Resim 2.2.1.3.2 Spektrofotometrede okutulan ELİSA plağı

Resim 2.2.1.3.2 Direkt Kontakt Test Yönteminin Uygulanması



2.2.1.4. Direkt Kontakt Testi İçin İstatistiksel Değerlendirme

- Spektrofotometre cihazından elde edilen veriler Microsoft Office Excel 2003 programında kaydedildi.
- Son ölçümler ve ilk ölçümler arasındaki farklar alındı ve SPSS programında istatistiksel değerlendirme bu farklar üzerinden yapıldı.
- Materyallerin arasındaki farklılıkları değerlendirmek için tek yönlü varyans analizi yapıldı.
- Yapılan homojenite testinde varyanslar homojen olmadığı için tek yönlü varyans analizinde , Post Hoc test olarak, Tamhane's T2 testi uygulandı.
- Farklar üzerinde tek yönlü varyans analizi ile yapılan değerlendirme sonucunda CİS' ler arasında istatistiksel bir fark olmadığı görüldü ($p>0,05$).
- Bu yüzden istatistiksel değerlendirmelerde cam iyonomer simanlar birlikte ele alınarak istatistiksel testler, kimyasallar ve konsantrasyonlar üzerinde uygulandı.
- Her bir kimyasalın farklı konsantrasyonu için istatistiksel değerlendirme ayrı ayrı yapıldı.

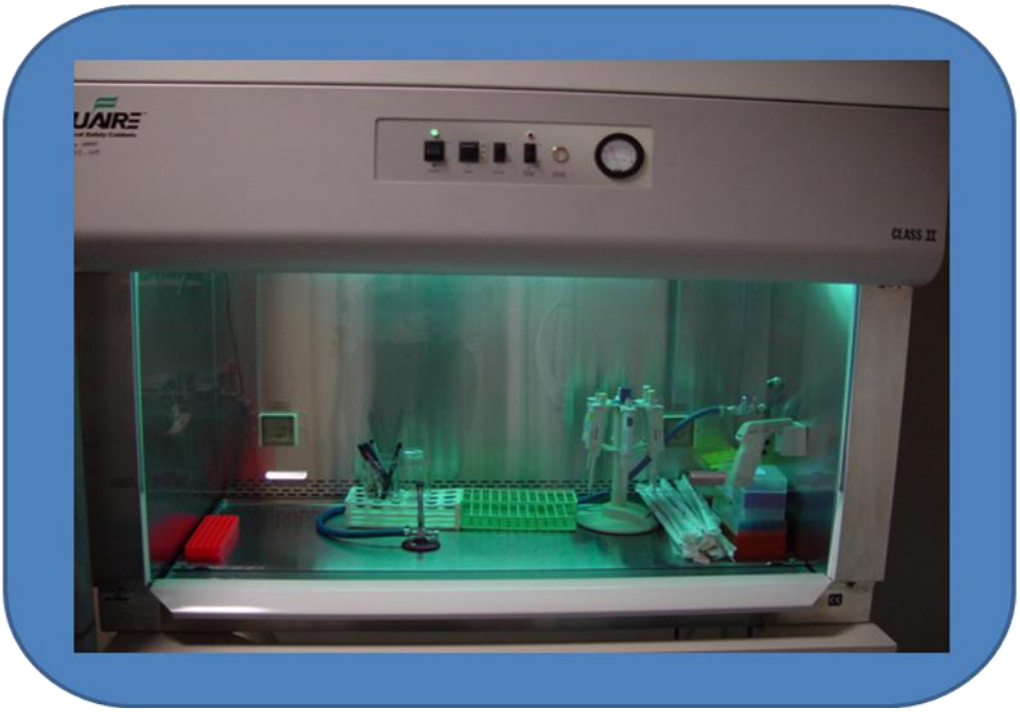
2.3. Antibakteriyel Etki Gösteren Cam İyonomer Simanların Sitotoksisitelerinin Değerlendirilmesi

Gerçekleştirilen mikrobiyal testler sonucunda 12 materyalin antibakteriyel etkinliğinin artmış olduğu tespit edildi (Çizelge 2.3.1). Bu modifiye materyallerin toksisitesinde bir değişim olup olmadığını tespit etmek için L929 hücrelerinin monolayer kültürlerinde çalışıldı.

Çizelge 2.3.1 Antibakteriyel etkinliğinin artmış olduğu tespit edilen modifiye test materyalleri

ANTİMİKROBİYAL ETKİ GÖSTEREN TEST MATERYALLERİ
1) Ketac Molar% 0,5 klorhekzidin
2) Ketac Molar% 1 klorhekzidin
3) Ketac Molar% 1 gluteraldehid
4) Ketac Molar% 1 kalay florid
5) Fuji IX GP % 0,5 klorhekzidin
6) Fuji IX GP % 1 klorhekzidin
7) Fuji IX GP % 1 gluteraldehid
8) Fuji IX % 1 kalay florid
9) Fuji II LC % 0,5 klorhekzidin
10) Fuji II LC % 1 klorhekzidin
11) Fuji II LC % 1 gluteraldehid
12) Fuji II LC % 1 kalay florid

Antibakteriyel test örneklerin sitotoksisitelerinin değerlendirilmesi işlemi Selçuk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi bünyesinde yapılandırılan hücre kültürü laboratuarında gerçekleştirildi (Resim 2.3.1).



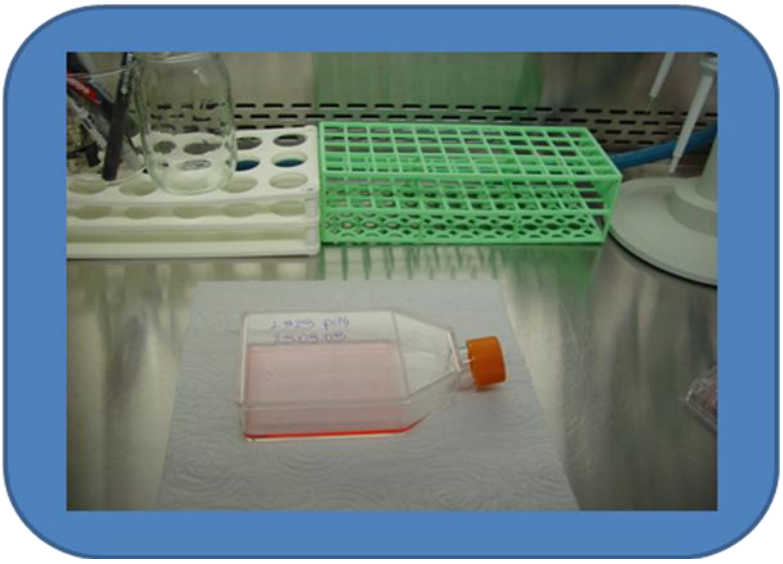
Resim 2.3.1 Hücre Kültürü İşlemlerinin Gerçekleştirildiği Laminar Flow

Antibakteriyel etki gösteren CİS'lerin sitotoksisitelerinin değerlendirilmesi için MTT (3-(4,5-dimethylthiazol-2-yl)-2,5-diphenyltetrazolium bromide) testi uygulandı. MTT Testi beş aşamada gerçekleştirildi:

- Hücrelerin İdamesi
- Materyal Ekstraktlarının Hazırlanması
- Hücrelerin 96 Kuyucuklu Hücre Kültür Kabına Aktarılması
- Hücreler Üzerine Materyal Ekstraktlarının Uygulanması
- MTT Testinin Gerçekleştirilmesi

2.3.1. Hücrelerin idamesi

Sitotoksisite testinde kullanılacak olan L 929 fare fibroblast hücreleri (L929 / An1Mouse C3 / An connective tissue (Fare), 92123004, Ankara, Türkiye) Şap Enstitüsünden elde edildi. Hücreler deneylerde kullanılmak üzere Pasaj 14' e kadar % 10'luk hazırlanan medium ile (500 ml Bazal Medium Eagle (Biolog. Inds.,Haemek, İsrail), 50 ml fetal bovine serum (FBS) (Biochrom AG, Berlin, Almanya) 5ml Penisilin-Streptomisin (Gibco, Carlsbad, ABD) idame edildi. Hücre kültürlerinin devamlılığını sağlamak amacıyla besi ortamları haftada üç kez değiştirildi (Resim 2.3.1.1).

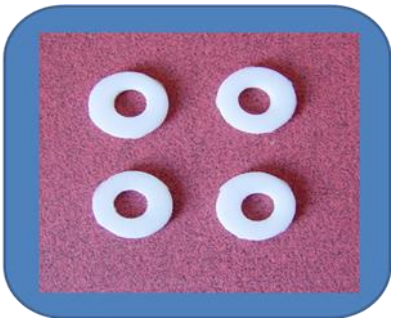


Resim 2.3.1.1 T 75 cm^2 Flask içindeki hücrelerin idamesi

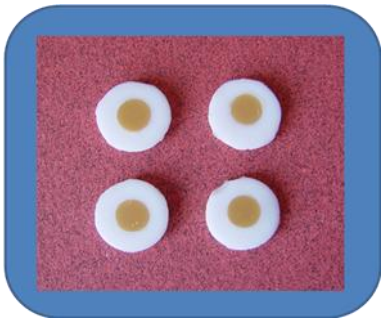
2.3.2. Materyal Ekstraktlarının Hazırlanması

Modifiye materyaller mikrobiyolojik testlerde kullanıldığı şekilde aynı antibakteriyel kimyasallar kullanılarak taze olarak hazırlandı. Araştırmada materyaller üretici firmanın talimatları doğrultusunda steril ortamda 5mm çapında, 2,5 mm kalınlığında standart teflon halkalar içine yerleştirildi (Resim 2.3.2.1).

Işıkla sertleşen örneklerin polimerizasyonu için LED polimerizasyon cihazı (Bluephase, Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein) kullanıldı.

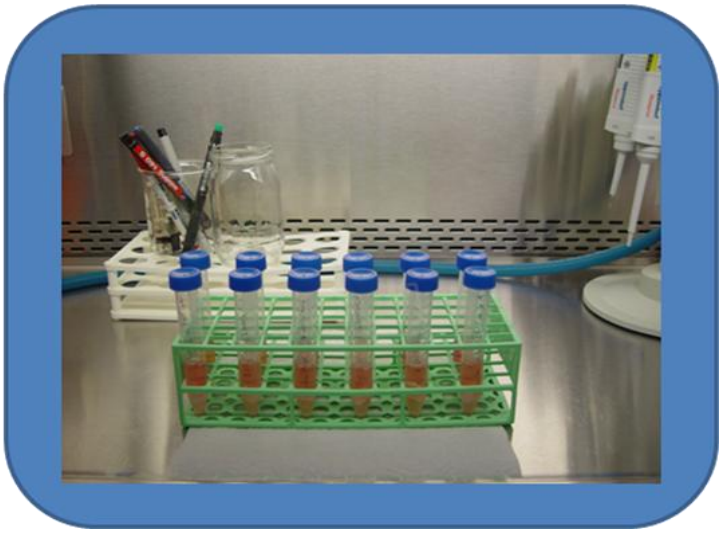


Resim 2.3.2.1 Materyal Uygulanmamış Teflon Diskler



Resim 2.3.2.2 Materyal Uygulanmış Teflon Diskler

MTT testinde her materyalden L 929 fare fibroblast hücreleri için ayrı ayrı olmak üzere her bir test için 4'er adet örnek hazırlandı. Örnekler 24 saat % 10' luk hazırlanan medium (500 ml Bazal Medium Eagle (Biolog. Inds., Haemek, İsrail), 50 ml fetal bovine serum (FBS) (Biochrom AG, Berlin, Almanya) 5ml Penisilin-Streptomisin (Gibco, Carlsbad, ABD) içeren 7 ml kültür ortamında steril tüpler içinde saklandı (Resim 2.3.2.4).



Resim 2.3.2.4 7 ml Medium İçerisine Yerleştirilen Test Materyalleri

2.3.3. Hücrelerin 96 Kuyucuklu Hücre Kültür Kabına Aktarılması

- Hücreler kültür kabında yoğunluğu % 80'e ulaştığında deney için kullanıldı.



Resim 2.3.3.1 Hücrelerin İncelendiği İnverted Mikroskop (Nikon Eclips, TS100,Japonya)

- Hücre kültür kabının yüzeyine tutunmuş olan hücrelerin üzerindeki kültür ortamı aspire edildi.
- Ardından 2 ml tripsin/EDTA (Biolog. Inds., Haemek, İsrail) ile yıkandı ve aspire edildi.
- Daha sonra hücreler üzerine 2 ml tripsin/EDTA ilave edilerek 5 dk inkübatörde bekletildi (Resim 2.3.3.2).



Resim 2.3.3.2 Hücrelerin İnkübe Edildiği İnkübatör

- Tripsin/EDTA'nın etkisi ile hücreler yüzeyden kalktıktan sonra tripsin'in etkisini durdurmak amacıyla, ortama 50 ml serum içeren medium ilave edildi.
- Hücreler steril bir tüp içerisine toplandı ve santrifüj cihazıyla (Hettlich Zentrifügen, Tutlingen, Almanya) santrifüj edilerek enzimler uzaklaştırıldı (Resim 2.3.3.3).



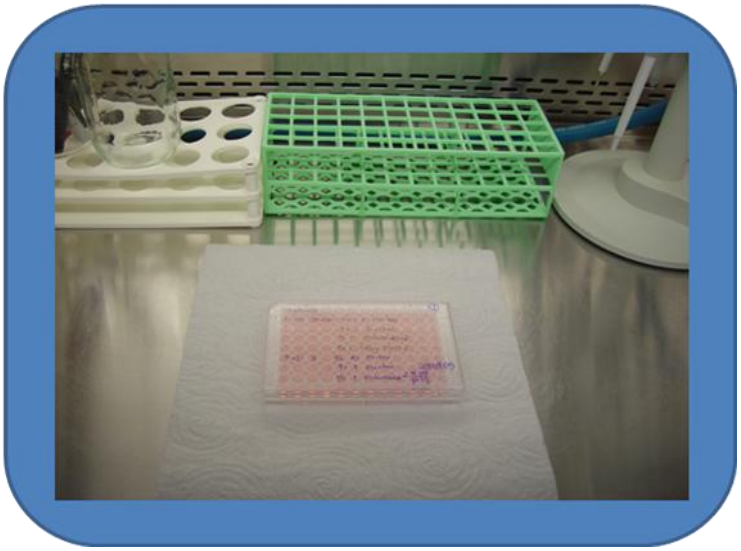
Resim 2.3.3.3 Hücrelerin Santrifüj Edildiği Santrifüj Cihazı

- Ardından hücreler üzerine tekrar 10 ml medium ilave edilerek pipetaj yapıldı.
- Daha sonra ml'deki hücre sayısı hesaplandı.

- L 929 fare fibroblast hücrelerinden her yuvacıkta 200 µl kültür ortamı içinde $5x10^3$ hücre süspansiyonu hazırlanarak 96 kuyucuklu hücre kültürü kabına aktarıldı, üzerine hücre ve materyal adı yazılarak ve 24 saat boyunca 37°C'de % 5 CO_2'li ortamda inkübe edildi.
- Her bir örnek için 12 kuyucuk kullanıldı.

2.3.4. Hücreler Üzerine Materyal Ekstraktlarının Uygulanması

- Hücrelerin kültür ortamı 24 saat sonra uzaklaştırılarak her konsantrasyondan 200 µl materyal ekstraktı içeren kültür ortamı ilave edildi.
- Negatif kontrol grubu olarak hücrelere sadece serum içeren kültür ortamı ilave edildi (Resim 2.3.4.1).



Resim 2.3.4.1 Test Materyallerinin Ekstraktlarının Uygulandığı Plate

2.3.5. MTT Testinin Gerçekleştirilmesi

- MTT testi için 24 saat inkubasyon sonunda hücreler üzerinden materyal ekstraktı içeren besi ortamları uzaklaştırıldı.
- Artık partikülleri uzaklaştırmak amacıyla 200 µl PBS (Sigma, Steinhelm, Almanya) ile hücreler yıkandı.

- Daha sonra her well'e karanlık ortamda 0,5 mg/ml lik hazırlanan MTT (Sigma Aldrich, Taufkirchen, Almanya) solüsyonundan 200 µl eklenerek inkübatörde (37 ^{0}C de, % 5 $CO_{2)}$ 2 saat inkübe edildi.
- İki saat sonra metil tetrazolyum solüsyonu uzaklaştırılarak 200 µl dimetil sulfoksit eklenerek karanlık ortamda 30 dk. çalkalandı.
- Daha sonra 96 kuyucuklu hücre kültür kabı ELİSA reader (µquant, Bio-Tek ınstruments , Inc., Winooski,VT, ABD) ile 540 nm dalga boyunda okutuldu (Resim 2.3.5.1).
- Test iki kez tekrarlandı.



Resim 2.3.5.1 ELİSA Reader

2.3.6. MTT Testi İçin İstatistiksel Değerlendirme

- ELİSA reader cihazından alınan sonuçlar Microsoft Office Excel 2003 programında kaydedildi.
- Negatif kontrol grubunun canlılık yüzdesi 100'e eşitlendi, tüm grupların canlılık yüzdesi belirlendi.
- Deney grupları ile kontrol grubu canlılık yüzdeleri arasındaki farklar tek yönlü varyans analizi (α=0,05) yapılarak, istatistiksel olarak değerlendirildi.
- Canlılık yüzdeleri üzerinde yapılan homojenite testinde varyansları homojen olmadığı için tek yönlü varyans analizinde Post Hoc test olarak Tamhane's T2 testi uygulandı.

- İstatistiksel analizler için SPSS Windows 13.0 paket programından yararlanıldı.

2.4. Sitotoksik Etki Göstermeyen Cam İyonomer Simanların Mekanik Özelliklerinin Değerlendirilmesi

Mikrobiyolojik testlerde antibakteriyel etkisi artan materyallerden, biyolojik olarak L929 hücreleri üzerinde toksik etki göstermeyenleri bazı fiziksel testlere tabi tutuldu (Çizelge 2.4.1).

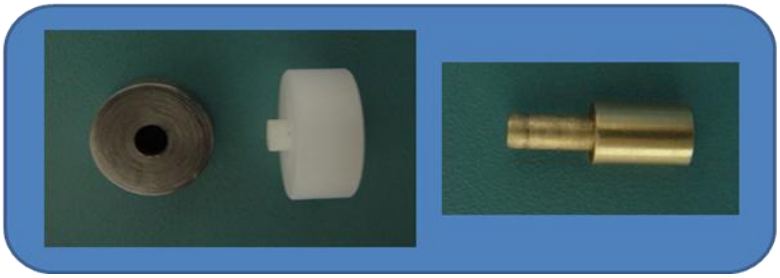
Çizelge 2.4.1 Toksik etki göstermeyen test materyalleri

TOKSİK ETKİ GÖSTERMEYEN TEST MATERYALLERİ
1) Ketac Molar% 0,5 klorhekzidin
2) Ketac Molar% 1 klorhekzidin
3) Fuji IX GP % 0,5 Klorhekzidin

2.4.1. Basma Dayanımı (Compressive Strength) Testi

2.4.1.1. Basma Dayanımı Testi İçin Örneklerin Hazırlanması

- Basma dayanımı için ölçülecek test materyallerinden standart boyutlarda siman örnekleri elde edebilmek amacıyla torna atölyesinde 4 mm çapında 8 mm uzunluğunda paslanmaz çelik silindirik kalıplar hazırlandı (Resim 2.4.1.1.1).



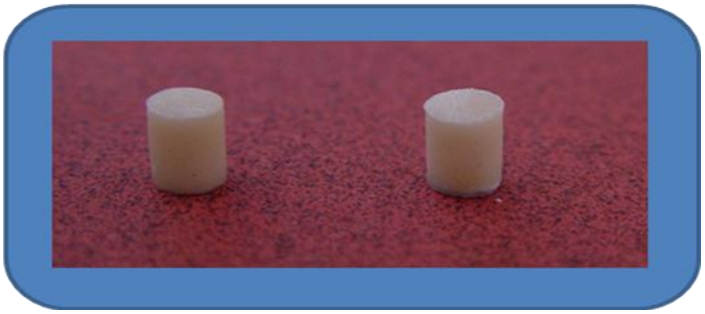
Resim 2.4.1.1.1 Örneklerin Hazırlanması İçin Kullanılan Kalıplar

- Siman örnekleri karıştırılmaya başlanmadan önce, materyallerin yapışmaması için bu test için hazırlanan paslanmaz çelik kalıpların içerisine vazelin sürüldü.
- Materyaller, oda sıcaklığında karıştırılarak kalıbın içine yerleştirildi, kalıbın üst yüzeyine siman camı yerleştirerek fazlalıkların taşması sağlandı.
- Materyaller sertleştikten sonra kalıptan çıkarılarak distile su içerisine yerleştirildi. Distile su içerisine konan siman örnekleri $(37\pm1)^0$C'lik inkübatörde (EN 120,Konya, Türkiye) 24 saat süre ile bekletildi (Resim 2.4.1.1.2).



Resim 2.4.1.1.2 siman örneklerinin bekletildiği inkübatör

- Tüm gruplardan 10'ar adet siman örneği hazırlandı ve toplam 50 adet siman örneği elde edildi (Resim 2.4.1.1.3).



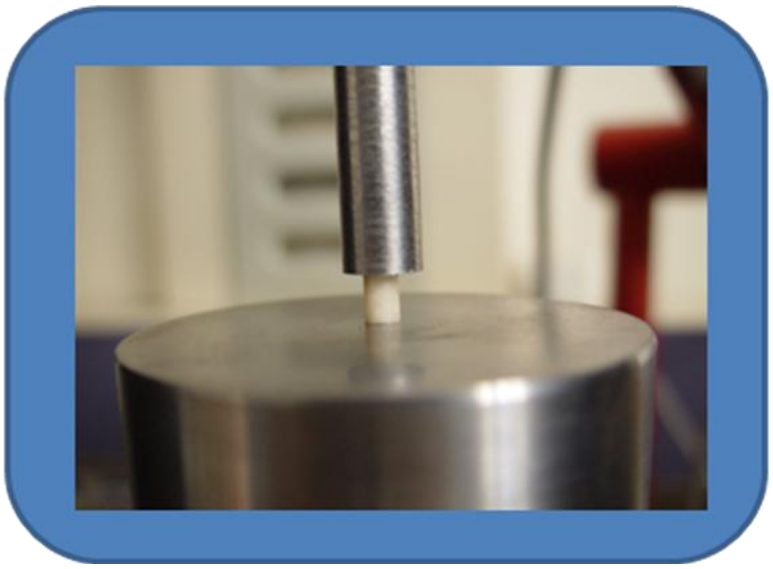
Resim 2.4.1.1.3 Basma Dayanımı Testi İçin Hazırlanan Örnekle

2.4.1.2. Basma Dayanımının Ölçülmesi

- Siman örnekleri 24 saat sonra (37±1) ^{0}C'lik inkübatörden çıkarıldı. Basma dayanımı testi, Selçuk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Araştırma Merkezi Laboratuvarında bulunan İnstron cihazı (Elista 2500, İstanbul, Türkiye) kullanılarak, siman örneklerinin uzun ekseni boyunca (1.00±0.05) mm/dak hızla yapıldı (Resim 2.4.1.2.1).



Resim 2.4.1.2.1 Basma Dayanımı Testi İçin Kullanılan İnstron Cihazı



Resim 2.4.1.2.1 Basma Dayanımı Testinin Uygulanması

Materyalin kesitlere ayrıldığı andaki kuvveti materyalin Compressive Strength değeri olarak belirlendi ve şu formülle hesaplandı;

$CS = P/\prod r^2$

P= uygulanan kuvvet r = silindir örneğin yarıçapı

2.4.1.3. Basma Dayanımı Testi İçin İstatistiksel Değerlendirme

- Elde edilen veriler Microsoft Office Excel 2003 programında kaydedildi.
- Materyallerin kontrol grubuyla ve birbirleriyle arasındaki farklar Mann-Whitney U-testi (α=0,05) ile istatistiksel olarak değerlendirildi.

Değerlendirmede ;

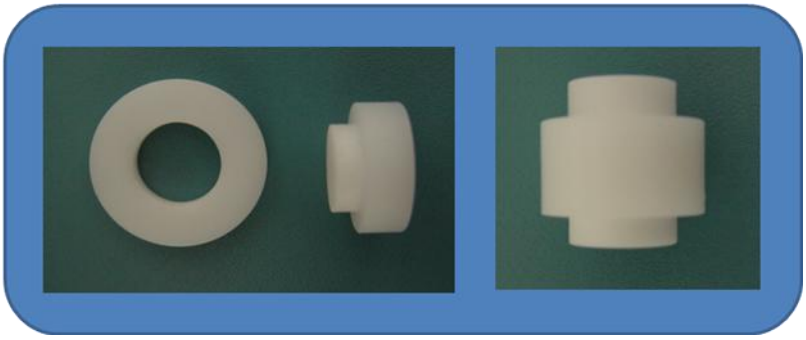
- Her bir grup kendi kontrol grubuyla ve
- Diğer materyal gruplarıyla karşılaştırılmıştır.

İstatistiksel analizler için SPSS Windows 13.0 paket programından yararlanıldı.

2.4.2.Su Emilimi ve Çözünürlük Testi

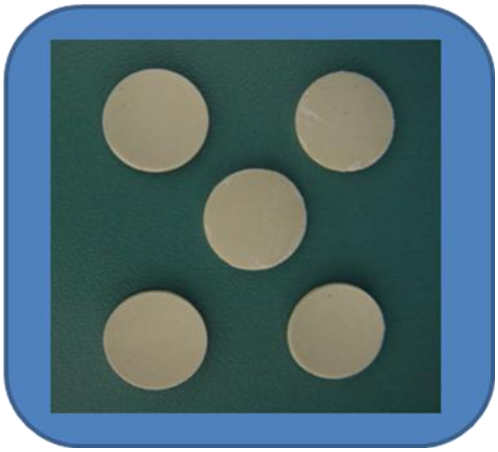
2.4.2.1.Su Emilimi ve Çözünürlük Testi İçin Örneklerin Hazırlanması

- Su emilimi ve çözünürlük testi için ölçülecek test materyallerinden standart boyutlarda siman örnekleri elde edebilmek amacıyla 15 mm çapında 1 mm kalınlığında teflon halka kalıplar hazırlandı (Resim 2.4.2.1.1).



Resim 2.4.2.1.1 Örneklerin Hazırlanması İçin Kullanılan Teflon Kalıplar

- Materyaller, oda sıcaklığında karıştırılarak kalıbın içine yerleştirildi, kalıbın üst yüzeyine siman camı yerleştirerek fazlalıkların taşması sağlandı.
- Her bir test materyali için 10 örnek olacak şekilde toplam 50 örnek hazırlandı (Resim 2.4.2.1.2).



Resim 2.4.2.1.2 Su Emilimi ve Çözünürlük Testi İçin Hazırlanan Örnekler

- Materyaller polimerize olduktan sonra etrafındaki teflon kalıplar dikkatli bir şekilde uzaklaştırıldı.
- Ardından içeriklerindeki suyun tamamen buharlaştırılması için tüm örnekler 37^0C'de 24 saat boyunca desikatörde kurutuldu.

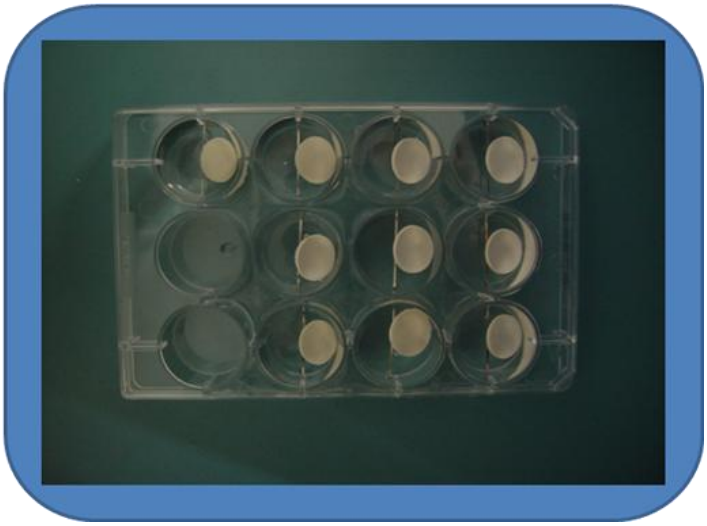
2.4.2.2.Su Emilimi ve Çözünürlüğün Hesaplanması

- Örnekler desikatörde kurutulduktan sonra kuru ağırlıkları hassas terazide (Precisa XB 220A, Precisa Instruments Ltd., Dietikon, İsviçre) ölçülerek, sabit kütle ağırlıkları mikrogram (µg) cinsinden ve "M1" olarak belirlendi (Resim 2.4.2.2.1).



Resim 2.4.2.2.1 Kütle Ağırlıklarının Tartıldığı Hassas Terazi

- Ardından her bir örnek, içerisinde distile su bulunan ve örneğin bütün yüzeylerine suyun temas etmesi için ortodontik tellerle desteklenmiş olan 12 kuyucuklu kaba yerleştirildi (Resim 2.4.2.2.2).



Resim 2.4.2.2.2 Distile su içindeki örnekler

- Distile su içerisine konan siman örnekleri, (37±1) ^{0}C inkübatörde 24 saat süre ile bekletildi (Resim 2.4.2.2.3).
- 24 saat sonra inkübatörden çıkarılan siman örnekleri peçete yardımıyla hafif bir sekilde kurulandı.
- 24 saat sonra sudan çıkarılan örnekler tekrar ölçüldü ve ağırlıkları mikrogram (µg) cinsinden ve "M2" olarak belirlendi.
- Sabit kütle ağırlıklarını tekrar kazanmaları için desikatörde 24 saat boyunca yeniden bekletilen örnekler, bir kez daha ölçüldü ve ağırlıkları "M3" olarak kaydedildi.
- Örneklerin hacimleri; merkez çaplarına ve kalınlıklarına göre milimetreküp (mm^3) cinsinden hesaplandıktan sonra, örneklerin su emilimi (Se) ve suda çözünürlük (Sç) değerleri, aşağıda gösterilen denklem yardımıyla µg/mm^3 olacak şekilde hesaplandı.

$$Se(\mu g/mm^3) = \frac{M2\ (\mu g) - M3\ (\mu g)}{V(mm^3)}$$

$$Sç(\mu g/mm^3) = \frac{M1\ (\mu g) - M3\ (\mu g)}{V(mm^3)}$$

M1= Desikatörde kurutulan örneklerin suda bekletilmeden önceki ağırlıkları, (µg).

M2= 24 saat suda bekletilmeyi takiben örneklerin ağırlıkları, (µg).

M3= Örneklerin ikinci kez kurutulduktan sonraki ağırlıkları, (µg).

Örnek hacmi= Merkez çaplarına ve kalınlıklarına göre hesaplanan hacimleri (mm3).

2.4.2.3. Su Emilimi ve Çözünürlük Testi İçin İstatistiksel Değerlendirme

- Elde edilen veriler Microsoft Office Excel 2003 programında kaydedildi.
- Materyallerin kontrol grubuyla ve birbirleriyle arasındaki farklar Mann-Whitney U-testi (α=0,05) ile istatistiksel olarak değerlendirildi.

Değerlendirmede ;

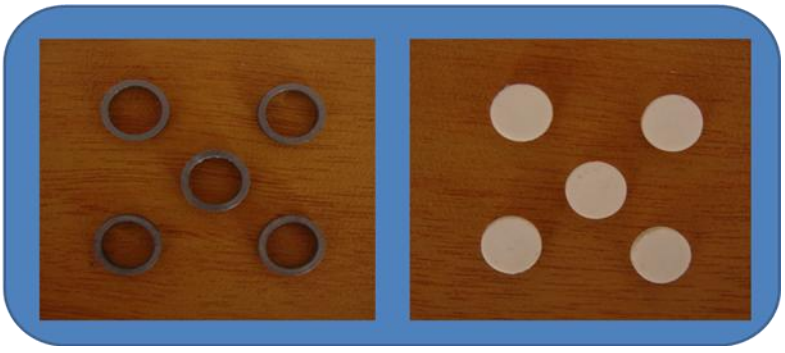
- Her bir grup kendi kontrol grubuyla ve
- Diğer materyal gruplarıyla karşılaştırılmıştır.

İstatistiksel analizler için SPSS Windows 13.0 paket programından yararlanıldı.

2.4.3.Yüzey Pürüzlülüğü Testi

2.4.3.1. Yüzey Pürüzlülüğü Testi İçin Örneklerin Hazırlanması

- Yüzey Pürüzlülüğü Testi için her bir materyalden üretici firma talimatlarına göre 2 mm yüksekliğinde ve 8 mm çapında yuvarlak kalıplar içerisinde 10 adet örnek hazırlandı (Resim 2.4.3.1.1)
- Siman örnekleri karıştırılmaya başlanmadan önce, materyallerin yapışmaması için bu test için hazırlanan paslanmaz çelik kalıpların içerisine vazelin sürüldü.
- Materyaller, oda sıcaklığında karıştırılarak kalıbın içine yerleştirildi, kalıbın üst yüzeyine siman camı yerleştirerek fazlalıkların taşması sağlandı.



Resim 2.4.3.1.1 Yüzey pürüzlülüğü testi için hazırlanan kalıplar ve örnekler

- Materyaller sertleştikten sonra kalıptan çıkarılarak distile su içerisine yerleştirildi. Distile su içerisine konan siman örnekleri (37±1)^{0}C'lik inkübatörde (EN 120, Konya, Türkiye) 24 saat süre ile bekletildi.

2.4.3.2. Yüzey Pürüzlülüğünün Ölçülmesi

- Siman örnekleri 24 saat sonra (37±1) ^{0}C'lik inkübatörden çıkarıldı.
- Örneklerin yüzey pürüzlülüğü, yüzey pürüzlülük cihazı (Computerize Roughness Tester, Mitutoyo, Japonya) ile ölçüldü (Resim 2.4.3.2.1).



Resim 2.4.3.2.1 Yüzey pürüzlülüğü ölçüm cihazı

- Her örneğin ölçümü yapılarak, ortalama ve standart sapma Ra cinsinden tespit edildi. Ra parametresi bir yüzeyin baştan başa pürüzlülüğünü niteler ve belirli bir ölçüm aralığında çizilen bir hattan pürüzlülük profilinin, bütün mutlak uzaklığının aritmetik ortalama değeri olarak tarif edilebilir.



Resim 2.4.3.2.2 Yüzey pürüzlülüğünün ölçülmesi

2.4.3.3. Yüzey Pürüzlülüğü Testi İçin İstatistiksel Değerlendirme

- Elde edilen veriler Microsoft Office Excel 2003 programında kaydedildi.
- Materyallerin kontrol grubuyla ve birbirleriyle arasındaki farklar Mann-Whitney U-testi (α=0,05) ile istatistiksel olarak değerlendirildi.

Değerlendirmede ;

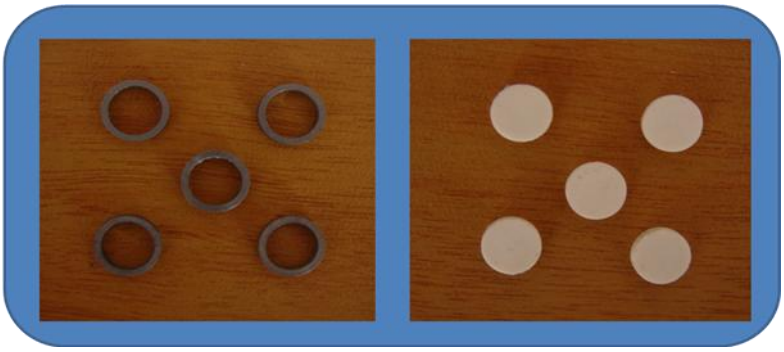
- Her bir grup kendi kontrol grubuyla ve
- Diğer materyal gruplarıyla karşılaştırılmıştır.

İstatistiksel analizler için SPSS Windows 13.0 paket programından yararlanıldı.

2.4.4.Yüzey Mikro Sertliği Testi (VHN)

2.4.4.1. Yüzey Mikro Sertliği Testi İçin Örneklerin Hazırlanması

- Yüzey Mikro Sertliği Testi için her bir materyalden üretici firma talimatlarına göre 2 mm yüksekliğinde ve 8 mm çapında yuvarlak kalıplar içerisinde 10 adet örnek hazırlandı (Resim 2.4.4.1.1)
- Siman örnekleri karıştırılmaya başlanmadan önce, materyallerin yapışmaması için bu test için hazırlanan paslanmaz çelik kalıpların içerisine vazelin sürüldü.
- Materyaller, oda sıcaklığında karıştırılarak kalıbın içine yerleştirildi, kalıbın üst yüzeyine siman camı yerleştirerek fazlalıkların taşması sağlandı.

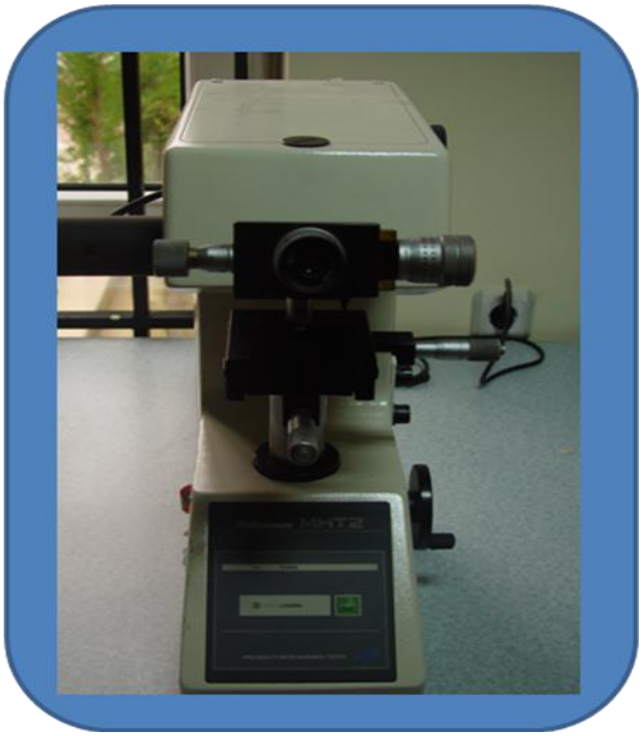


Resim 2.4.4.1.1 Yüzey Mikro Sertliği testi için hazırlanan kalıplar ve örnekler

- Materyaller sertleştikten sonra kalıptan çıkarılarak distile su içerisine yerleştirildi. Distile su içerisine konan siman örnekleri (37±1) ^{0}C'lik inkübatörde (EN 120, Konya, Türkiye) 24 saat süre ile bekletildi.

2.4.4.2. Yüzey Mikro Sertliğinin Ölçülmesi

- Siman örnekleri 24 saat sonra (37±1) ^{0}C'lik inkübatörden çıkarıldı.
- Örneklerin yüzey mikro sertliği, oda sıcaklığında (23°C) 15 saniye 100 gr yük uygulanarak Vicker's sertlik ölçüm cihazında (Matsuzawa Seiki Co. Ltd. MHTZ, Tokyo, Japonya) ölçüldü (Resim 2.4.4.2.1).



Resim 2.4.4.2.1 Yüzey Mikro Sertliği ölçüm cihazı

- Her örnekten elde edilen ölçümlere karşılık gelen sertlik değerleri Vicker's sertlik ölçüm cetvelinden belirlendi.

2.4.4.3. Yüzey Mikro Sertliği Testi İçin İstatistiksel Değerlendirme

- Elde edilen veriler Microsoft Office Excel 2003 programında kaydedildi.

- Materyallerin kontrol grubuyla ve birbirleriyle arasındaki farklar Mann-Whitney U-testi (α=0,05) ile istatistiksel olarak değerlendirildi.

Değerlendirmede ;

- Her bir grup kendi kontrol grubuyla ve
- Diğer materyal gruplarıyla karşılaştırılmıştır.

İstatistiksel analizler için SPSS Windows 13.0 paket programından yararlanıldı.

3.BULGULAR

3. 1. Direkt Kontakt Testi (DKT) Bulguları

DKT sonuçları üzerinde istatistiksel değerlendirmeler spektrofotometreden okunan ilk ve son verilerin farkı üzerinden yapıldı. Farkın büyük olması test edilen materyalin antibakteriyel etkisinin düşük olduğuna yani antibakteriyel etkisinin düşük olduğuna yani bakteri üremesinin devam ettiğine işaret etmektedir.

Mikrobiyolojik testlerde kullanılan iki mikroorganizmaya ait bulgular ayrı ayrı değerlendirilmiştir.

3.1.1. *S.mutans* Kullanılarak Yapılan Testin Bulguları

DKT' inde ilk ve 16. saat sonunda elde edilen veriler arasındaki farklar üzerinde tek yönlü varyans analizi ile yapılan değerlendirme sonucunda hem taze hem de bir hafta yaşlandırılmış modifiye edilmemiş CİS'ler arasında istatistiksel olarak fark olmadığı görüldü ($p>0,05$) (Çizelge 3.1.1.1).

CİS'ler arasında istatistiksel bir fark bulunmadığından dolayı bundan sonraki istatistiksel değerlendirmelerde CİS'ler birlikte ele alınarak istatistiksel testler, modifikasyon materyalleri ve onların farklı konsantrasyonları üzerinde uygulandı.

CİS'lerin taze ve yaşlandırılmış örnekleri arasında farklar üzerinde yapılan Bağımsız-T testi sonucunda istatistiksel olarak fark olduğu görüldü ($p<0,05$).

Çizelge 3.1.1.1 Taze ve Yaşlandırılmış CİS'lerin *S.mutans* Üzerine Antibakteriyel Etkilerinin Ortalama ve Standart Sapma (Ort ±SS) Değerleri

	S.mutans	
	Taze	***Yaşlandırılmış***
CİS	***Ort.±SS***	***Ort.±SS***
Ketac Molar	0,94±0,12	0,71±0,09
GC fuji IX GP	0,99±0,21	0,76±0,18
GC fuji II LC	0,87±0,23	0,68±0,16

Farklı konsantrasyonları dikkate alınmadan modifikasyon materyalleri karşılaştırıldığında sonuçlar arasında anlamlı farklılıklar olduğu görüldü ($p<0,05$) (Çizelge 3.1.1.2).

Çizelge 3.1.1.2 *S.mutans* Üzerine Farklı Modifikasyon Materyali İçerikli CİS'lerin Antibakteriyel Etkilerinin Karşılaştırılması (FY=Fark Yok).

Modifikasyon Materyalleri	***Alüminyum fosfat***	***Lityum klorid***	***Kalay florid***	***Klorhekzidin***	***Gluteraldehid***
Alüminyum fosfat		FY	*	*	*
Lityum klorid	FY		*	*	*
Kalay florid	*	*		FY	FY
Klorhekzidin	*	*	FY		FY
Gluteraldehid	*	*	FY	FY	

Beyaz alanlar yaşlandırılmış örnekler, gri alanlar taze örnekler.

* Tek yönlü varyans analizinde istatistiksel olarak fark var ($p<0,05$).

Taze örnekler için yapılan değerlendirme sonucunda klorhekzidin ile alüminyum fosfat ve lityum klorid arasında anlamlı derecede farklar olduğu görüldü ($p<0,05$). Fakat bu modifikasyon materyali ile kalay florid ve gluteraldehid arasında

fark görülmedi (p>0,05) (Çizelge 3.1.1.2). Alüminyum fosfatın, lityum klorid hariç diğer bütün modifikasyon materyallerinden anlamlı derecede farklı olduğu görüldü (p<0,05) (Çizelge 3.1.1.2)

Yaşlandırılmış örnekler için yapılan değerlendirme sonucunda klorhekzidin ile alüminyum fosfat ve lityum klorid arasında anlamlı derecede farklar olduğu görüldü (p<0,05). Fakat bu modifikasyon materyali ile kalay florid ve gluteraldehid arasında hiçbir fark görülmedi (p>0,05) (Çizelge 3.1.1.2). Alüminyum fosfatın, lityum klorid hariç diğer bütün modifikasyon materyallerinden anlamlı derecede farklı olduğu görüldü (p<0,05) (Çizelge 3.1.1.2).

Çizelge 3.1.1.3 Modifiye CİS'lerin Taze ve Yaşlandırılmış Örneklerinin *S.mutans* Üzerine Antibakteriyel Etkilerinin Ortalama ve Standart Sapma(Ort ±SS) Değerleri

	S.mutans	
	Taze	***Yaşlandırılmış***
Modifikasyon materyalleri	***Ort.±SS***	***Ort.±SS***
Kontrol	0,93±0,19	0,72±0,15
Alüminyum fosfat	0,92±0,24	0,72±0,22
Lityum klorid	0,89±0,29	0,69±0,25
Kalay florid	0,68±0,43	0,54±0,36
Klorhekzidin	0,48±0,43	0,55±0,37
Gluteraldehid	0,69±0,47	0,54±0,40

3.1.1.1. Alüminyum Fosfat'a Ait Bulgular

Tek yönlü varyans analizi testinde Alüminyum fosfatın farklı konsantrasyonları karşılaştırıldığında, kontrol grubuyla aralarında istatistiksel fark görülmedi (p>0,05) (Çizelge 3.1.1.1.1).

Alüminyum Fosfat ile modifiye edilmiş CİS'lerin taze ve yaşlandırılmış örnekleri arasında farklar üzerinde yapılan Bağımsız-T testi sonucunda istatistiksel olarak fark olduğu görüldü ($p<0,05$).

Çizelge 3.1.1.1.1 Farklı Konsantrasyonlarda Alüminyum Fosfat İçerikli CİS'lerin *S.mutans* Üzerine Antibakteriyel Etkilerinin Karşılaştırılması (FY=Fark Yok).

Konsantrasyonlar	***Kontrol***	***% 0,1***	***% 0,5***	***% 1***
Kontrol		FY	FY	FY
% 0,1	FY		FY	FY
% 0,5	FY	FY		FY
% 1	FY	FY	FY	

#Beyaz alanlar yaşlandırılmış örnekler, gri alanlar taze örnekler.

Çizelge 3.1.1.1.2 Alüminyum Fosfat İçerikli CİS'lerin Taze ve Yaşlandırılmış Örneklerinin Farklı Konsantrasyonlarda *S.mutans* Üzerine Antibakteriyel Etkilerinin Ortalama ve Standart Sapma (Ort ±SS) Değerleri

	S.mutans	
	Taze	***Yaşlandırılmış***
Konsantrasyonlar	***Ort.±SS***	***Ort.±SS***
Kontrol	0,93± 0, 19	0,72± 0, 15
% 0,1	0,91± 0, 26	0,69± 0, 23
% 0,5	0,95± 0, 21	0,76± 0, 22
% 1	0,92± 0, 24	0,71± 0, 21

3.1.1.2. Lityum Klorid'e Ait Bulgular

Tek yönlü varyans analizi testinde lityum klorid' in farklı konsantrasyonları karşılaştırıldığında, kontrol grubuyla aralarında istatistiksel fark görülmedi ($p>0,05$) (Çizelge 3.1.1.2.1).

Lityum klorid ile modifiye edilmiş CİS'lerin taze ve yaşlandırılmış örnekleri arasında farklar üzerinde yapılan Bağımsız-T testi sonucunda istatistiksel olarak fark olduğu görüldü ($p<0,05$).

Çizelge 3.1.1.2.1 Farklı Konsantrasyonlarda Lityum Klorid İçerikli CİS'lerin *S.mutans* Üzerine Antibakteriyel Etkilerinin Karşılaştırılması (FY=Fark Yok).

Konsantrasyonlar	***Kontrol***	***% 0,1***	***% 0,5***	***% 1***
Kontrol		FY	FY	FY
% 0,1	FY		FY	FY
% 0,5	FY	FY		FY
% 1	FY	FY	FY	

#Beyaz alanlar yaşlandırılmış örnekler, gri alanlar taze örnekler.

Çizelge 3.1.1.2.2 Lityum Klorid İçerikli CİS'lerin Taze ve Yaşlandırılmış Örneklerinin Farklı Konsantrasyonlarda *S.mutans* Üzerine Antibakteriyel Etkilerinin Ortalama ve Standart Sapma (Ort ±SS) Değerleri

	S.mutans	
	Taze	***Yaşlandırılmış***
Konsantrasyonlar	***Ort.±SS***	***Ort.±SS***
Kontrol	0,93± 0, 19	0,72± 0, 15
% 0,1	0,98± 0, 24	0,74± 0, 23
% 0,5	0,86± 0, 32	0,69± 0, 25
% 1	0,83± 0, 31	0,65± 0, 29

3.1.1.3. Kalay Florid'e Ait Bulgular

Yapılan istatistiksel değerlendirme sonucunda kalay floridin % 1'lik konsantrasyonunun diğer iki konsantrasyondan ve kontrol grubundan farklı olduğu görüldü ($p<0,05$) (Çizelge 3.1.1.3.1).

Kalay florid ile modifiye edilmiş CİS'lerin taze ve yaşlandırılmış örnekleri arasında farklar üzerinde yapılan Bağımsız-T testi sonucunda istatistiksel olarak fark olduğu bulundu ($p<0,05$).

Çizelge 3.1.1.3.1. Farklı Konsantrasyonlarda Kalay Florid İçerikli CİS'lerin *S.mutans* Üzerine Antibakteriyel Etkilerinin Karşılaştırılması (FY=Fark Yok).

Konsantrasyonlar	***Kontrol***	***% 0,1***	***% 0,5***	***% 1***
Kontrol		FY	FY	*
% 0,1	FY		FY	*
% 0,5	FY	FY		*
% 1	*	*	*	

Beyaz alanlar yaşlandırılmış örnekler, gri alanlar taze örnekler

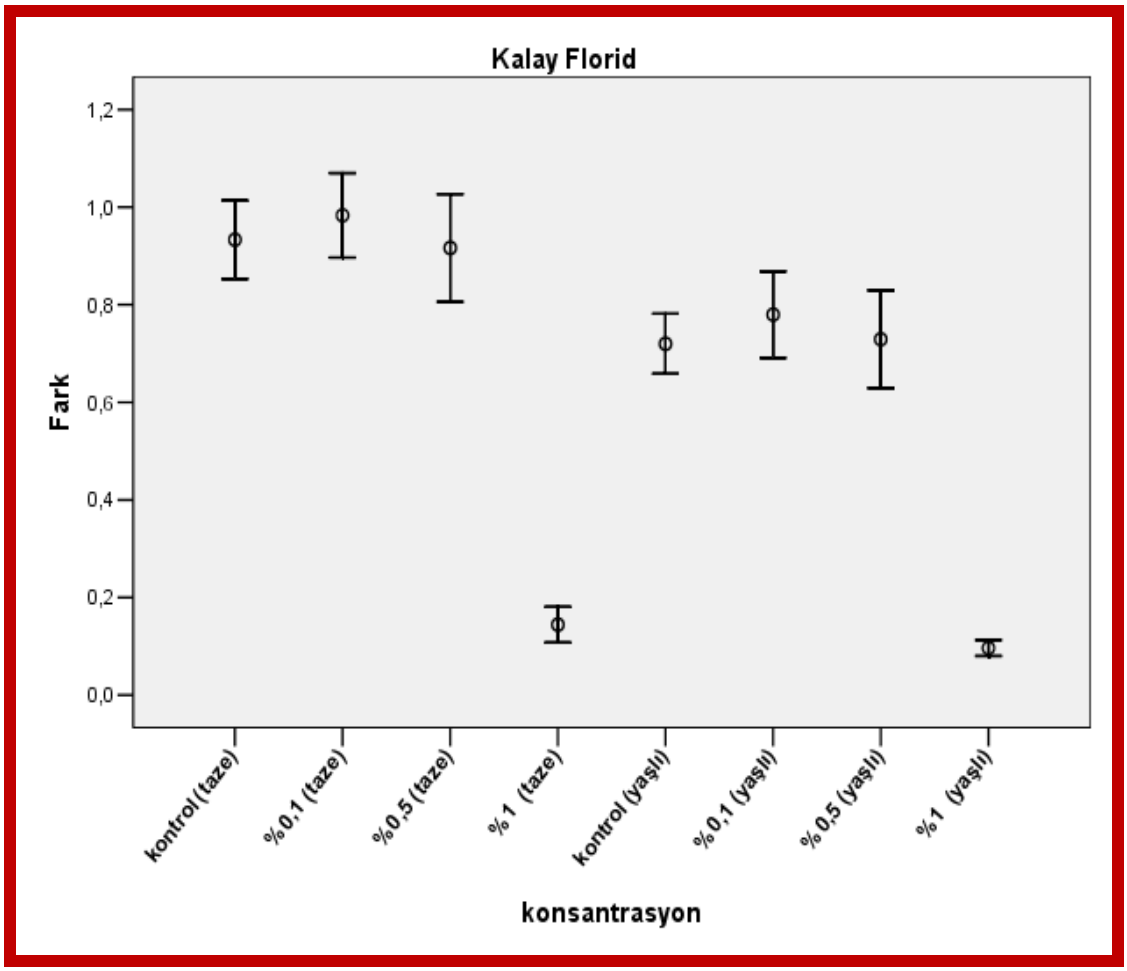
* Tek yönlü varyans analizinde istatistiksel olarak fark var ($p<0,05$).

Çizelge 3.1.1.3.2 Kalay florid İçerikli CİS'lerin Taze ve Yaşlandırılmış Örneklerinin Farklı Konsantrasyonlarda *S.mutans* Üzerine Antibakteriyel Etkilerinin Ortalama ve Standart Sapma (Ort ±SS) Değerleri

	S.mutans	
	Taze	***Yaşlandırılmış***
Konsantrasyonlar	***Ort.±SS***	***Ort.±SS***
Kontrol	0,93± 0, 19	0,72± 0, 15
% 0,1	0,98± 0, 20	0,78± 0, 21
% 0,5	0,92± 0, 26	0,73± 0, 24
% 1	0,14± 0, 09	0,10± 0, 04

Yapılan ölçümlere göre taze örneklerden % 1 kalay florid içerikli CİS'lerin ölçümleri arasındaki farkı diğer konsantrasyonlara daha az bulundu (Grafik 3.1.1.3.1).

Yaşlandırılmış örneklerin de % 1 kalay florid içerikli konsantrasyonunun ölçümleri arasındaki farkı diğer konsantrasyonlara göre daha az bulundu (Grafik 3.1.1.3.1).



Grafik 3.1.1.3.1 *S.mutans* üzerine antibakteriyel etki gösteren kalay floridin taze ve yaşlandırılmış örneklerinin ölçümleri arasındaki farkları

3.1.1.4. Klorhekzidin 'e Ait Bulgular

İstatistiksel değerlendirmelere göre klorhekzidin % 0,5'lik ve %1'lik konsantrasyonlarda kontrol grubundan anlamlı derecede farklı bulundu ($p<0,05$) (Çizelge 3.1.1.4.1)

Klorhekzidin ile modifiye edilmiş CİS'lerin taze ve yaşlandırılmış örnekleri arasında farklar üzerinde yapılan Bağımsız-T testi sonucunda istatistiksel olarak fark olduğu bulundu ($p<0,05$).

Çizelge 3.1.1.4.1 Farklı Konsantrasyonlarda Klorhekzidin İçerikli CİS'lerin *S.mutans* Üzerine Antibakteriyel Etkilerinin Karşılaştırılması (FY=Fark Yok).

Konsantrasyonlar	***Kontrol***	***% 0,1***	***% 0,5***	***% 1***
Kontrol		FY	FY	*
% 0,1	FY		FY	*
% 0,5	*	*		*
% 1	*	*	*	

#Beyaz alanlar yaşlandırılmış örnekler, gri alanlar taze örnekler.

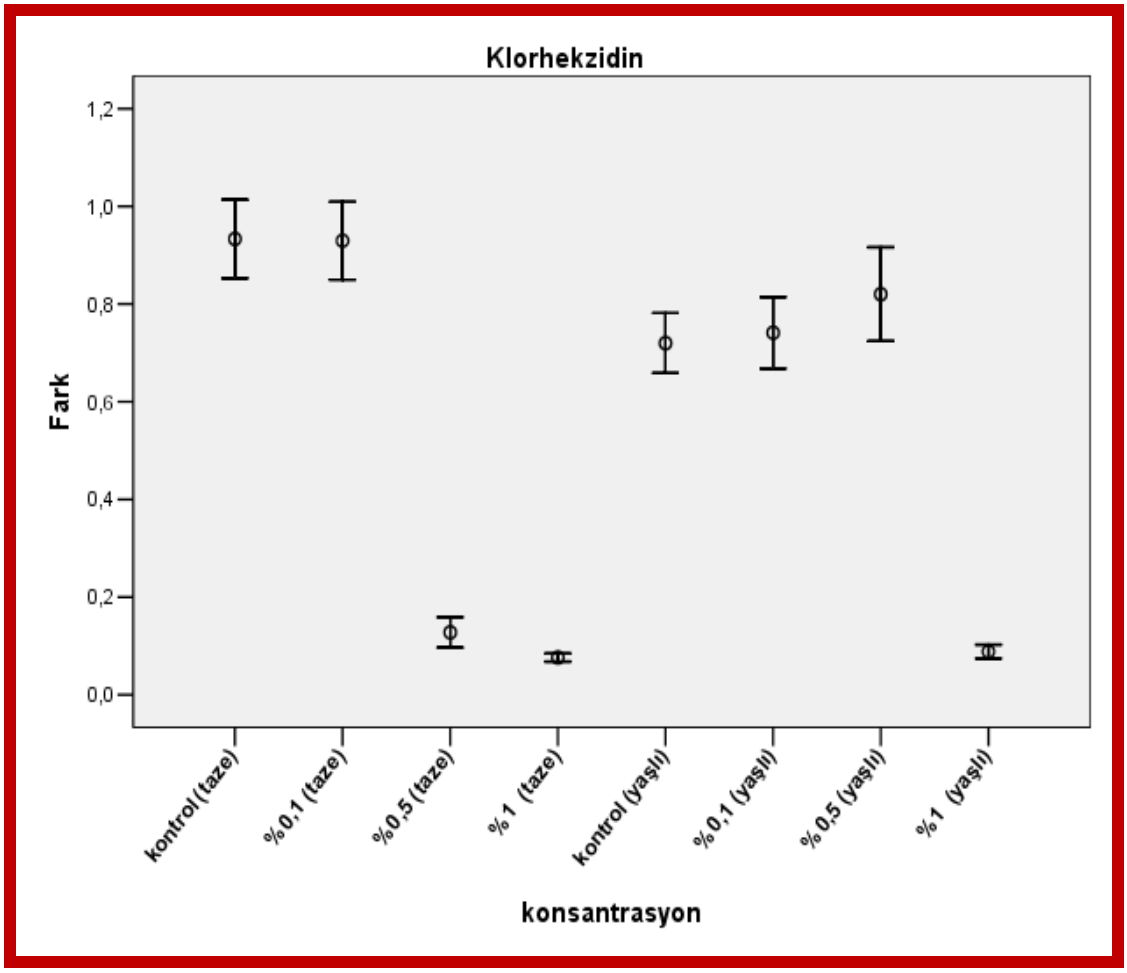
* Tek yönlü varyans analizinde istatistiksel olarak fark var ($p<0,05$).

Çizelge 3.1.1.4.2 Klorhekzidin İçerikli CİS'lerin Taze ve Yaşlandırılmış Örneklerinin Farklı Konsantrasyonlarda *S.mutans* Üzerine Antibakteriyel Etkilerinin Ortalama ve Standart Sapma (Ort ±SS) Değerleri

	S.mutans	
	Taze	***Yaşlandırılmış***
Konsantrasyonlar	***Ort.±SS***	***Ort.±SS***
Kontrol	0,92± 0, 18	0,72± 0, 15
% 0,1	0,93± 0, 19	0,74± 0, 17
% 0,5	0,13± 0, 07	0,82± 0, 23
% 1	0,08± 0, 02	0,09± 0, 03

Yapılan ölçümlere göre taze örneklerden % 0,5 ve % 1 klorhekzidin içerikli CİS'lerin ölçümleri arasındaki farkı diğer konsantrasyonlara göre daha az bulundu (Çizelge 3.1.1.4.2) (Grafik 3.1.1.4.1).

Yaşlandırılmış örneklerin de % 1 klorhekzidin içerikli konsantrasyonunun ölçümleri arasındaki farkı diğer konsantrasyonlara göre daha az bulundu (Çizelge 3.1.1.4.2) (Grafik 3.1.1.4.1).



Grafik 3.1.1.4.1 *S.mutans* Üzerine Antibakteriyel Etki Gösteren Klorhekzidinin Taze ve Yaşlandırılmış Örneklerinin Ölçümleri Arasındaki Farkları

3.1.1.5. Gluteraldehid'e Ait Bulgular

Tek yönlü varyans analizi testinde modifikasyon materyalleri dikkate alınarak konsantrasyonlar karşılaştırıldığında gluteraldehidin % 1'lik konsantrasyonunun diğer iki konsantrasyondan ve kontrol grubundan farklı olduğu görüldü ($p<0,05$) (Çizelge 3.1.1.5.1).

Gluteraldehid ile modifiye edilmiş CİS'lerin taze ve yaşlandırılmış örnekleri arasında farklar üzerinde yapılan Bağımsız-T testi sonucunda istatistiksel olarak fark bulundu ($p<0,05$).

Çizelge 3.1.1.5.1 Farklı Konsantrasyonlarda Gluteraldehid İçerikli CİS'lerin *S.mutans* Üzerine Antibakteriyel Etkilerinin Karşılaştırılması (FY=Fark Yok).

Konsantrasyonlar	***Kontrol***	***% 0,1***	***% 0,5***	***% 1***
Kontrol		FY	FY	*
% 0,1	FY		FY	*
% 0,5	FY	FY		*
% 1	*	*	*	

#Beyaz alanlar yaşlandırılmış örnekler, gri alanlar taze örnekler.

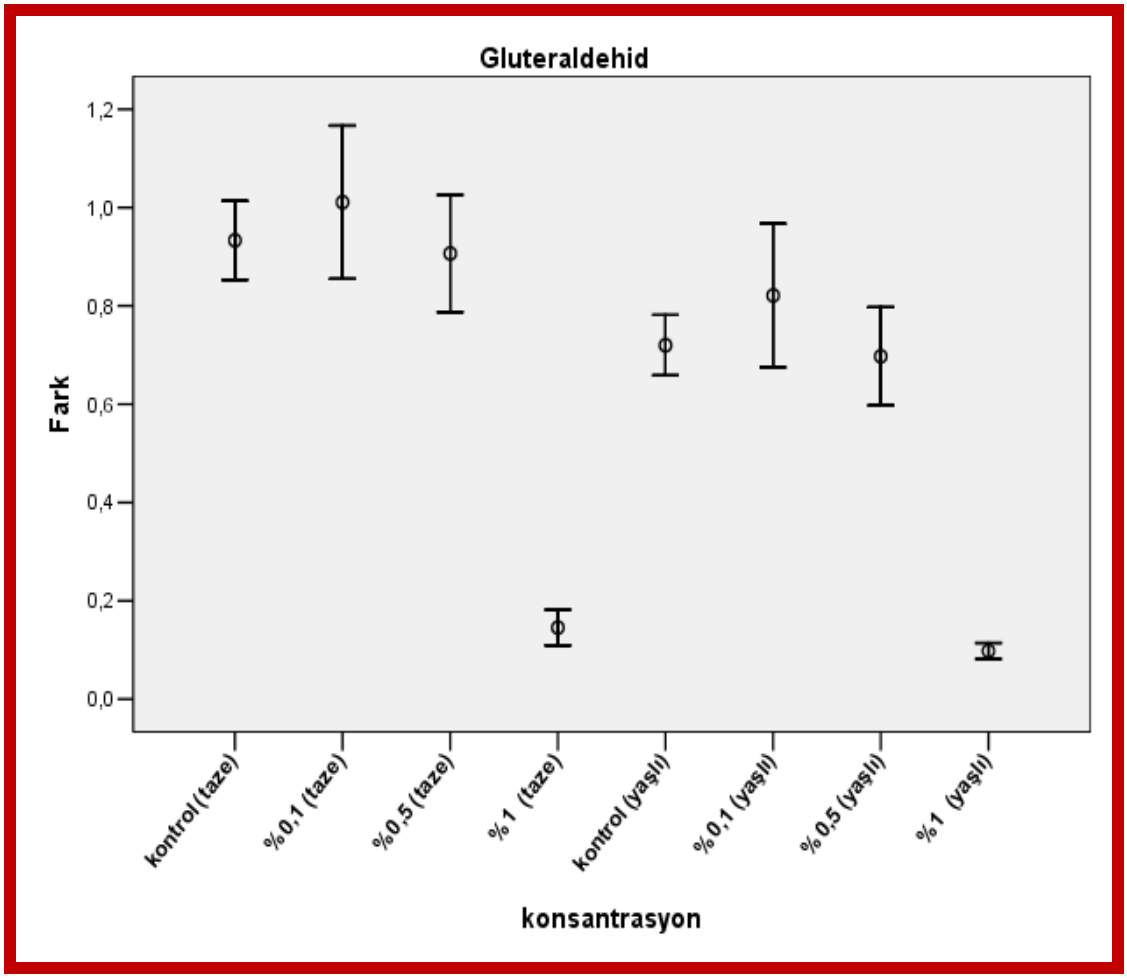
* Tek yönlü varyans analizinde istatistiksel olarak fark var ($p<0,05$).

Çizelge 3.1.1.5.2 Gluteraldehid İçerikli CİS'lerin Taze ve Yaşlandırılmış Örneklerinin Farklı Konsantrasyonlarda *S.mutans* Üzerine Antibakteriyel Etkilerinin Ortalama ve Standart Sapma (Ort ±SS) Değerleri

	S.mutans	
	Taze	***Yaşlandırılmış***
Konsantrasyonlar	***Ort.±SS***	***Ort.±SS***
Kontrol	0,93± 0, 19	0,72± 0, 15
% 0,1	1,01± 0, 37	0,82± 0, 35
% 0,5	0,91± 0, 28	0,70± 0, 24
% 1	0,15± 0, 09	0,10± 0, 04

Yapılan ölçümlere göre taze örneklerden % 1 gluteraldehid içerikli CİS'lerin ölçümleri arasındaki farkı diğer konsantrasyonlara göre daha az bulundu (Grafik 3.1.1.5.1) (Grafik 3.1.1.5.1).

Yaşlandırılmış örneklerden % 1 gluteraldehid içerikli konsantrasyonun ölçümleri arasındaki farkı diğer konsantrasyonlara göre daha az bulundu (Çizelge 3.1.1.5.2) (Grafik 3.1.1.5.1).



Grafik 3.1.1.5.1 *S.mutans* Üzerine Antibakteriyel Etki Gösteren Taze ve Yaşlandırılmış Örneklerin Ölçümleri Arasındaki Farkları

3.1.2. *L.casei* Kullanılarak Yapılan Testin Bulguları

DKT' inde ilk ve 16. saat sonunda elde edilen veriler arasındaki farklar üzerinde tek yönlü varyans analizi ile yapılan değerlendirme sonucunda hem taze hem de bir hafta yaşlandırılmış modifiye edilmemiş CİS'ler arasında istatistiksel olarak fark olmadığı görüldü ($p>0,05$) (Çizelge 3.1.2.1).

CİS'ler arasında istatistiksel bir fark bulunmadığından dolayı bundan sonraki istatistiksel değerlendirmelerde CİS'ler birlikte ele alınarak istatistiksel testler, modifikasyon materyalleri ve onların farklı konsantrasyonları üzerinde uygulandı.

CİS'lerin taze ve yaşlandırılmış örnekleri arasında farklar üzerinde yapılan Bağımsız-T testi sonucunda istatistiksel olarak fark olmadığı görüldü ($p>0,05$).

Çizelge 3.1.2.1 Taze ve Yaşlandırılmış CİS'lerin *L.casei* Üzerine Antibakteriyel Etkilerinin Ortalama ve Standart Sapma (Ort ±SS) Değerleri

	L. Casei	
	Taze	***Yaşlandırılmış***
CİS	***Ort.±SS***	***Ort.±SS***
Ketac Molar	0,98± 0, 12	0,89± 0, 11
GC fuji IX GP	1,01± 0, 21	0,95± 0, 20
GC fuji II LC	0,89± 0, 23	0,82± 0, 20

Farklı konsantrasyonları dikkate alınmadan modifikasyon materyalleri karşılaştırıldığında sonuçlar arasında anlamlı farklılıklar olduğu görüldü ($p<0,05$) (Çizelge 3.1.2.2).

Çizelge 3.1.2.2 *L.casei* Üzerine Farklı Modifikasyon Materyali İçerikli CİS'lerin Antibakteriyel Etkilerinin Karşılaştırılması (FY=Fark Yok).

Modifikasyon Materyalleri	***Alüminyum fosfat***	***Lityum klorid***	***Kalay florid***	***Klorhekzidin***	***Gluteraldehid***
Alüminyum fosfat		FY	*	*	*
Lityum klorid	FY		*	*	*
Kalay florid	*	*		FY	FY
Klorhekzidin	*	*	FY		FY
Gluteraldehid	*	*	FY	FY	

Beyaz alanlar yaşlandırılmış örnekler, gri alanlar taze örnekler.

* Tek yönlü varyans analizinde istatistiksel olarak fark var ($p<0,05$).

Taze örnekler için yapılan değerlendirme sonucunda klorhekzidin ile alüminyum fosfat ve lityum klorid arasında anlamlı derecede farklar olduğu görüldü ($p<0,05$). Fakat bu modifikasyon materyali ile Kalay florid ve Gluteraldehid arasında fark görülmedi ($p>0,05$) (Çizelge 3.1.2.2). Alüminyum fosfatın, lityum klorid hariç diğer bütün modifikasyon materyallerinden anlamlı derecede farklı olduğu görüldü($p<0,05$) (Çizelge 3.1.2.2).

Yaşlandırılmış örnekler için yapılan değerlendirme sonucunda klorhekzidin ile alüminyum fosfat ve lityum klorid arasında anlamlı derecede farklar olduğu görüldü ($p<0,05$). Fakat bu modifikasyon materyali ile kalay florid ve gluteraldehid arasında hiçbir fark görülmedi ($p>0,05$) (Çizelge 3.1.2.2). Alüminyum fosfatın, lityum klorid hariç diğer bütün modifikasyon materyallerinden anlamlı derecede farklı olduğu görüldü ($p<0,05$) (Çizelge 3.1.2.2).

Çizelge 3.1.2.4 Modifiye CİS'lerin Taze ve Yaşlandırılmış Örneklerinin *L.casei* Üzerine Antibakteriyel Etkilerinin Ortalama ve Standart Sapma (Ort ±SS) Değerleri

	L. Casei	
	Taze	***Yaşlandırılmış***
Modifikasyon materyalleri	***Ort.±SS***	***Ort.±SS***
Kontrol	0,96± 0, 19	0,89± 0, 18
Alüminyum fosfat	0,98± 0, 24	0,88± 0, 23
Lityum klorid	0,92± 0, 29	0,85± 0, 27
Kalay florid	0,72± 0, 44	0,65± 0, 43
Klorhekzidin	0,49± 0, 45	0,61± 0, 41
Gluteraldehid	0,71± 0, 48	0,65± 0, 47

3.1.2.1. Alüminyum Fosfat'a Ait Bulgular

Tek yönlü varyans analizi testinde Alüminyum fosfatın farklı konsantrasyonları karşılaştırıldığında, kontrol grubuyla aralarında hiçbir istatistiksel fark görülmedi ($p>0,05$) (Çizelge 3.1.2.1.1).

Alüminyum Fosfat ile modifiye edilmiş CİS'lerin taze ve yaşlandırılmış örnekleri arasında farklar üzerinde yapılan Bağımsız-T testi sonucunda istatistiksel olarak fark olmadığı görüldü ($p>0,05$).

Çizelge 3.1.2.1.1 Farklı Konsantrasyonlarda Alüminyum Fosfat İçerikli CİS'lerin *L.casei* Üzerine Antibakteriyel Etkilerinin Karşılaştırılması (FY=Fark Yok).

Konsantrasyonlar	***Kontrol***	***% 0,1***	***% 0,5***	***% 1***
Kontrol		FY	FY	FY
% 0,1	FY		FY	FY
% 0,5	FY	FY		FY
% 1	FY	FY	FY	

#Beyaz alanlar yaşlandırılmış örnekler, gri alanlar taze örnekler.

Çizelge 3.1.2.1.2 Alüminyum Fosfat İçerikli CİS'lerin Taze ve Yaşlandırılmış Örneklerinin Farklı Konsantrasyonlarda *L.casei* Üzerine Antibakteriyel Etkilerinin Ortalama ve Standart Sapma (Ort ±SS) Değerleri

	L. Casei	
	Taze	***Yaşlandırılmış***
Konsantrasyonlar	***Ort.±SS***	***Ort.±SS***
Kontrol	0,96± 0, 19	0,89± 0, 18
% 0,1	0,98± 0, 26	0,86± 0, 25
% 00,5	0,99± 0, 21	0,90± 0, 22
% 1	0,96± 0, 25	0,87± 0, 22

3.1.2.2. Lityum Klorid'e Ait Bulgular

Tek yönlü varyans analizi testinde lityum klorid' in farklı konsantrasyonları karşılaştırıldığında, kontrol grubuyla aralarında istatistiksel fark görülmedi ($p>0,05$) (Çizelge 3.1.2.2.1).

Lityum klorid ile modifiye edilmiş CİS'lerin taze ve yaşlandırılmış örnekleri arasında farklar üzerinde yapılan Bağımsız-T testi sonucunda istatistiksel olarak fark olmadığı görüldü (p>0,05).

Çizelge 3.1.2.2.1 Farklı Konsantrasyonlarda Lityum Klorid İçerikli CİS'lerin *L.casei* Üzerine Antibakteriyel Etkilerinin Karşılaştırılması (FY=Fark Yok).

Konsantrasyonlar	***Kontrol***	***% 0,1***	***% 0,5***	***% 1***
Kontrol		FY	FY	FY
% 0,1	FY		FY	FY
% 0,5	FY	FY		FY
% 1	FY	FY	FY	

Beyaz alanlar yaşlandırılmış örnekler, gri alanlar taze örnekler.

Çizelge 3.1.2.2.2 Lityum Klorid İçerikli CİS'lerin Taze ve Yaşlandırılmış Örneklerinin Farklı Konsantrasyonlarda *L.casei* Üzerine Antibakteriyel Etkilerinin Ortalama ve Standart Sapma (Ort ±SS) Değerleri

	L. Casei	
	Taze	***Yaşlandırılmış***
Konsantrasyonlar	***Ort.±SS***	***Ort.±SS***
Kontrol	0,96± 0, 19	0,89± 0, 18
% 0,1	1,01± 0, 25	0,91± 0, 23
% 0,5	0,89± 0, 31	0,84± 0, 27
% 1	0,87± 0, 31	0,79± 0, 29

3.1.2.3. Kalay Florid'e Ait Bulgular

Yapılan istatistiksel değerlendirme sonucunda kalay floridin % 1'lik konsantrasyonunun diğer iki konsantrasyondan ve kontrol grubundan farklı olduğu görüldü (p<0,05) (Çizelge 3.1.2.3.1).

Kalay florid ile modifiye edilmiş CİS'lerin taze ve yaşlandırılmış örnekleri arasında farklar üzerinde yapılan Bağımsız-T testi sonucunda istatistiksel olarak fark olmadığı bulundu (p>0,05).

Çizelge 3.1.2.3.1 Farklı Konsantrasyonlarda Kalay Florid İçerikli CİS'lerin *L.casei* Üzerine Antibakteriyel Etkilerinin Karşılaştırılması (FY=Fark Yok).

Konsantrasyonlar	***Kontrol***	***% 0,1***	***% 0,5***	***% 1***
Kontrol		FY	FY	*
% 0,1	FY		FY	*
% 0,5	FY	FY		*
% 1	*	*	*	

Beyaz alanlar yaşlandırılmış örnekler, gri alanlar taze örnekler.

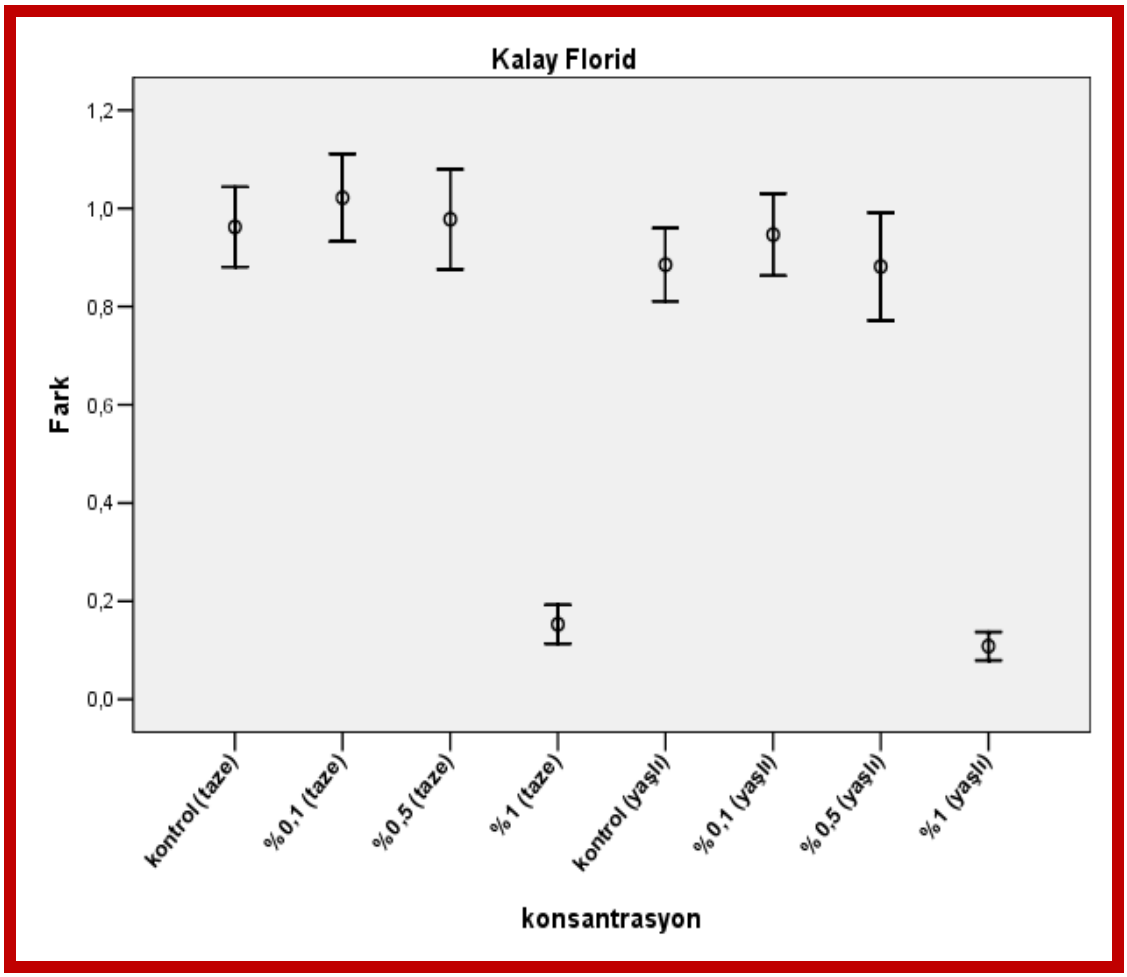
* Tek yönlü varyans analizinde istatistiksel olarak fark var (p<0,05).

Çizelge 3.1.2.3.2 Kalay Florid İçerikli CİS'lerin Taze ve Yaşlandırılmış Örneklerinin Farklı Konsantrasyonlarda *L.casei* Üzerine Antibakteriyel Etkilerinin Ortalama ve Standart Sapma (Ort ±SS) Değerleri

	L. Casei	
	Taze	***Yaşlandırılmış***
Konsantrasyonlar	***Ort.±SS***	***Ort.±SS***
Kontrol	0,96± 0, 19	0,89± 0, 18
% 0,1	1,02± 0, 21	0,95± 0, 20
% 0,5	0,98± 0, 24	0,88± 0, 26
% 1	0,15± 0, 09	0,11± 0, 07

Yapılan ölçümlere göre taze örneklerden % 1 kalay florid içerikli CİS'lerin ölçümleri arasındaki farkı diğer konsantrasyonlara göre daha az bulundu (Grafik 3.1.2.3.1).

Yaşlandırılmış örneklerin de % 1 kalay florid içerikli konsantrasyonunun ölçümleri arasındaki farkı diğer konsantrasyonlara göre daha az bulundu (Grafik 3.1.2.3.1).



Grafik 3.1.2.3.1 *L. Casei* Üzerine Antibakteriyel Etki Gösteren Kalay Floridin Taze ve Yaşlandırılmış Örneklerinin Ölçümleri Arasındaki Farklar

3.1.2.4. Klorhekzidin 'e Ait Bulgular

İstatistiksel değerlendirmelere göre klorhekzidin % 0,5'lik ve %1'lik konsantrasyonlarda kontrol grubundan anlamlı derecede farklı bulundu ($p<0,05$) (Çizelge 3.1.2.4.1).

Klorhekzidin ile modifiye edilmiş CİS'lerin taze ve yaşlandırılmış örnekleri arasında farklar üzerinde yapılan Bağımsız-T testi sonucunda istatistiksel olarak fark olduğu bulundu ($p<0,05$).

Çizelge 3.1.2.4.1 Farklı Konsantrasyonlarda Klorhekzidin İçerikli CİS'lerin *L.casei* Üzerine Antibakteriyel Etkilerinin Karşılaştırılması (FY=Fark Yok).

Konsantrasyonlar	***Kontrol***	***% 0,1***	***% 0,5***	***% 1***
Kontrol		FY	FY	*
% 0,1	FY		FY	*
% 0,5	*	*		*
% 1	*	*	*	

Beyaz alanlar yaşlandırılmış örnekler, gri alanlar taze örnekler.

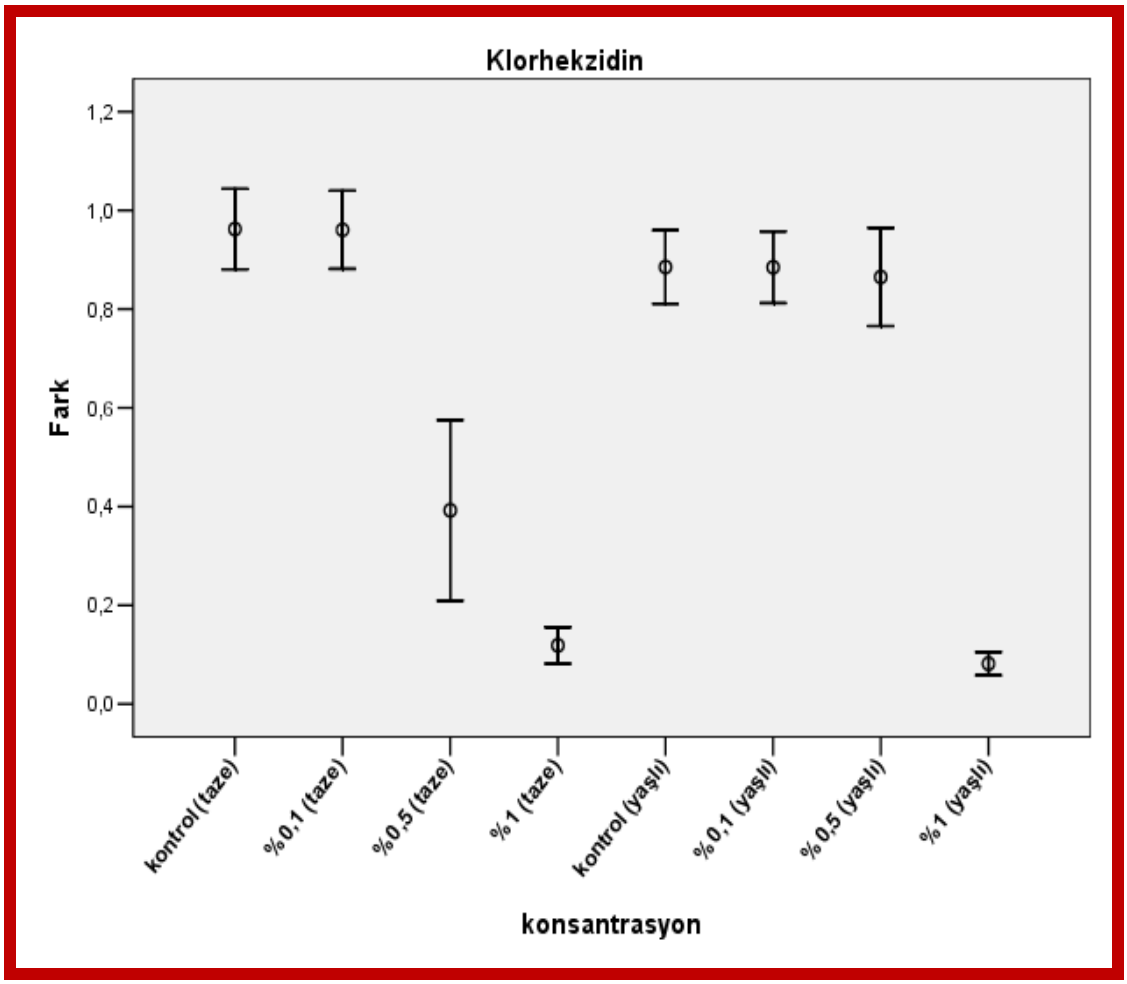
* Tek yönlü varyans analizinde istatistiksel olarak fark var ($p<0,05$).

Çizelge 3.1.2.4.2 Klorhekzidin İçerikli CİS'lerin Taze ve Yaşlandırılmış Örneklerinin Farklı Konsantrasyonlarda *L. Casei* Üzerine Antibakteriyel Etkilerinin Ortalama ve Standart Sapma (Ort ±SS) Değerleri

	L. Casei	
	Taze	***Yaşlandırılmış***
Konsantrasyonlar	***Ort.±SS***	***Ort.±SS***
Kontrol	0,96± 0, 19	0,89± 0, 18
% 0,1	0,94± 0, 18	0,88± 0, 17
% 0,5	0,39± 0, 43	0,87± 0, 24
% 1	0,12± 0, 09	0,08± 0, 06

Yapılan ölçümlere göre taze örneklerden % 0,5 ve % 1 klorhekzidin içerikli CİS'lerin ölçümleri arasındaki farkı diğer konsantrasyonlara göre daha az bulundu (Çizelge 3.1.2.4.2) (Grafik 3.1.2.4.1).

Yaşlandırılmış örneklerin de % 1 klorhekzidin içerikli konsantrasyonunun ölçümleri arasındaki farkı diğer konsantrasyonlara göre daha az bulundu (Grafik 3.1.2.4.1).



Grafik 3.1.2.4.1 *L.casei* Üzerine Antibakteriyel Etki Gösteren Klorhekzidinin Taze ve Yaşlandırılmış Örneklerinin Ölçümleri Arasındaki Farklar

3.1.2.5. Gluteraldehid'e Ait Bulgular

Tek yönlü varyans analizi testinde modifikasyon materyalleri dikkate alınarak konsantrasyonlar karşılaştırıldığında gluteraldehidin % 1'lik konsantrasyonunun diğer iki konsantrasyondan ve kontrol grubundan farklı olduğu görüldü ($p<0,05$) (Çizelge 3.1.2.5.1).

Gluteraldehid ile modifiye edilmiş CİS'lerin taze ve yaşlandırılmış örnekleri arasında farklar üzerinde yapılan Bağımsız-T testi sonucunda istatistiksel olarak fark olmadığı bulundu ($p>0,05$).

Çizelge 3.1.2.5.1 Farklı Konsantrasyonlarda Gluteraldehid İçerikli CİS'lerin *L.casei* Üzerine Antibakteriyel Etkilerinin Karşılaştırılması (FY=Fark Yok).

Konsantrasyonlar	***Kontrol***	***% 0,1***	***% 0,5***	***% 1***
Kontrol		FY	FY	*
% 0,1	FY		FY	*
% 0,5	FY	FY		*
% 1	*	*	*	

Beyaz alanlar yaşlandırılmış örnekler, gri alanlar taze örnekler.

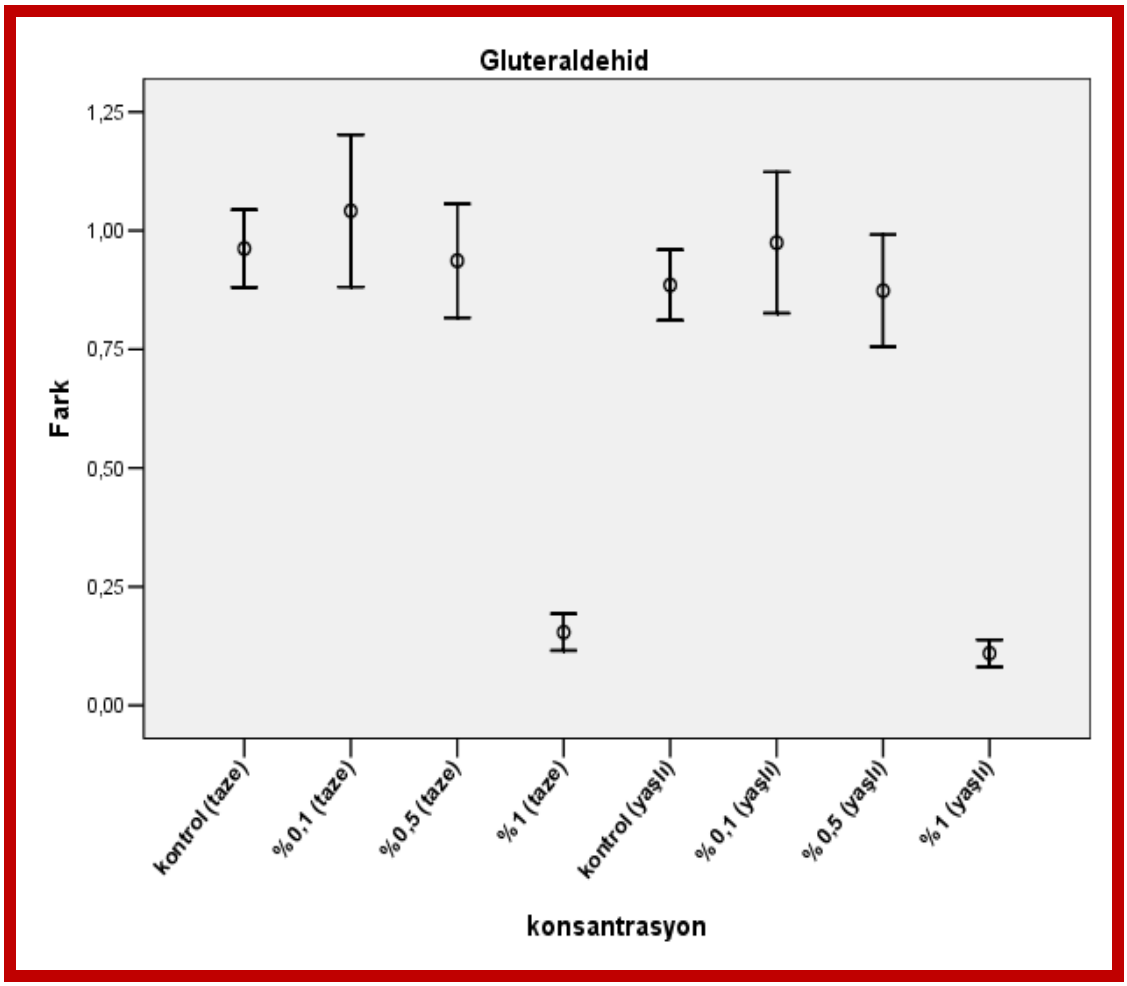
* Tek yönlü varyans analizinde istatistiksel olarak fark var ($p<0,05$).

Çizelge 3.1.2.5.2 Gluteraldehid İçerikli CİS'lerin Taze ve Yaşlandırılmış Örneklerinin Farklı Konsantrasyonlarda *L.casei* Üzerine Antibakteriyel Etkilerinin Ortalama ve Standart Sapma (Ort ±SS) Değerleri

	L. Casei	
	Taze	***Yaşlandırılmış***
Konsantrasyonlar	***Ort.±SS***	***Ort.±SS***
Kontrol	0,96± 0, 19	0,89± 0, 18
% 0,1	1,04± 0, 38	0,97± 0, 35
% 0,5	0,94± 0, 28	0,87± 0, 28
% 1	0,15± 0, 09	0,11± 0, 07

Yapılan ölçümlere göre taze örneklerden % 1 gluteraldehid içerikli CİS'lerin ölçümleri arasındaki farkı diğer konsantrasyonlara göre daha az bulundu (Grafik 3.1.2.5.1) (Grafik 3.1.2.5.1).

Yaşlandırılmış örneklerden % 1 gluteraldehid içerikli konsantrasyonun ölçümleri arasındaki farkı diğer konsantrasyonlara göre daha az bulundu (Grafik 3.1.1.5.1) (Grafik 3.1.2.5.1).



Grafik 3.1.2.5.1 *L.casei* Üzerine Antibakteriyel Etki Gösteren Taze ve Yaşlandırılmış Örneklerin Ölçümleri Arasındaki Farkları

3.2. Sitotoksisite Testi Bulguları

Mikrobiyolojik testlerde kontrol materyaline oranla daha fazla antibakteriyel etkinliği artan modifiye materyaller Çizelge 3.2.1' de görülmektedir. Herhangi bir ilave etki göstermeyen modifikasyonlar için sitotoksisite testi uygulanmamıştır.

Çizelge 3.2.1 Antibakteriyel Etkinliği Artan Modifiye Materyaller

	Antibakteriyel Etkinliği Artan Modifiye Materyaller
1.	Ketac Molar% 0,5 klorhekzidin
2.	Ketac Molar% 1 klorhekzidin
3.	Ketac Molar% 1 gluteraldehid
4.	Ketac Molar% 1 kalay florid
5.	Fuji IX GP % 0,5 klorhekzidin
6.	Fuji IX GP % 1 klorhekzidin
7.	Fuji IX GP % 1 gluteraldehid
8.	Fuji IX % 1 kalay florid
9.	Fuji II LC % 0,5 klorhekzidin
10.	Fuji II LC % 1 klorhekzidin
11.	Fuji II LC % 1 gluteraldehid
12.	Fuji II LC % 1 kalay florid

Test materyallerinin sitotoksisitesi L929 fare fibroblast hücrelerinin (L929 / An1Mouse C3 / An connective tissue (Fare), 92123004) kültürleri kullanılarak değerlendirildi. Kontrol grubu olarak herhangi bir test materyaline maruz kalmayan hücreler kullanıldı.

L929 fare fibroblast hücreleri üzerinde herhangi bir modifikasyon materyali ilave edilmeyen CİS'lerden, Ketac Molar % 96,71 ve Fuji IX GP % 93,94 canlılık yüzdesi gösterdi ve kontrol grubuyla aralarında hiçbir istatistiksel fark bulunmadı ($p>0,05$) (Çizelge 3.2.1).

En az canlılık yüzdesi Fuji II LC' ye maruz kalmış L929 fare fibroblast hücreleri üzerinde görüldü (% 73,78) ve kontrol grubuyla aralarında istatistiksel olarak fark görüldü ($p < 0,05$).



Resim 3.2.1 Fuji II LC'nin ekstraktı uygulanmadan önce L929 fare fibroblast hücrelerinin mikroskoptaki sağlıklı görüntüsü

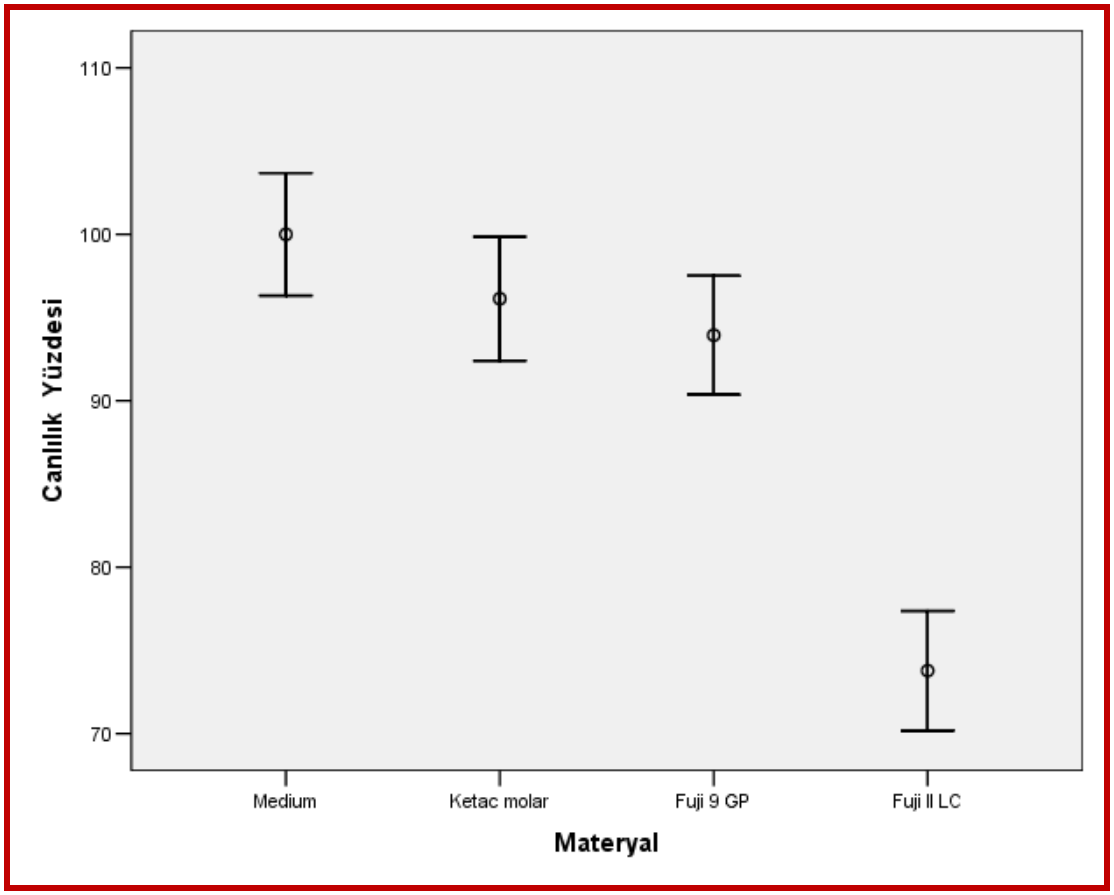


Resim 3.2.2 Fuji II LC'nin ekstraktı uygulandıktan sonra L929 fare fibroblast hücrelerinin mikroskoptaki görüntüsü

Çizelge 3.2.2 Modifiye edilmemiş CİS'lerin ekstraktlarına maruz bırakılan L929 fare fibroblast hücrelerinin ortalama canlılık yüzdeleri

Test Materyalleri	Ort.(%)±S.S	Kontrol Grubuyla İstatistiksel Fark
Kontrol	99,71± 8,80	
Ketac Molar	96,13± 8,82	FY
Fuji IX GP	93,94± 8,46	FY
Fuji II LC	73,78± 8,51	*

FY: İstatistiksel olarak fark yok (p>0,05) * İstatistiksel olarak fark var (p<0,05)



Grafik 3.2.1 MTT Testinde Modifiye Edilmemiş CİS'lere Maruz Kalan Hücre Kültürlerinin Canlılık Yüzdeleri

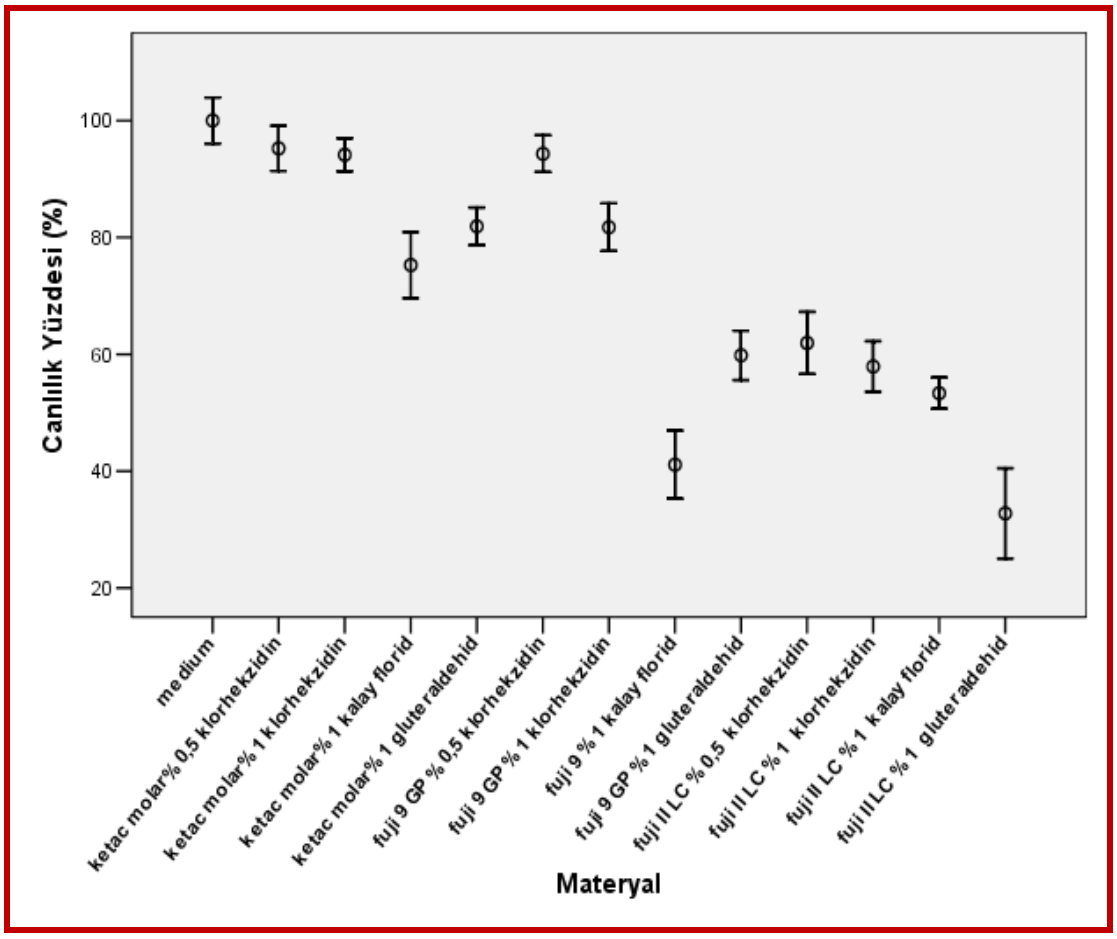
Modifiye CİS'lerden % 0,5 klorhekzidin içerikli Ketac Molar' da % 95,25, % 1 klorhekzidin içerikli Ketac Molar' da % 94,14, % 0,5 klorhekzidin içerikli Fuji IX GP' da % 94,31 oranında canlılık yüzdesi elde edildi ve kontrol grubuyla

aralarında istatistiksel olarak fark bulunmadı ($p > 0,05$) (Çizelge 3.2.3). Diğer test materyalleriyle kontrol grubu karşılaştırıldığında aralarında istatistiksel açıdan anlamlı derecede fark bulundu ($p<0,05$).

Çizelge 3.2.3 Test materyallerine maruz bırakılan L929 fare fibroblast hücrelerinin canlılık yüzdelerinin ortalama ve standart sapmaları (Ort. ± S.S)

Test Materyalleri	Ort. (%)± S.S	Kontrol Grubuyla İstatistiksel Fark
Kontrol	100,01± 9,36	
Ketac Molar% 0,5 klorhekzidin	95,25± 9,13	FY
Ketac Molar% 1 klorhekzidin	94,14± 6,69	FY
Ketac Molar% 1 gluteraldehid	81,91± 7,65	*
Ketac Molar% 1 kalay florid	75,27± 13,38	*
Fuji IX GP % 0,5 klorhekzidin	94,31± 7,44	FY
Fuji IX GP % 1 klorhekzidin	81,74± 9,67	*
Fuji IX GP % 1 gluteraldehid	59,82± 10,03	*
Fuji IX % 1 kalay florid	41,11± 13,79	*
Fuji II LC % 0,5 klorhekzidin	61,94± 12,59	*
Fuji II LC % 1 klorhekzidin	57,92± 10,24	*
Fuji II LC % 1 gluteraldehid	32,78± 18,31	*
Fuji II LC % 1 kalay florid	53,35± 6,33	*

FY: İstatistiksel olarak fark yok ($p>0,05$) *istatistiksel olarak fark var ($p<0,05$)



Grafik 3.2.2 MTT Testinde Modifiye Test Materyallerine Maruz Kalan Hücre Kültürlerinin Ortalama Canlılık Yüzdeleri Değerleri .

Test materyallerinden L929 fare fibroblast hücreleri üzerinde en fazla sitotoksik etkiyi % 32,78 canlılık yüzdesiyle % 1 gluteraldehid içerikli Fuji II LC gösterdi (Çizelge 3.2.3) (Grafik 3.2.2).

Test materyallerinden olan Fuji II LC' nin tüm modifikasyonlarında L929 fare fibroblast hücreleri üzerinde sitotoksik etki görüldü (Çizelge 3.2.3) (Grafik 3.2.2).

3.3. Mekanik Testlerin Bulguları

Modifiye edilen CİS'ler içerisinde antibakteriyel etkinliği artarken sitotoksisitesinde değişiklik olmayan materyaller fiziksel ve mekanik testlere maruz bırakıldı (Çizelge 3.3.1).

Çizelge 3.3.1 Toksik etki göstermeyen test materyalleri

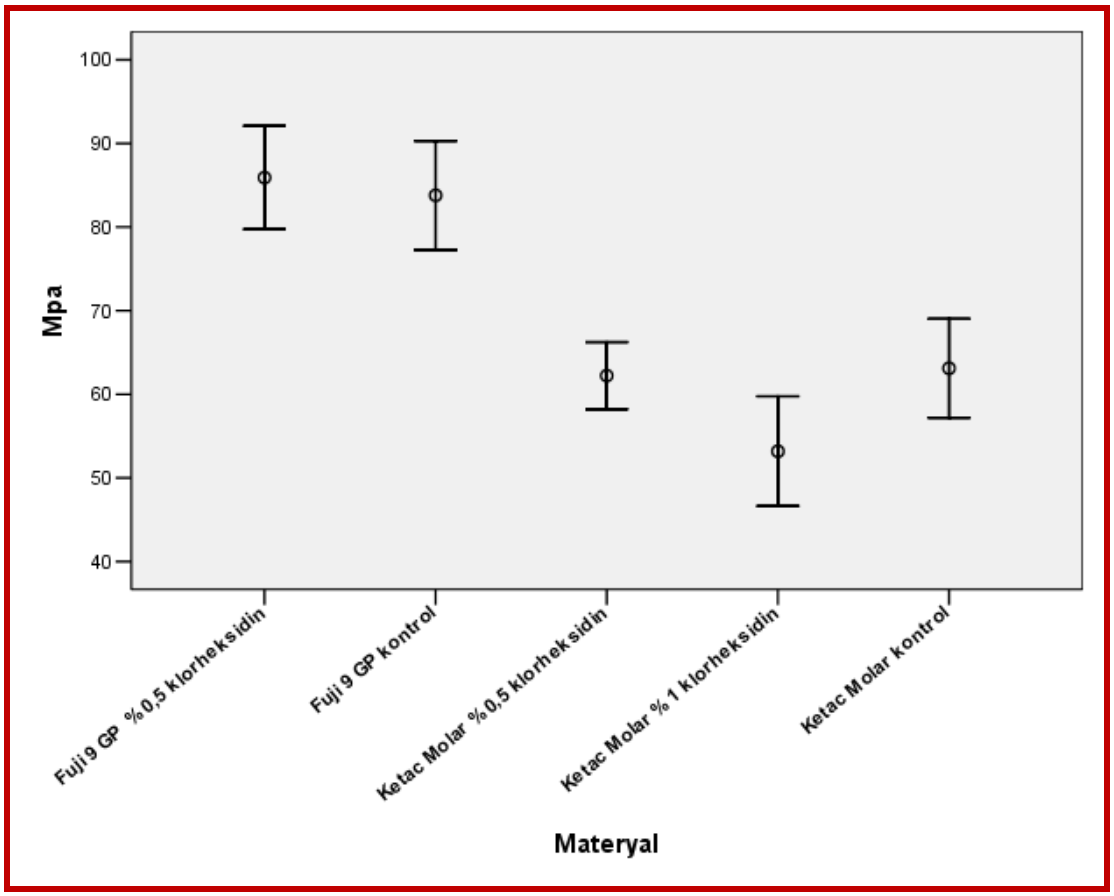
Toksik Etki Göstermeyen Test Materyalleri	
1.	Ketac Molar% 0,5 klorhex
2.	Ketac Molar% 1 klorhex
3.	Fuji IX GP % 0,5 Klorhex

3.3.1. Basma Dayanımı Testi Bulguları

Çalışmada test edilen materyallerin basma dayanımı değerlerinin ortalaması Çizelge 3.3.1.1 ve Grafik 3.3.1.1' de görülmektedir.

Çizelge 3.3.1.1 Materyallerin basma dayanımı ortalama değerleri ve standart sapmaları (MPa).

Test Materyalleri	**Ort.±S.S**
Ketac Molar Kontrol	63,11± 8,25
Ketac Molar% 0,5 klorhekzidin	62,23± 5,61
Ketac Molar% 1 klorhekzidin	53,19± 9,18
Fuji IX GP Kontrol	83,79± 9,11
Fuji IX GP % 0,5 Klorhekzidin	85,91± 8,64



Grafik 3.3.1.1 Materyallerin basma dayanımı değerlerinin dağılımı

Ketac Molar' ın kontrol grubuyla (63,11± 8,25), % 0,5 (62,23± 5,61) ve % 1 (53,19± 9,18) klorhekzidin içerikli gruplarının basma dayanımı değerleri ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark gözlenmedi (p>0.05) (Çizelge 3.3.2).

Fuji IX GP' nin kontrol grubuyla (83,79±9,11) % 0,5 (85,91±8,64) klorhekzidin içerikli grubunun basma dayanımı değerleri ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark gözlenmedi (p>0.05) (Çizelge 3.3.1.2).

Fuji IX GP' nin kontrol grubu ve % 0,5 klorhekzidin içerikli grubu, Ketac Molar' ın kontrol grubu ve diğer konsantrasyonlardaki grubu ile karşılaştırıldığında daha fazla basma dayanımı değeri gösterdi (p<0.05).

Çizelge 3.3.1.2. Materyallerin basma dayanımı değerlerinin gruplar arası karşılaştırılması (MPa).

TEST MATERYALLERİ	**KM Kontrol**	**KM % 0,5 klorhekzidin**	**K M % 1 klorhekzidin**	**F9 GP Kontrol**	**F9 GP % 0,5 Klorhekzidin**
K M Kontrol		FY	FY	*	*
KM % 0,5 klorhekzidin	FY		FY	*	*
KM % 1 klorhekzidin	FY	FY		*	*
F9 GP Kontrol	*	*	*		FY
F9 GP % 0,5 Klorhekzidin	*	*	*	FY	

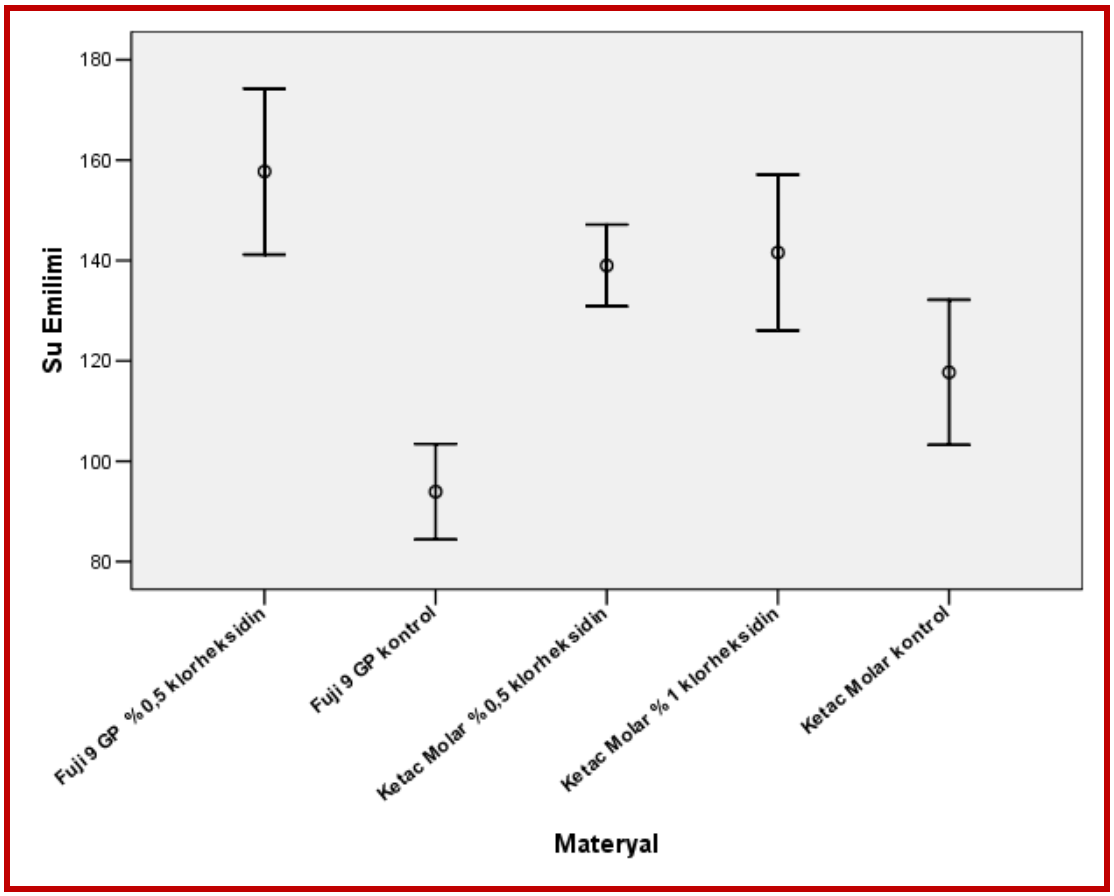
FY: İstatistiksel olarak fark yok (p>0,05) * istatistiksel olarak fark var (p<0,05)

3.3.2. Su Emilimi Testi Bulguları

Çalışmada test edilen materyallerin su emilimi değerlerinin ortalaması Çizelge 3.3.2.1 ve Grafik 3.3.2.1' de görülmektedir.

Çizelge 3.3.2.1 Materyallerin su emilimi ortalama değerleri ve standart sapmaları (Ort±SS).

Test Materyalleri	**Ort.±S.S**
Ketac Molar Kontrol	117,71± 20,21
Ketac Molar% 0,5 klorhekzidin	139,00± 11,40
Ketac Molar% 1 klorhekzidin	141,60± 21,69
Fuji IX GP Kontrol	93,93± 13,33
Fuji IX GP % 0,5 Klorhekzidin	157,74± 23,11



Grafik 3.3.2.1 Materyallerin su emilimi değerlerinin dağılımı

Ketac Molar' ın kontrol grubu (117,71± 20,21) ile % 0,5 (139,00± 11,40) ve % 1 (141,60± 21,69) klorhekzidin içerikli grupları karşılaştırıldığında su emilimi değerleri ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark gözlendi ($p<0.05$) (Çizelge 3.3.2.2).

Ketac Molar' ın % 0,5 ve % 1 klorhekzidin içerikli grupları birbirleriyle karşılaştırıldığında ise su emilimi değerleri ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmedi ($p>0.05$) (Çizelge 3.3.2.2).

Fuji IX GP' nin kontrol grubuyla (93,93± 13,33) % 0,5 (157,74± 23,11) klorhekzidin içerikli grubunun su emilimi değerleri ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark gözlendi. ($p<0.05$) (Çizelge 3.3.2.2).

En az su emilimi değerini diğer gruplarlarla karşılaştırıldığında Fuji IX GP' nin kontrol grubu gösterdi (Grafik 3.3.2.1).

Çizelge 3.3.2.2 Materyallerin su emilimi değerlerinin gruplar arası karşılaştırılması

TEST MATERYALLERİ	**KM Kontrol**	**KM % 0,5 klorhekzidin**	**KM % 1 klorhekzidin**	**F9 GP kontrol**	**F9 GP % 0,5 klorhekzidin**
KM kontrol		*	*	*	*
KM % 0,5 klorhekzidin	*		FY	*	FY
KM % 1 klorhekzidin	*	FY		*	FY
F9 GP kontrol	*	*	*		*
F9 GP % 0,5 klorhekzidin	*	FY	FY	*	

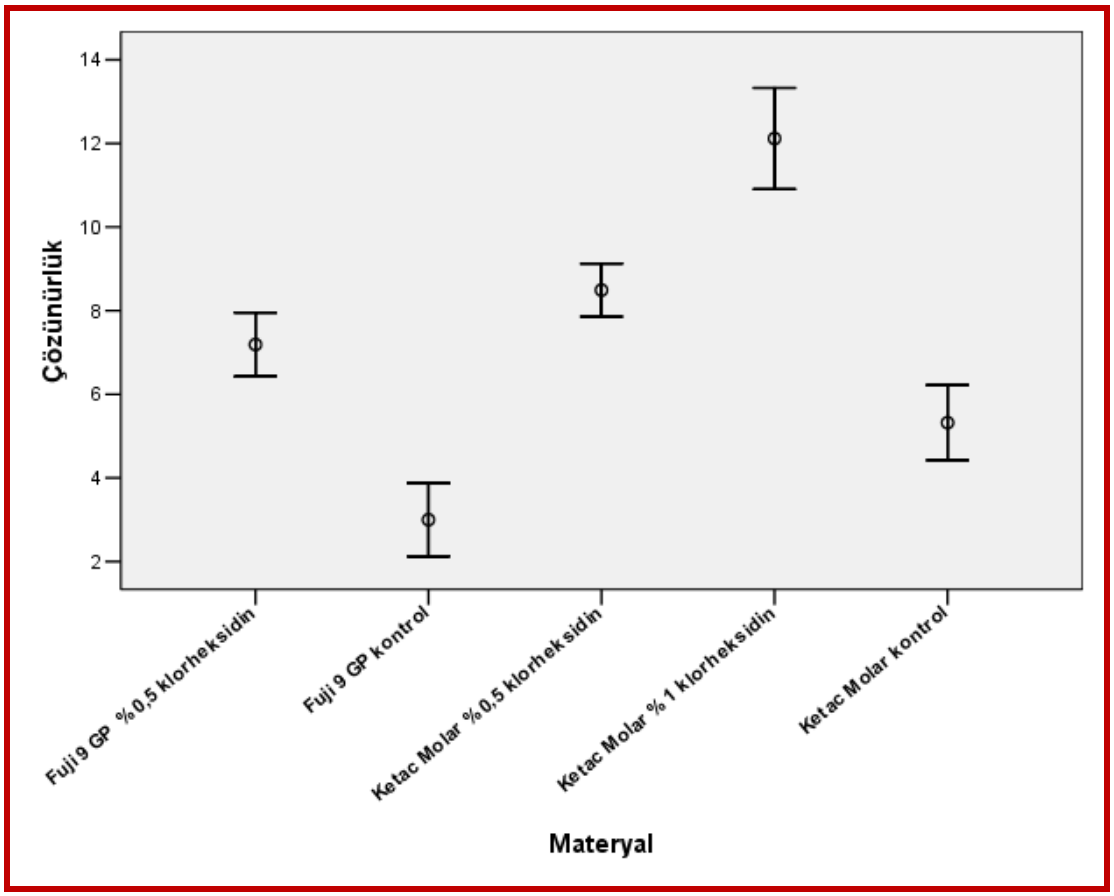
FY: İstatistiksel olarak fark yok (p>0,05) * istatistiksel olarak fark var (p<0,05)

3.3.3. Çözünürlük Testi Bulguları

Çalışmada test edilen materyallerin çözünürlük değerlerinin ortalaması Çizelge 3.3.3.1 ve Grafik 3.3.3.1' de görülmektedir.

Çizelge 3.3.3.1 Materyallerin çözünürlük ortalama değerleri ve standart sapmaları (Ort±SS)

Test Materyalleri	**Ort.± S.S**
Ketac Molar kontrol	5,32± 1,26
Ketac Molar% 0,5 klorhekzidin	8,49± 0,89
Ketac Molar% 1 klorhekzidin	12,12± 1,69
Fuji IX GP kontrol	3,00± 1,22
Fuji IX GP % 0,5 klorhekzidin	7,19± 1,07



Grafik 3.3.3.1 Materyallerin çözünürlük değerlerinin dağılımı

Ketac Molar' ın kontrol grubuyla (5,32± 1,26) % 0,5 (8,49± 0,89) ve % 1 (12,12± 1,69) klorhekzidin içerikli gruplarının çözünürlük değerleri ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark gözlendi ($p<0.05$) (Çizelge 3.3.3.2).

Fuji IX GP' nin kontrol grubuyla (3,00± 1,22) % 0,5 (7,19± 1,07) klorhekzidin içerikli grubunun çözünürlük değerleri ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark gözlendi. ($p<0.05$) (Çizelge 3.3.2.2).

En az çözünürlük değerini diğer gruplarlarla karşılaştırıldığında Fuji IX GP' nin kontrol grubu gösterdi (Grafik 3.3.2.1).

Çizelge 3.3.3.2 Materyallerin çözünürlük değerlerinin gruplar arası karşılaştırılması

TEST MATERYALLERİ	**KM kontrol**	**KM % 0,5 klorhekzidin**	**KM % 1 klorhekzidin**	**F9GP kontrol**	**F9 GP % 0,5 klorhekzidin**
KM Kontrol		*	*	*	*
KM % 0,5 klorhekzidin	*		*	*	*
KM % 1 klorhekzidin	*	*		*	*
F9 GP kontrol	*	*	*		*
F9 GP % 0,5 klorhekzidin	*	*	*	*	

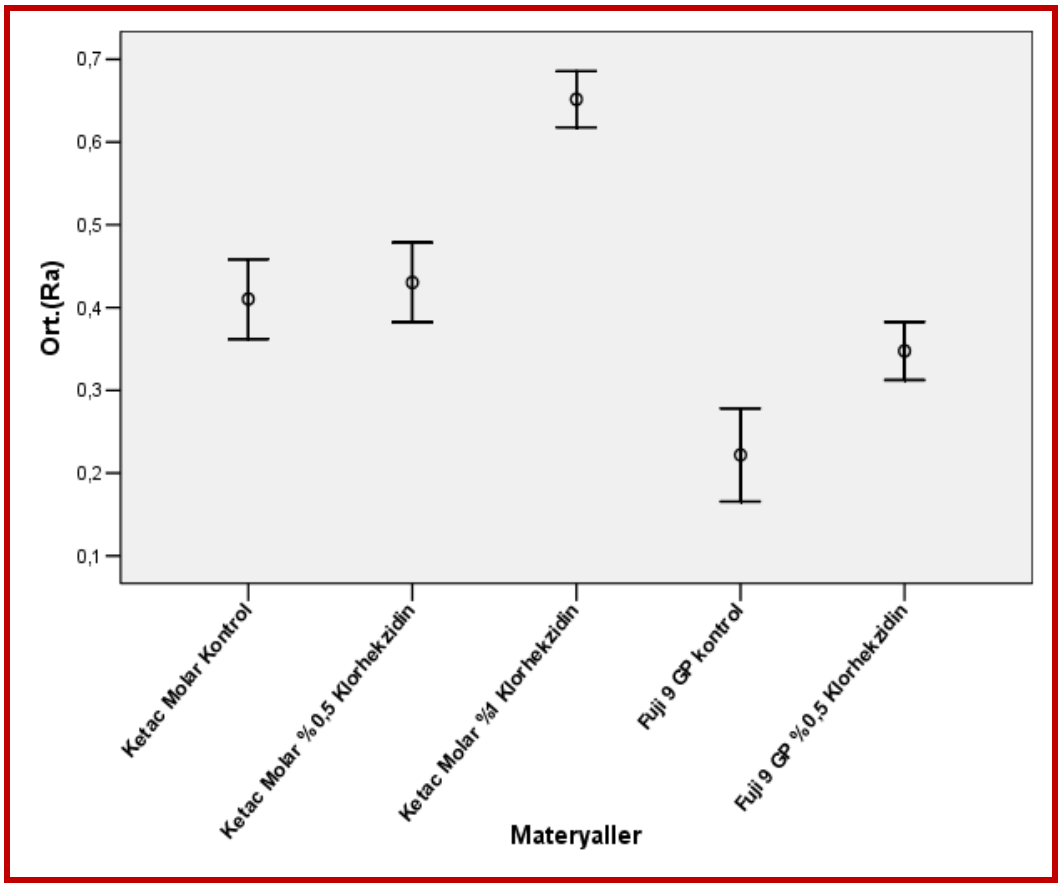
FY: İstatistiksel olarak fark yok (p>0,05) * istatistiksel olarak fark var (p<0,05)

3.3.4.Yüzey Pürüzlülüğü Testi Bulguları

Çalışmada test edilen materyallerin yüze pürüzlülüğü değerlerinin ortalaması Çizelge 3.3.4.1 ve Grafik 3.3.4.1' de görülmektedir.

Çizelge 3.3.4.1 Materyallerin yüzey pürüzlülüğü testi ortalama Ra değerleri ve standart sapmaları(Ort±SS).

Test Materyalleri	**Ort.±S.S**
Ketac Molar Kontrol	0,41±0,07
Ketac Molar% 0,5 klorhekzidin	0,43±0,06
Ketac Molar% 1 klorhekzidin	0,65±0,05
Fuji IX GP Kontrol	0,22±0,07
Fuji IX GP % 0,5 Klorhekzidin	0,35±0,05



Grafik 3.3.4.1 Materyallerin yüzey pürüzlülük değerlerinin dağılımı

Ketac moların kontrol grubuyla (0,41± 0,07), % 0,5 (0,43± 0,06) klorhekzidin içerikli gruplarının yüzey pürüzlülük ortalama değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark gözlenmedi (p>0.05) (Çizelge 3.3.4.2). Fakat % 1 klorhekzidin içerikli grup (0,65 ± 0,05) hem kontrol grubundan hem de % 0,5 klorhekzidin içerikli gruptan istatistiksel olarak farklı bulundu (p<0.05) (Çizelge 3.3.4.2).

Fuji IX GP' nin kontrol grubuyla (0,22± 0,07) , % 0,5 (0,35±0,05) klorhekzidin içerikli grubunun yüzey pürüzlülük değerleri ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark gözlendi (p>0.05) (p<0.05) (Çizelge 3.3.4.2).

En fazla yüzey pürüzlülük değerini % 1 klorhekzidin içerikli Ketac Molar gösterdi (0,65 ± 0,05).

Çizelge 3.3.4.2 Materyallerin yüzey pürüzlülük değerlerinin gruplar arası karşılaştırılması

TEST MATERYALLERİ	**KM kontrol**	**KM % 0,5 klorhekzidin**	**KM % 1 klorhekzidin**	**F9 GP kontrol**	**F9 GP % 0,5 klorhekzidin**
KM Kontrol		FY	*	*	*
KM % 0,5 klorhekzidin	FY		*	*	*
KM % 1 klorhekzidin	*	*		*	*
F9 GP kontrol	*	*	*		*
F9 GP % 0,5 klorhekzidin	*	*	*	*	

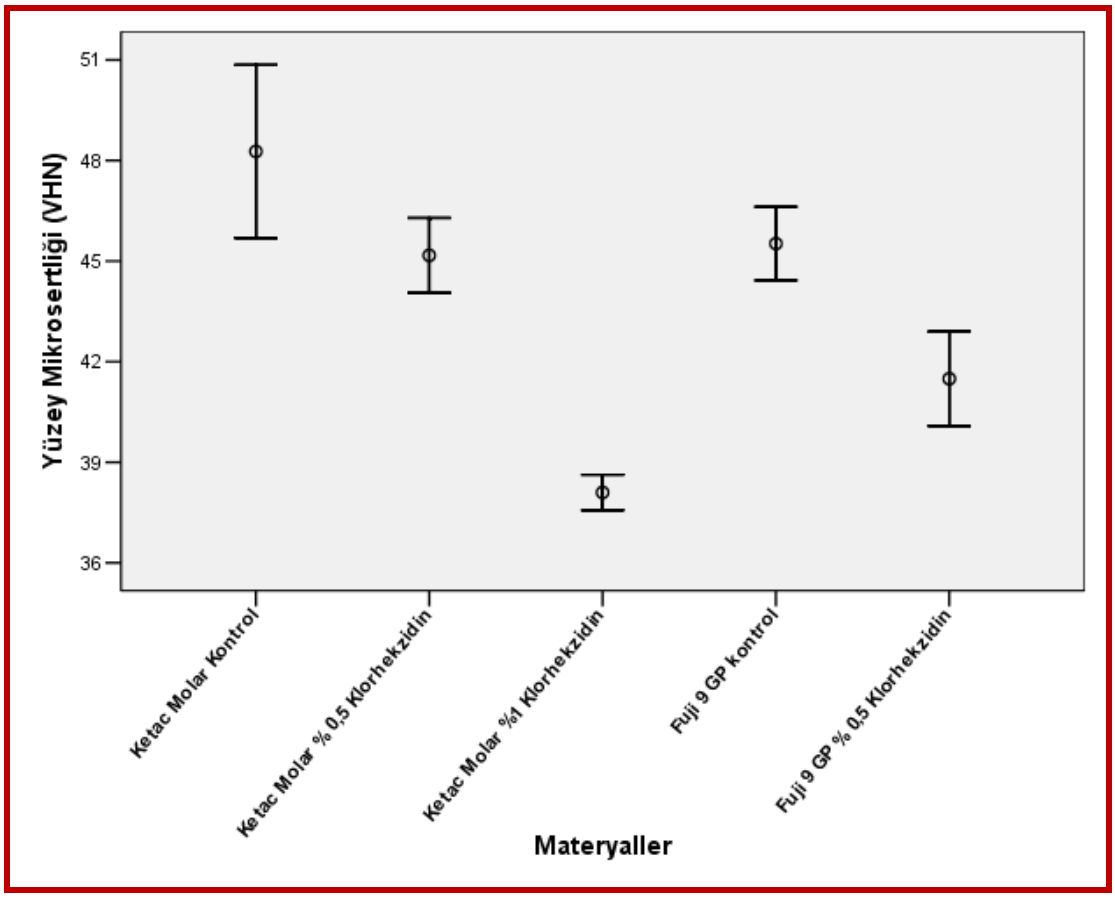
FY: İstatistiksel olarak fark yok (p>0,05) * istatistiksel olarak fark var (p<0,05)

3.3.5.Yüzey Mikro Sertliği Testi Bulguları

Çalışmada test edilen materyallerin mikro sertik değerlerinin ortalaması Çizelge 3.3.5.1 ve Grafik 3.3.5.1' de görülmektedir.

Çizelge 3.3.5.1 Materyallerin yüzey mikro sertliği testi ortalama değerleri ve standart sapmaları(Ort±SS).

Test Materyalleri	**Ort.±S.S**
Ketac Molar Kontrol	48,27±3,61
Ketac Molar% 0,5 klorhekzidin	45,17±1,56
Ketac Molar% 1 klorhekzidin	38,10±0,74
Fuji IX GP kontrol	45,52±1,53
Fuji IX GP % 0,5 klorhekzidin	41,49±1,96



Grafik 3.3.5.1 Materyallerin yüzey mikro sertlik değerlerinin dağılımı

Ketac moların kontrol grubuyla (48,27±3,61), % 0,5 (45,17±1,56) ve % 1 (38,10±0,74) klorhekzidin içerikli gruplarının yüzey mikro sertliği ortalama değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark gözlendi ($p<0.05$) (Çizelge 3.3.5.2).

Fuji IX GP' nin kontrol grubuyla (45,52±1,53) , % 0,5 (0,35±0,05) klorhekzidin içerikli grubunun yüzey mikro sertliği değerleri ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark gözlendi ($p<0.05$) (Çizelge 3.3.5.2).

En fazla yüzey mikro sertlik değerini Ketac moların kontrol grubu (48,27±3,61) gösterdi.

Fuji IX GP' nin kontrol grubuyla (45,52±1,53), Ketac moların kontrol (48,27±3,61) ve % 0,5 klorhekzidin içerikli (45,17±1,56) gruplarının yüzey mikro sertlik ortalama değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark gözlenmedi ($p>0,05$).

Çizelge 3.3.5.2 Materyallerin yüzey mikro sertlik değerlerinin gruplar arası karşılaştırılması

TEST MATERYALLERİ	**KM kontrol**	**KM % 0,5 klorhekzidin**	**KM % 1 klorhekzidin**	**F9 GP kontrol**	**F9 GP % 0,5 klorhekzidin**
KM Kontrol		*	*	FY	*
KM % 0,5 klorhekzidin	*		*	FY	*
KM % 1 klorhekzidin	*	*		*	*
F9 GP kontrol	FY	FY	*		*
F9 GP % 0,5 klorhekzidin	*	*	*	*	

FY: İstatistiksel olarak fark yok ($p>0,05$) * istatistiksel olarak fark var ($p<0,05$)

4.TARTIŞMA

Bu çalışmada diş hekimliği marketlerinde bulunan ve diğer materyaller içerisinde nispeten daha iyi fiziksel özelliklere sahip CİS'lerin antibakteriyel özelliklerini arttırmak için çeşitli modifikasyonlar yapılarak materyallerin antibakteriyel, sitotoksisite ve mekanik özelliklerinin değerlendirilmesi gerçekleştirilmiştir.

Son yıllarda yüksek dayanımlı geleneksel CİS'ler geliştirilmiştir. Bu CİS'ler özellikle çocuklarda ve yaşlılarda kullanımı kolay olduğu için popülarite kazanmıştır. Fuji IX ve Ketac-Molar bu CİS'lerin en önemli örneklerindendir. Bu materyallerin dayanımı ve uzun ömürlülük potansiyelinin hibrit iyonomerlere ve kompomerlere eşit olması beklenmemelidir. Fakat bu materyaller hastaların restoratif ihtiyaçlarını tatmin etmektedir (Christensen 2000).

Bu çalışmada da diğer CİS'lere kıyasla daha iyi mekanik ve fiziksel özelliklerine sahip materyaller olan Fuji II LC, Fuji IX ve Ketac-Molar kullanılmıştır.

4.1.Antibakteriyel Özelliklerin Değerlendirilmesi

Bu çalışmada CİS'lere antibakteriyel özelliklerinin geliştirilmesi amacıyla % 0,1;0,5 ve 1 oranında gluteraldehid, klorhekzidin, lityum klorid, kalay florid ve alüminyum fosfat ilave edilerek modifikasyon işlemi gerçekleştirilmiştir.

Uzun dönem antibakteriyel aktivite bakteri ve siman arasındaki DKT ile ölçülebilir. Oysa Agar Difüzyon Testi'nde simandan antibakteriyel komponentin difüzyonunun olamayacağı düşünülmektedir (Lewinstein ve ark. 2005).

Nisbeten yeni bir metot olan DKT, bakterilerin yaşabilme ve büyüme oranı hakkında bilgi sağlamaktadır. DKT antimikrobiyal komponentlerin difuzyon olabilme ve çözünebilmelerine göre, test materyali ve monolayer mikroorganizma

arasındaki direkt kontak etkisini ölçmek için dizayn edilmiştir (Matalon ve ark. 2005).

Bu amaçla bu çalışmada modifiye materyallerin antibakteriyel özelliklerinin test edilmesi amacıyla bakterilerle direkt temasın sağlandığı DKT yöntemi uygulanmıştır.

Davidovich ve ark (2007) yaptıkları çalışmada 3 farklı CİS (Fuji Plus, Fuji IX GP, Ketac Molar) ve ZOE nin antibakteriyel özelliklerini DKT yöntemiyle karşılaştırmıştır. Bu çalışmada test materyallerinin hem taze hem de bir hafta yaşlandırılmış örnekleri kullanılmıştır. Bu çalışmaya göre taze örnekler yaşlandırılmış örneklere kıyasla daha fazla antibakteriyel etki göstermiştir. Bu durumu 48 saat sonunda PBS içerisinde çözünen florid iyonlarının salınması ile açıklamışlardır.

Çalışmamızda modifiye edilmiş CİS'lerden % 0,5 klorhekzidin içerikli Ketac Molar' ın, % 0,5 klorhekzidin içerikli Fuji IX GP' nin ve % 0,5 klorhekzidin içerikli Fuji II LC'nin taze örneklerinde antibakteriyel etki görülürken PBS içerisinde bir hafta yaşlandırılmış örneklerinde antibakteriyel etkiye rastlanmamıştır. Bu durum modifiye edilmiş materyallerin PBS içerisinde çözünmesine bağlı oluşmuş olabilir. Klorhekzidinin etkisinin uzun süreli olabilmesi için daha yüksek konsantrasyonlarda ilave etmek gerekebilir. Ancak % 0,5' ten daha yüksek konsantrasyonların da toksisiteye yol açabileceği göz ardı edilmemelidir.

Kompozit rezin restorasyonların etrafında geniş çürük lezyonların gelişmesinin nedeni olarak florid salınım yetersizliği ve antibakteriyel özelliklerinin düşük olmasına bağlanmıştır (Gama-Teixeira ve ark. 2007). Materyallere ilave edilen florid miktarı arttırılarak antibakteriyel özellik geliştirilebilir. Fakat ilave edilen bu miktarın materyalin biyouyumluluğunu ve/veya mekanik özelliklerini değiştirmemesi gerekir.

Çürüklerin tedavisinde antibakteriyel aktivitesi olan dental materyallerin kullanılmasının bir çok nedeni vardır. Materyallerin kimyasal kompozisyonu, bağlanırken düşük pH'ı, florid ve diğer iyonları salma gibi özellikleri büyük öneme

sahiptir. Florid salma seviyesinin çürüğe neden olan bakterileri önlemede etkili olabileceği düşünülmektedir. Materyallerden florid salınımı bazı bakterilerin gelişimini yavaşlatmada yetersiz olabilir. Bunun sebebi bakteri türlerinin florid iyonuna karşı farklı hassasiyetinden olabilir. Yotis ve Brennan (1983) yaptıkları çalışmada bakteri hücrelerine yapışan floride karşı farklı hassasiyet ve farklı iyon seviyelerinden dolayı bakteriler tarafından floridin bağlanmasında önemli farklılıklar gözlemlemişlerdir. Marczuk-Kolada ve ark (2006) göre bakteri hücreleri üzerindeki florid aktivitesini sadece iyon miktarına değil aynı zamanda yapışma sırasında materyalden salınan pH'a da bağlıdır. CİS'ler birkaç dakikadan 24 saate kadar bağlanmada düşük pH ile karakterizedir ve florid iyonu ile pH arasındaki antibakteriyel aktivite ilişkisi vardır.

Dental materyallerden belirli zaman dilimleri içerisinde kontrollü olarak bazı iyonların salınım yapması kavramı yeni değildir. Bu sebepten dolayı restoratif materyaller ile antibakteriyel ajanların ve özellikle klorhekzidinin kombinasyonu çalışma konusu olmuştur. Takahashi ve ark (2006) yaptıkları çalışmada Yüksek Basınçlı Sıvı Kromotografisi (HPLC) testi sonucunda klorhekzidin ile modifiye edilmiş CİS formulasyonundan az miktarda klorhekzidin salındığını ve % 1 klorhekzidin diasetat eklemenin Fuji IX' a optimal fiziksel ve antibakteriyel özellikleri verdiğini göstermişlerdir.

Çalışmamızda daha önceki yapılan çalışmalara paralel olarak CİS'ler % 0,1, % 0,5 ve % 1 oranında klorhekzidin diglukanat solüsyon ile modifiye edilmiş ve bu modifiye materyallerin antibakteriyel, sitotoksik, fiziksel ve mekanik özellikleri test edilmiştir. Takahashi ve ark (2006) % 1' lik klorhekzidin diasetatı önermelerine karşın mevcut çalışmada bu konsantrasyonun toksik etkiler oluşturabildiği saptanmıştır.

Geleneksel CİS'lere klorhekzidin ilave edilerek antibakteriyel etkisinin arttırılabileceği düşünülmektedir. Antimikrobiyal aktivite CİS'lere eklenen antiseptik maddenin konsantrasyonuna bağlı olduğu önceki çalışmalarda gösterilmiştir. (Türkün ve ark. 2008). Bu çalışmada modifikasyon için kullanılan materyallerden gluteraldehid ve klorhekzidinin % 0,1'lik konsantrasyonlarında antibakteriyel etki görülmezken, % 0,5 ve % 1 lik konsantrasyonlarında antibakteriyel etki görülmüştür.

Kalay florid ise sadece % 1 lik konsantrasyonlarda antibakteriyel etki göstermiştir. % 0,1 ve % 0,5' lik konsantrasyonlarda hiçbir antibakteriyel etki görülmemiştir. Dolayısı ile ileride yapılacak çalışmalarda farklı materyallerin farklı konsantrasyonlarının da test edilmesi göz önünde bulundurulmalıdır.

Bir çalışmada materyallerin sertleşme esnasında sertleştikten sonrakine kıyasla önemli derecede antibakteriyel etkisinin olduğu gözlemlenmiştir. Bunun materyallerin sertleşirken gösterdikleri düşük pH' dan dolayı olabildiği kısmen açıklanabilmiştir (Türkün ve ark. 2008).

Sanders ve ark (2002) yaptıkları çalışmada düşük konsantrasyonda klorhekzidin diglukonat eklenerek yapılan 24 saatlik sertlik testi sonunda materyallerin fiziksel özelliklerinin herhangi bir şekilde azalmadığı gözlemlenmiştir. Bir başka çalışmada Fujı IX' a % 1 lik klorhekzidin diasetat eklemenin, mekanik özellikleri, bağlanma dayanımını ve sertleşme zamanını etkilemezken antibakteriyel aktivitesinin optimal seviyede olduğu görülmüştür (Türkün ve ark. 2008).

Çalışmamızda da % 0,5 klorhekzidin içerikli Ketac Molar' ın ve % 0,5 klorhekzidin içerikli Fuji IX GP' nin antibakteriyel etki gösterirken fiziksel özellikleri çok fazla diğiştirmediği sonucuna ulaşılmıştır. Bu sebeple daha önceki çalışmalarda kullanılan % 1' lik konsantrasyonunun yüksek olduğunu ileri sürebiliriz. Çünkü önceki çalışmalarda sadece antibakteriyel etki ve fiziksel özellikler değerlendirilirken toksisite göz ardı edilmiştir.

Materyallerin içerisine ilave edilecek klorhekzidin miktarı olabildiğince düşük olmalıdır. Yüksek miktarda klorhekzidin ilave edilmesi CİS'lerin fiziksel özelliklerini ve yapısını zayıflatır. Türkün ve ark (2008) göre CİS'lere % 1.25' lik klorhekzidin diasetat ilave edilerek modifiye edilebilir. Ancak klorhekzidin toksik bir madde olduğu için mümkün olduğu kadar düşük miktarlarda ilave edilmelidir. Çalışmamızda antibakteriyel etki gösteren modifiye CİS'ler için yapılan sitotoksisite testleri sonucunda 3 farklı materyalin (% 0,5 klorhekzidin içerikli Ketac Molar, % 1 klorhekzidin içerikli Ketac Molar, % 0,5 klorhekzidin içerikli Fuji IX GP) toksik etki göstermediği bulundu. Bu materyaller mekanik testlere tabi tutulduğunda en fazla basma dayanımını % 0,5 klorhekzidin içerikli Fuji IX GP materyali gösterdi. Su

emilimi ve çözünürlük testinde en az su emilimi değerini % 0,5 klorhekzidin içerikli Ketac Molar, en az çözünürlük değerini ise % 0,5 klorhekzidin içerikli Fuji IX GP materyali göstermiştir. %1'lik klorhekzidin ilavesi materyallerin mekanik özelliklerini kısmen azaltmıştır. Bu durum yapılan diğer çalışmalara uyum göstermektedir.

CİS'lerden florid salınımı oranı ilk 24 saatte en yüksek seviyededir. Florid salınımı ilk olarak hızlı şekilde yüzeyden ayrılarak sonra florid iyonunun çevredeki iyonlarla değişimiyle olur (Chadwick ve Gordon 1995). En yüksek florid salınımı ilk 24 saatte meydana gelir bunu sonraki aylardaki salınım takip eder (Kan ve ark. 1997).

Oral kavitede, tükürükte, ağız sıvılarında, dental plakta ve minede devamlı olarak floridin varlığı sekonder çürük oluşumunu ve hatta yeni oluşmuş kavite halindeki lezyonların ilerlemesini engelleyebilir (Okida ve ark. 2008).

Rezin Modifiye CİS'lerin asit ataklarının etkili görüldüğü sığ mine derinliklerinde demineralizasyonu önemli derecede azalttığı görülmüştür. Rezin Modifiye CİS'ler ile yapılan restorasyonun etrafındaki demineralizasyondaki azalma materyalden florid salınımıyla oluşmaktadır. Çünkü çürük oluşum sırasında mine kristalleri etrafındaki akışkan florid varlığı demineralizasyonu azaltır ve remineralizasyonu arttırır (Lobo ve ark. 2005).

Geleneksel CİS'ler Rezin Modifiye CİS'lerden daha fazla florid salar ve bu yüzden fissur örtücü olarak kullanıldığı zaman karyostatik etki sağlarlar. Bunların koruyucu etkileri, fissür alanlarındaki küçük parçacıklardan devamlı florid salınımına bağlıdır (Lobo ve ark. 2005).

Restorasyon marjinleri, insan florasında bulunan karyojenik mikroorganizmaların geçişi için potansiyel bir yoldur. Bu yüzden dental simanların antibakteriyel özellikleri çok önemlidir. Dental simanların antibakteriyel aktivitesiyle ilgili bir çok çalışma yapılmıştır ve CİS'lerin antibakteriyel olarak en etkili simanlardan olduğu görülmüştür (Marczuk-Kolada ve ark. 2006, da Silva ve ark. 2007, Davidovich ve ark. 2007, Türkün ve ark. 2008).

Modifikasyon materyallerinin % 0,1' lik konsantrasyonu ile modifiye edilen CİS'dan hiçbirisi antibakteriyel etkinlikte bir artış göstermemiştir. Ketac Molar için klorhekzidinin % 0,5 ve % 1' lik konsantrasyonu ile gluteraldehid ve kalay floridin ise sadece % 1' lik konsantrasyonunda antibakteriyel etkide artış izlemiştir. Fuji IX' un ise klorhekzidin, gluteraldehid, ve kalay floridin sadece % 1' lik konsantrasyonda antibakteriyel etkisinde bir artış görülmüştür. Fuji II LC ise klorhekzidinin % 0,5 ve % 1' lik konsantrasyonlarında ve gluteraldehidin sadece % 1' lik konsantrasyonunda antibakteriyel etkisi artmıştır. Lityum klorid ve alüminyum fosfat ilave edilerek modifiye edilen materyallerde antibakteriyel etkinin önemli derecede artmadığı gözlenmiştir. Bu materyallerle ilgili daha yüksek konsantrasyonlarda denenecek çalışmalara ihtiyaç vardır.

Loyola-Rodriguez ve ark (1994) yaptıkları çalışmaya göre simanların antibakteriyel aktivitesinin, florid bulunmasına bağlanmaması gerektiğini iddia etmişlerdir. Çünkü florid içeren bütün simanlar antibakteriyel etkiye sahip değildir. Araştırmacılar bu çalışmada *S.mutans'* lar üzerinde antibakteriyel aktivitesi olan farklı CİS'leri araştırmış ve düşük miktarda florid salabilen Ketac-Cem' in düşük antibakteriyel özellikleri olduğunu görmüşlerdir. Bunun nedeninin florid iyonunun eksikliğinden ziyade yapısında bulunan bu bileşenin eksikliğinden kaynaklandığını düşünmüşlerdir. Çinko oksit tozu içeren CİS'lerin çinko oksit tozunun direk etkisinden ve çinkonun katyonik etkisinden dolayı daha iyi mikrobiyal inhibisyon gösterdiği savunulmuştur. Çalışmamızda florid iyonuyla modifiye edilen CİS'lerin kontrol grubuyla karşılaştırıldığında daha fazla antibakteriyel etki göstermesi Loyola-Rodriguez ve ark (1994) yaptıkları çalışmanın sonuçlarına göre elde ettikleri düşüncelerle çelişki içerisindedir. Ancak piyasada bulunan birçok florid içerikli materyalinde durumunun ne olduğu tartışılmalıdır.

Nakajo ve ark (2009) yaptıkları çalışmaya göre floridin oral streptokoklara bakterisid ve bakterisidal etkisi olduğu rapor edilmiştir. Bu çalışmada şeker fermantasyonundan elde edilen bakteri asidin, düşük florid konsantrasyonu ile inhibe edildiği görülmüştür. Bu sonuç düşük konsantrasyonda floridin antibakteriyel etkisinin olduğunu desteklemektedir. Bununla birlikte CİS'ler üzerindeki plak örneklerinde yaşayabilen *S.mutans* oranının düşük ve florid içeriğinin yüksek

olduğunu görülmüştür. Çalışmamızda CİS'ler % 1; 0,5 ve 0,1 kalay florid ile modifiye edildiğinde sadece % 1' lik konsantrasyonlarda antibakteriyel etki göstermiştir. % 0,1 ve % 0,5' lik konsantrasyonlarda antibakteriyel etki görülmemiştir.

4.2.Biyouyumluluğun Değerlendirilmesi

Bir dental materyal geliştirilirken, fiziksel ve estetik özellikleri yanı sıra klinik uygulamalar öncesinde biyouyumluluğu da dikkate alınmalıdır. Her geçen gün yeni materyaller piyasaya sürüldüğünden, materyal klinik olarak kullanılmadan önce potansiyel zararlı etkilerinin anlaşılması amacıyla kısa sürede sonuç veren *in vitro* testlerle değerlendirilmelidir. Bu testler daha kompleks hayvan veya insan deneylerinden önce materyallerin toksik etkileri ile ilgili bilgi verebilir.

Dental materyallerin antimikrobiyal etkilerinin derecesi simanın uygulamadan önceki düşük pH' sı ve yüksek florid içeriği ile ilişkili olabilir (Hamilton ve ark. 1985). Ancak restoratif materyallerin antimikrobiyal etkisi ile biyouyumlulukları arasında ters bir orantı olduğu düşünülmektedir (McComb ve Ericson 1987). CİS'lerin pulpaya yakın bölgelerde daha fazla hasara neden olup olmadığını veya iyileşmeyi bozma potansiyeline sahip olup olmadığını iddia etmek için pulpal çalışmalara gerek vardır.

Bu çalışmada modifiye edilen materyallerden 5 farklı kimyasalın 3 farklı konsantrasyonu ile sadece 12 tanesi antibakteriyel etki göstermiştir. Antibakteriyel etki gösteren bu modifiye materyallerden % 0,5 klorhekzidin içerikli Ketac Molar, % 1 klorhekzidin içerikli Ketac Molar ile % 0,5 klorhekzidin içerikli Fuji IX GP, L929 fare fibroblast hücrelerinde sitotoksik etkiye yol açmamıştır. Bu sonuçtan da anlaşıldığı üzere materyallerin sadece bir özelliklerinin iyileştirilmesi o materyali geliştirmiş olmamaktadır.

Nicholson ve Czarnecka (2008)' e göre rezin modifiye CİS'lerden salınan HEMA monomerinin dentinden pulpaya doğru kolayca diffüze olabileceği ve

hastada kalıcı enflamasyondan hassasiyete ve potansiyel alerjik reaksiyonlara kadar bir çok biyolojik yan etkiye neden olabilileceği öne sürülmüştür. Çok düşük konsantrasyonlarda bile tek bir bireyde bir kez temasta hassasiyet oluşturabilme kapasitesine sahip bir materyal olduğu iddia edilen HEMA' ya uzun süre maruz kalmanın potansiyel problemleri olacağı bildirilmektedir vardır. HEMA' nın klinik diş hekimliğinde kullanılan lateks eldivenlerden penetre olabileceği ve çeşitli derecelerde kontak dermatite neden olabileceği ve hatta uçucu olduğu için buharının kolayca inhale edilebilerek, solunum sisteminde olumsuz etkilere neden olabileceği de iddia edilmiştir. Çalışmamızda antibakteriyel etki gösteren rezin içerikli CİS olan Fuji II LC' nin tüm konsantrasyonlarda sitotoksik etki göstermesi içeriğindeki HEMA monomeri nedeniyle olabilir. Çalışmamız bu konuda daha önce yapılan çalışmaları destekler niteliktedir.

Geurtsen ve ark (1998) göre HEMA ve TEGDMA polimerizasyondan 24 saat sonra erken dönemde Rezin Modifiye CİS'lerden salınabilir. İnternal basınca rağmen HEMA dentin tübüllerine difüzyon gösterebilir. Bununla birlikte Mousavinasab ve ark (2008) yaptıkları çalışmaya göre rezin modifiye CİS'ler florid salma kapasitesine sahiptir ve monomer salınımı ve sitotoksisitesi zamanla azalır.

Muller ve ark (1990) göre sitotoksisite CİS'lerin içerisindeki florid iyonlarından kaynaklanmamaktadır. Bu çalışmaya göre sitotoksisite kültür ortamına diffüze olan ve tanımlanmayan toksik diğer komponentlerden kaynaklanmaktadır. Bu komponentler sitotoksik faktörler olarak düşünülebilir.

Çalışmamızda % 1' lik kalay florid içerikli tüm CİS'ler sitototoksik etki göstermiştir. Bu etkinin sebebi modifiye materyallerin içeriğindeki florid iyonlarındaki artıştan dolayı olabilir. Çalışmamızın sonuçları bu açıdan ele alındığında Muller ve ark (1990)' nın yaptıkları çalışmanın sonuçlarıyla kısmen çelişki içerisindedir.

Koulaouzidou ve ark (2009) dentin bonding ajanlarının sitotoksisitesini monolayer hücre kültürleri kullanarak karşılaştırdıkları bir çalışmaya göre hücre kültürleri üzerinde en fazla sitotoksik etkiyi gluteraldehid içerikli Gluma Comfort Bond göstermiştir. Araştırmacılara göre monolayer hücre kültürlerinde Gluteraldehid

HEMA' dan daha sitotoksiktir ve bu sonuç Gluma Comfort Bond' un içeriğindeki HEMA ve gluteraldehide bağlı oluşmuş olabilir. Çalışmamızda modifikasyon materyali olarak kullandığımız gluteraldehidin toksik etki göstermesi bu çalışmanın sonuçlarını destekler niteliktedir.

4.3.Mekanik Özelliklerin Değerlendirilmesi

Restoratif materyalin fonksiyonel kuvvetlere karşı dayanabilme kabiliyeti materyalin uzun dönem performansı için çok önemlidir. Klinik olarak kabul edilen kriter modifiye edilen dental materyallerin yüksek antimikrobiyal aktivite sağlaması ve bu antimikrobiyal etkinin yanında fiziksel özelliklerinin geleneksel materyallerle karşılaştırılabilir olmasıdır (Türkün ve ark. 2008). Bu nedenle çalışmamızda antibakteriyel etkisi artan ve yapılan testler sonucunda biyouyumlu olduğu tespit edilen materyallerin fiziksel özelliklerinin değişip değişmediğini kontrol etmek amacıyla mekanik testler uygulanmıştır

Basma dayanımı, asit ataklarına karşı düşük hassasiyet ve sulu ortamda su emilimi ve çözünürlük gibi özellikler materyallerin klinik performansı için çok önemlidir (Peez ve Frank 2006).

Basma dayanımı testi materyalin çiğneme kuvvetlerine karşı dayanıklılığını ölçmek için sıklıkla kullanılmaktadır. Bonifacio ve ark (2009) atravmatik restoratif tedavide kullanılan CİS'lerin mekanik özelliklerini değerlendirdikleri çalışmada Ketac Molar Easymix ve Fuji IX' un en yüksek basma dayanımı değeri ve mekanik özellikler gösterdiğini bulmuşlardır. Ayrıca aynı çalışmada Ketac molar Easymix ve Fujı IX bütün mekanik testlerde en iyi performansı göstermiştir.

Çalışmamızda da mekanik özellikleri diğer CİS'lere oranla daha iyi olan Ketac Molar Easymix ve Fuji IX GP kullanılmıştır. Bu çalışmada gerçekleştirilen basma dayanımı testinde antibakteriyel etki gösteren ve biyouyumlu olan modifiye materyallerden en fazla basma dayanımını % 0,5 klorhekzidin içerikli Fuji IX GP materyali göstermiştir. % 1 ve % 0,5 klorhekzidin içerikli Ketac Molar kontrol

grubuna ve % 0,5 klorhekzidin içerikli Fuji IX GP kıyasla daha az basma dayanımı göstermiştir. % l klorhekzidin içerikli Ketac Molar, % 0,5 klorhekzidin içerikli Ketac Molar'a göre daha az basma dayanımı göstermiştir. Bu durum Klorhekzidinin konsantrasyonun artmasıyla fiziksel özelliklerinin azalacağı şeklinde yorumlanabilir.

Geleneksel ve rezin modifiye CİS, kolaylıkla su çeken hidrofilik materyallerdir. Su emilimi ve suda çözünürlük ise; restorasyonlarda boyutsal değişikliklere, kontur kayıplarına, marjinal kırıklara ve estetik bozukluklara sebep olan faktörlerdir (Malacarne ve ark. 2006). Ayrıca CİS'lerin neme olan hassasiyetlerinin ve su emilimi ve suda çözünürlük oranlarının; materyallere ait "polimerizasyon büzülmesi, diş dokularına bağlanma ve sıkışma ve kırılmaya karşı direnç" gibi çeşitli fiziksel ve kimyasal özellikleri de olumsuz yönde etkilediği bildirilmektedir (Kanchanavasita ve ark. 1997, Büyükeşmen ve ark. 2005, Cefaly ve ark. 2006).

Su emilimi ve suda çözünürlük tüm restoratif materyallerin fiziksel, kimyasal ve mekanik özelliklerini etkileyebilir. Özellikle cam iyonomer esaslı restoratif materyallerde su emilimi ve suda çözünürlük önemli bir sorun olarak karşımıza çıkmaktadır. Özellikle geleneksel CİS'lerin neme olan aşırı hassasiyetleri, benzer şekilde rezin modifiye CİS'lerde ve kısmen poliasit modifiye kompozit rezinlerde de kendini göstermektedir (Nicholson ve Czarnecka 2008).

Su emilimi; asit-baz reaksiyonlarının meydana geldiği geleneksel ve Rezin Modifiye CİS'lerde başlıca matriks içine olmakta ve matriks içindeki su konsantrasyonuna bağlı olarak, kontrollü bir süreçte difüzyon katsayısı azalmaktadır. Dolayısıyla su emilimi, siman matriksinin hidrolizine bağlı olarak zaman içinde siman kütlelerinin bozulmasına yol açmakta ve restorasyonların klinik ömrünü azaltmaktadır. Bununla birlikte ışıkla polimerize edilen CİS'lerde; fotokimyasal reaksiyona bağlı olarak rezin ağının meydana gelmesi ve dentinde rezinlerin infiltre oldukları bir tabaka oluşması gibi nedenlerden dolayı, su emilimi ve suda çözünürlük miktarlarının geleneksel CİS'lerden daha az oldukları bilinmektedir (Büyükeşmen ve ark. 2005).

Simanların çözünürlüğünün değerlendirilmesi klinik olarak önemlidir. Simanın çözünmesi sonucunda yüzey özellikleri bozulur ve marjinal uyum ve restorasyonun uyumunda yetersizliğe neden olur. CİS'ler neme erken hassasiyet ve su absorbsiyonu gibi negatif özelliklere sahiptir (Beriat ve Tulunoğlu 2007). Bu çalışmada modifikasyon materyallerinin CİS'lerin mevcut fiziksel özelliklerinin değişimini kontrol etmek için su emilimi ve çözünürlük testi de yapılmıştır. Çalışmamızın sonuçlarına göre su emilimi ve çözünürlük testinde modifiye materyallerden en az su emilimi değerini % 0,5 klorhekzidin içerikli Ketac Molar, en az çözünürlük değerini ise % 0,5 klorhekzidin içerikli Fuji IX GP materyali göstermiştir. % 1 klorhekzidin içerikli Ketac Molar en fazla çözünürlük değeri göstermiştir. Bunun nedeni olarak yüksek konsantrasyonda klorhekzidin kullanılması gösterilebilir. Bundan dolayı CİS'lere yüksek konsantrasyonlarda antibakteriyel materyal ilave etmenin materyalin fiziksel ve mekanik özelliklerini değiştirebileceği hesaba katılmalıdır.

Bir materyalin penetrasyonlara ve girintilere direnci olarak tanımlanabilen yüzey sertliği dental materyallerin fiziksel özelliklerinin belirlenmesinde oldukça önemli bir faktördür. Yüzey sertliği yumuşaklık ve esneklik gibi birkaç özellikle etkileşim içerisindedir. Vicker's yüzey sertliği ölçümlerinde sertlik değeri arttıkça yüzey sertliği de artar. Yüzey sertliği materyallerin özelliklerine göre değişiklik gösterebilir (Silva ve ark. 2007). Çalışmamızda modifiye materyallerin fiziksel özelliklerinin değerlendirilmesi amacıyla yüzey mikrosertliği testi de uygulanmıştır.

Restoratif tedavilerde yapılan restorasyonlarının yüzeyinin düzgün olması çok önemlidir. Düzgün yüzeyli restorasyonlar renklenme ve ikincil çürük oluşmasına neden olabilecek bakteri plağının tutunmasını engelleyebilirler (Marigo ve ark. 2001). Bu yüzden bizim çalışmamızda yüzey pürüzlülüğü testi de uygulanmıştır.

Sonuç olarak bu çalışmada antibakteriyel etkinliği daha iyi olan bir cam iyonomer dolgu materyali geliştirilmeye çalışıldı. Antimikrobiyal olarak geliştirilmiş olan restoratif materyaller ile gerçekleştirilecek restorasyonların kavitede bozulmadan kalan veya kavitede kalan mikroorganizmaların ortadan kaldırılmasına katkı sağlayarak restorasyonların ömürlerinin uzayacağı tahmin edilebilir. Ayrıca restoratif materyallere katılabilecek antibakteriyel ajanları ve oranlarını tespit ederek,

ileride geliştirilecek olan materyallere ışık tutulabilir. Diş hekimliğinde oldukça geniş bir endikasyon sahası olan CİS'lerin antibakteriyel açıdan güçlendirilmesi daha başarılı restorasyonların gerçekleştirilmesine hizmet edecektir.

Bu çalışmanın sonuçlarına göre optimal düzeyde antibakteriyel etkiye ilave olarak biyolojik olarak uyumlu ve mekanik olarak güçlü materyaller elde etmek için klorhekzidinin % 0,5' lik konsantrasyonu yeterli bulunmuştur.

Gluteraldehid için bu noktada antibakteriyel etkinliğe katkısı saptanırken toksik özellikleri artırması yüzünden bir modifikasyon materyali olarak önerilemeyeceği aşikardır.

Kalay florid de aynı şekilde antibakteriyel etkinliği güçlendirirken biyolojik olarak kabul edilemez olması sebebiyle materyallere bu kimyasalın katılması önerilememektedir.

Alüminyum fosfat ve lityum klorid bu çalışmada test edilen konsantrasyonlarda önemli bir antibakteriyel etkiye ulaşmadığı için ilerdeki çalışmalarda bu iki materyalin daha yüksek konsantrasyonları test edilebilir.

5.SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada 3 farklı CİS içersine 5 farklı modifikasyon materyali 3 farklı konsantrasyonda eklenerek, bu materyallerin CİS'lerin antibakteriyel, sitotoksisite ve fiziksel özelliklerini değiştirip değiştirmediği incelenmiştir. Bu çalışmadan elde edilen sonuçlarına göre;

- Modifikasyon materyallerinin CİS'lerin üzerine antibakteriyel etkisi açısından CİS'ler arasında herhangi bir fark bulunmamıştır.

- Modifiye materyallerden sadece 12 tanesi CİS'lerin antibakteriyel etkisini arttırmıştır. Antibakteriyel etkinliği arttıran modifiye materyallerden de sadece 3 tanesinin biyouyumlu olduğu sonucuna varılmıştır. Mevcut dolgu materyallerinin içerisine antibakteriyel ajanların ilave edilmesi bu materyallerin biyouyumluluğunu değiştirebilir.

- Rezin modifiye CİS olan Fuji II LC tüm konsantrasyonlarda antibakteriyel etki göstermiştir. Bu durum içerisindeki HEMA'dan ve/veya TEGDMA' dan dolayı olabilir.

- CİS'leri modifiye etmek için kullanılan materyallerin % 0,1' lik konsantrasyonunda CİS'lerin antibakteriyel etkisinde herhangi bir değişim olmamıştır. Antibakteriyel etkinliğin artması için daha yüksek konsantrasyonlarda modifikasyon materyallerinin kullanılmasına ihtiyaç vardır.

- Optimal düzeyde antibakteriyel etkiye ilave olarak biyolojik olarak uyumlu ve mekanik olarak güçlü materyaller elde etmek için modifikasyon materyallerinden klorhekzidinin % 0,5' lik konsantrasyonu yeterli bulunmuştur.

- Gluteraldehid için bu noktada antibakteriyel etkinliğe katkısı saptanırken toksik özellikleri artırması yüzünden bir modifikasyon materyali olarak önerilemeyeceği aşikardır.

- Kalay florid de aynı şekilde antibakteriyel etkinliği güçlendirirken biyolojik olarak kabul edilemez olması sebebiyle materyallere bu kimyasalın katılması önerilememektedir.

Sonuç olarak bu çalışmada antibakteriyel etkinliği daha iyi olan bir cam iyonomer dolgu materyali geliştirilmeye çalışıldı. Antimikrobiyal olarak geliştirilmiş olan restoratif materyaller ile gerçekleştirilecek restorasyonların kavitede bozulmadan kalan veya kavitede kalan mikroorganizmaların ortadan kaldırılmasına katkı sağlayarak restorasyonların ömürlerinin uzayacağı tahmin edilebilir. Ayrıca restoratif materyallere katılabilecek antibakteriyel ajanları ve oranlarını tespit ederek, ileride geliştirilecek olan materyallere ışık tutulabilir. Diş hekimliğinde oldukça geniş bir endikasyon sahası olan CİS'lerin antibakteriyel açıdan güçlendirilmesi daha başarılı restorasyonların gerçekleştirilmesine hizmet edecektir.

6. ÖZET

S. Ü. Sağlık Bilimleri Enstitüsü
Diş Hastalıkları ve Tedavisi Anabilim Dalı
DOKTORA TEZİ/KONYA 2009
Muhammet YALÇIN
Danışman
Abdülkadir ŞENGÜN

Antibakteriyel Etkinliklerinin Geliştirilmesiyle Modifiye Edilmiş Farklı Tipteki Cam İyonomer Simanların Antibakteriyel, Sitotoksik ve Fiziksel Özelliklerinin İncelenmesi

Modern teknikle hazırlanan kavitelerde hem kalan diş sert dokularında remineralizsyonu teşvik edecek hem de kavite tabanında kalan mikroorganizmalar üzerine antibakteriyel etki gösterecek materyallerin kullanılması kaçınılmazdır.

Bu çalışmada konservatif diş hekimliğinde kullanılan geleneksel ve rezin modifiye CİS'lerin içerisine değişik oranlarda antibakteriyel ajanlar eklenerek bu simanların antibakteriyel etkinliğin geliştirilmeye çalışılması, modifikasyonlar sırasında kullanılan bileşenlerin biyouyumluluğa ve fiziksel özellikler üzerine etkisinin incelenmesi amaçlanmıştır.

Çalışmada bir resin modifiye (Fuji II LC improved) ve iki geleneksel CİS (Ketac-Molar Easymix, Fuji IX GP) olmak üzere toplam üç farklı CİS modifiye edildi.

CİS'leri modifiye etmek amacıyla beş farklı kimyasal (Alüminyum Fosfat, Klorhekzidinin, Lityum klorid, Glutaraldehid, Kalay florid) üç farklı konsantrasyonda (% 1; % 0,5; % 0,1) ilave edildi. Toplam 45 modifiye materyalle birlikte kontrol materyali olarak modifiye edilmeyen simanlar kullanıldı.

Modifiye edilen CİS'lerin antibakteriyel özelliğini değerlendirmek amacıyla çürük oluşumunda önemli rolü olan *S.mutans (RSHM, 676) ve L.casei (RSHM, 900)* olmak üzere iki farklı bakteri üzerinde direkt kontak testi yöntemiyle antibakteriyel etki değerlendirildi ve 12 materyalin ((Ketac Molar % 0,5 klorhekzidin, Ketac Molar % 1 klorhekzidin, Ketac Molar % 1 gluteraldehid, Ketac Molar % 1 kalay florid, Fuji IX GP % 0,5 klorhekzidin, Fuji IX GP % 1 klorhekzidin, Fuji IX GP % 1

gluteraldehid, Fuji IX % 1 kalay florid, Fuji II LC % 0,5 klorhekzidin, Fuji II LC % 1 kalay florid, Fuji II LC % 1 klorhekzidin, Fuji II LC % 1 gluteraldehid) antibakteriyel etkinliğinin artmış olduğu tespit edildi. Bu modifiye materyallerin toksisitesini (değişim olup olmadığını) tespit etmek için L 929 fare fibroblast hücrelerinin monolayer kültürlerinde MTT testi uygulandı.

Mikrobiyolojik testlerde antibakteriyel etkisi artan materyallerden, biyolojik olarak L929 hücreleri üzerinde toksik etki göstermeyenler Basma Dayanımı, Su Emilimi ve Çözünürlüğü, Yüzey Pürüzlülüğü, Yüzey Mikro Sertliği gibi bazı fiziksel testlere tabi tutuldu. Elde edilen veri istatistiksel olarak Mann-Whitney U-testi (α=0,05) ile değerlendirildi.

Antibakteriyel etki gösteren modifiye materyallerden % 0,5 klorhekzidin içerikli Ketac Molar, % 1 klorhekzidin içerikli Ketac Molar ve % 0,5 klorhekzidin içerikli Fuji IX GP, L929 fare fibroblast hücrelerinde sitotoksik etkiye yol açmamıştır. Biyouyumlu olan modifiye materyallerden % 0,5 klorhekzidin içerikli ketac molar en fazla mikrosertlik ve en az su emilimi değerini, % 0,5 klorhekzidin içerikli Fuji IX GP ise en az çözünürlük ve en az yüzey pürüzlülüğü değerini göstermiştir.

Sonuç olarak bu çalışmada antibakteriyel etkinliği daha iyi ve aynı zamanda biyouyumluluğu ve mekanik özellikleri değişmeyen bir cam iyonomer dolgu materyali geliştirilmeye çalışıldı. Diş hekimliğinde oldukça geniş bir endikasyon sahası olan CİS'lerin antibakteriyel açıdan güçlendirilmesi daha başarılı restorasyonların gerçekleştirilmesine neden olacaktır.

7.SUMMARY

İnvestigation of antibacterial, cytotoxicty and physical characterisation of modified different glass ionomer cements with development of antibacterial activity

It is inevitable to use materials that affect both stimulating remineralization of tooth hard tissues and showing antibacterial effect on residual microorganisms in cavities that by modern techniques.

The aim of this study was to examine to try to develope the antibacterial effects of cements and the components used during modifications on biocompability and physical properties.

In this study; three different glass ionomer cements, a resin modified (Fuji II LC improved) and two conventional (Ketac-Molar Easymix, Fuji IX GP) , have been modified.

To modify glass ionomer cements, five different chemicals (Aluminium Phosphate,Chlorhexidine, Lithium Chlorid, Glutaraldehyde, Stannous Floride) were used in three different concontrations (% 1; % 0,5; % 0,1). As a control material, the unmodified cements were used with totally 45 modified materials.

To evaluate the antibacterial effect of modified glass ionomer cements, two different bacteries [*S.mutans (RSHM 676) and L.casei (RSHM 9000)] that* affect the formation of caries were used.On these microorganisms, the antibacterial effect has been evaluated with the method of direct contact test and ın conclusion of performed microbial tests, the increasings in antibacterial effects have been determined in 12 materials (Ketac Molar % 0,5 Chlorhexidine, Ketac Molar % 1 Chlorhexidine, Ketac Molar % 1 Gluteraldehyde, Ketac Molar % 1 Stannous floride, Fuji IX GP % 0,5 Chlorhexidine, Fuji IX GP % 1 Chlorhexidine, Fuji IX GP % 1 Gluteraldehyde, Fuji IX % 1 Stannous floride, Fuji II LC % 0,5 Chlorhexidine, Fuji II LC Stannous floride, Fuji II LC % 1 Chlorhexidine, Fuji II LC % 1 Gluteraldehyde). Whether to find a change in toxicities of these modified materials, MTT has been performed in monolayer cultures of L929 cells.

From the materials that had increased activity in microbiologic tests, ones do not show toxic effect biologically on L929 cells have been taken into the tests such as compressive strength, water absorption-dissolution, surface roughness, surface micro hardness. The data obtained were evaluated with Mann Whitney U-test statistically.

From these modified materials that showed antibacterial effect, Ketac Molar which includes % 0,5 chlorhexidine, Ketac Molar which includes % 1 chlorhexidine and Fuji IX GP which includes % 0,5 chlorhexidine did not cause cytotoxic effect on mouse fibroblast cells. From biocompatible modified materials Ketac Molar which included % 0,5 chlorhexidine had the highest micro stiffness and the lowest water absorbtion value. Fuji IX GP which included % 0,5 chlorhexidine had the lowest dissolution and the lowest surface roughness values.

In conclusion, it has been studied to delevope a glass ionomer filling material that has better antibacterial effect stable biocompability and mechanical properties. The strentghening antibacterial effects of glass ionomer cements which have wide indication areas in dentistry give rise to successful restorative applications.

8.KAYNAKLAR

Amaral MT, Guedes-Pinto AC, Chevitarese O. Effects of a glass-ionomer cement on the remineralization of occlusal caries--an in situ study. Braz Oral Res. 2006;20:91-6.

Benelli EM, Serra MC, Rodrigues AL, Jr., Cury JA. In situ anticariogenic potential of glass ionomer cement. Caries Res. 1993;27:280-4.

Beriat NÇ, Tulunoğlu İ. Evaluation of the Solubility of Resin-modified Glass Ionomer Cements. Hacettepe Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi. 2007;31:3-7.

Bonifacio CC, Kleverlaan CJ, Raggio DP, Werner A, de Carvalho RC, van Amerongen WE. Physical-mechanical properties of glass ionomer cements indicated for atraumatic restorative treatment. Aust Dent J. 2009;54:233-7.

Büyükeşmen C, Büyükeşmen Ç, Büyüköztaş D, Kaplan R. Farklı tiplerdeki geleneksel ve rezin-modifıye CİSın su emilimi ve suda çözünürlüğü. Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi. 2005;32:25-34.

Caughman WF, Caughman GB, Dominy WT, Schuster GS. Glass ionomer and composite resin cements: effects on oral cells. J Prosthet Dent. 1990;63:513-21.

Cefaly DF, Wang L, de Mello LL, dos Santos JL, dos Santos JR, Lauris JR. Water sorption of resin-modified glass-ionomer cements photoactivated with LED. Braz Oral Res. 2006;20:342-6.

Chadwick SM, Gordon PH. An investigation into the fluoride release of a variety of orthodontic bonding agents. Br J Orthod. 1995;22:29-33.

Chang YC, Chou MY. Cytotoxicity of fluoride on human pulp cell cultures in vitro. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. 2001;91:230-4.

Cho SY, Cheng AC. A review of glass ionomer restorations in the primary dentition. J Can Dent Assoc. 1999;65:491-5.

Christensen GJ. The need for caries-preventive restorative materials. J Am Dent Assoc. 2000;131:1347-9.

da Silva RC, Zuanon AC, Spolidorio DM, Campos JA. Antibacterial activity of four glass ionomer cements used in atraumatic restorative treatment. J Mater Sci Mater Med. 2007;18:1859-62.

Davidovich E, Weiss E, Fuks AB, Beyth N. Surface antibacterial properties of glass ionomer cements used in atraumatic restorative treatment. J Am Dent Assoc. 2007;138:1347-52.

Dayangaç B. Kompozit Rezin Restorasyonlar. Öncü Basımevi,Ankara. 2000;74-84.

de Carvalho FG P-RR, Soares LE, Santo AM, Martin AA, Nociti-Junior FH. Mineral distribution and CLSM analysis of secondary caries inhibition by fluoride/MDPB-containing adhesive system after cariogenic challenges. J Dent. . 2009;37:307-314.

Demirci M, Üçok M. Yeni Nesil Cam-Ionomer Sistemin İn-Vivo Ve İnsitu Değerlendirilmesi. İstanbul Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Diş Hastalıkları ve Tedavisi. 1996;

Dhondt CL, De Maeyer EA, Verbeeck RM. Fluoride release from glass ionomer activated with fluoride solutions. J Dent Res. 2001;80:1402-6.

Frencken JE, Imazato S, Toi C, Mulder J, Mickenautsch S, Takahashi Y ve ark. Antibacterial effect of chlorhexidine- containing glass ionomer cement in vivo: a pilot study. Caries Res. 2007;41:102-7.

Gaintantzopoulou MD, Willis GP, Kafrawy AH. Pulp reactions to light-cured glass ionomer cements. Am J Dent. 1994;7:39-42.

Gama-Teixeira A, Simionato MR, Elian SN, Sobral MA, de Cerqueira Luz MA. Streptococcus mutans-induced secondary caries adjacent to glass ionomer cement, composite resin and amalgam restorations in vitro. Braz Oral Res. 2007;21:368-74.

Geurtsen W, Bubeck P, Leyhausen G, Garcia-Godoy F. Effects of extraction media upon fluoride release from a resin-modified glass-ionomer cement. Clin Oral Investig. 1998;2:143-6.

Geurtsen W, Spahl W, Leyhausen G. Residual monomer/additive release and variability in cytotoxicity of light-curing glass-ionomer cements and compomers. J Dent Res. 1998;77:2012-9.

Hicks MJ, Flaitz CM, Silverstone LM. Secondary caries formation in vitro around glass ionomer restorations. Quintessence Int. 1986;17:527-32.

Imazato S. Antibacterial properties of resin composites and dentin bonding systems. Dent Mater. 2003;19:449-57.

Imazato S. Bio-active restorative materials with antibacterial effects: new dimension of innovation in restorative dentistry. Dent Mater J. 2009;28:11-9.

Işıksal KG, Sandallı N. Fluorid bileşikleri ve linoleik asitle hazırlanan geçici simanın basma dayanımı, çözünürlük, fluorid salınımı, ph, radyoopasite ve antimikrobiyal özelliklerinin araştırılması. Yeditepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü. 2007;

Jedrychowski JR, Caputo AA, Kerper S. Antibacterial and mechanical properties of restorative materials combined with chlorhexidines. J Oral Rehabil. 1983;10:373-81.

Kameyama A, Tsumori M, Ushiki T, Muto Y, Koga H, Matsukubo T ve ark. Fluoride release from newly developed dental adhesives. Bull Tokyo Dent Coll. 2002;43:193-7.

Kan KC, Messer LB, Messer HH. Variability in cytotoxicity and fluoride release of resin-modified glass-ionomer cements. J Dent Res. 1997;76:1502-7.

Kanchanavasita W, Anstice HM, Pearson GJ. Water sorption characteristics of resin-modified glass-ionomer cements. Biomaterials. 1997;18:343-9.

Keskin Y, Kansu G. Farklı Yöntemlerle Polimerize Olan kaide Rezinlerinin Boyutsal Stabiliteleri Üzerine Sterilizasyon Yöntemlerinin Etkisi. Türkiye Klinikleri Diş Hekimliği Bilimleri. 1999;5:92-98.

Koulaouzidou EA, Helvatjoglu-Antoniades M, Palaghias G, Karanika-Kouma A, Antoniades D. Cytotoxicity of dental adhesives in vitro. Eur J Dent. 2009;3:3-9.

Kovarik RE, Haubenreich JE, Gore D. Glass ionomer cements: a review of composition, chemistry, and biocompatibility as a dental and medical implant material. J Long Term Eff Med Implants. 2005;15:655-71.

Kvam E, Broch J, Nissen-Meyer IH. Comparison between a zinc phosphate cement and a glass ionomer cement for cementation of orthodontic bands. Eur J Orthod. 1983;5:307-13.

Lewinstein I, Matalon S, Slutzkey S, Weiss EI. Antibacterial properties of aged dental cements evaluated by direct-contact and agar diffusion tests. J Prosthet Dent. 2005;93:364-71.

Lobo MM, Pecharki GD, Tengan C, da Silva DD, da Tagliaferro EP, Napimoga MH. Fluoride-releasing capacity and cariostatic effect provided by sealants. J Oral Sci. 2005;47:35-41.

Loyola-Rodriguez JP, Garcia-Godoy F, Lindquist R. Growth inhibition of glass ionomer cements on mutans streptococci. Pediatr Dent. 1994;16:346-9.

Maddi SS, Tandon S, Aithal KS. Clinical evaluation of sodium flouride chewable tablets in dental caries. Indian J Dent Res. 1999;10:146-9.

Maijer R, Smith DC. A comparison between zinc phosphate and glass ionomer cement in orthodontics. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 1988;93:273-9.

Malacarne J, Carvalho RM, de Goes MF, Svizero N, Pashley DH, Tay FR ve ark. Water sorption/solubility of dental adhesive resins. Dent Mater. 2006;22:973-80.

Marczuk-Kolada G, Jakoniuk P, Mystkowska J, Luczaj-Cepowicz E, Waszkiel D, Dabrowski JR ve ark. Fluoride release and antibacterial activity of selected dental materials. Postepy Hig Med Dosw (Online). 2006;60:416-20.

Marigo L, Rizzi M, La Torre G, Rumi G. 3-D surface profile analysis: different finishing methods for resin composites. Oper Dent. 2001;26:562-8.

Markovic DL, Petrovic BB, Peric TO. Fluoride content and recharge ability of five glass-ionomer dental materials. BMC Oral Health. 2008;8:21.

Matalon S, Slutzky H, Weiss EI. Antibacterial properties of 4 orthodontic cements. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2005;127:56-63.

McComb D, Ericson D. Antimicrobial action of new, proprietary lining cements. J Dent Res. 1987;66:1025-8.

McLean JW, Wilson AD. Glass ionomer cements. Br Dent J. 2004;196:514-5.

Menon T, Kumar CP, Dinesh K. Antibacterial activity of glass-ionomer restorative cements and polyacid modified composite resin against cariogenic bacteria. Indian J Med Microbiol. 2006;24:150-1.

Mousavinasab M, Namazikhah MS, Sarabi N, Jajarm HH, Bidar M, Ghavamnasiri M. Histopathology study on pulp response to glass ionomers in human teeth. J Calif Dent Assoc. 2008;36:51-5.

Muller J, Horz W, Bruckner G, Kraft E. Experimental study on the biocompatibility of lining cements based on glass ionomer as compared with calcium hydroxide. Dent Mater. 1990;6:35-40.

Nakajo K, Imazato S, Takahashi Y, Kiba W, Ebisu S, Takahashi N. Fluoride released from glass-ionomer cement is responsible to inhibit the acid production of caries-related oral streptococci. Dent Mater. 2009;25:703-8.

Nicholson JW, Czarnecka B. The biocompatibility of resin-modified glass-ionomer cements for dentistry. Dent Mater. 2008;

Nicholson JW, Czarnecka B. Kinetic studies of water uptake and loss in glass-ionomer cements. J Mater Sci Mater Med. 2008;19:1723-7.

O'Brien WJ. Dental Materials and Their Selection, Quintessence Publishing Co. , Michigan, 2002; 132-156.

Okida RC, Mandarino F, Sundfeld RH, de Alexandre RS, Sundefeld ML. In vitro-evaluation of secondary caries formation around restoration. Bull Tokyo Dent Coll. 2008;49:121-8.

Oktay İ. Koruyucu Uygulamaların Ve Tıbbi Yaklasımın Dis Hekimligi

Pratigindeki Yeri. Türk Diş Hekimleri Birliği. 1998;44:4-8.

Önal B. Restoratif Diş Hekimliğinde Maddeler ve Uygulamaları. Ege Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Yayınları, İzmir, 2004.

Peez R, Frank S. The physical-mechanical performance of the new Ketac Molar Easymix compared to commercially available glass ionomer restoratives. J Dent. 2006;34:582-7.

Polydorou O, Pelz K, Hahn P. Antibacterial effect of an ozone device and its comparison with two dentin-bonding systems. Eur J Oral Sci. 2006;114:349-53.

Qvist V, Manscher E, Teglers PT. Resin-modified and conventional glass ionomer restorations in primary teeth: 8-year results. J Dent. 2004;32:285-94.

Ratanasathien S, Wataha JC, Hanks CT, Dennison JB. Cytotoxic interactive effects of dentin bonding components on mouse fibroblasts. J Dent Res. 1995;74:1602-6.

Ribeiro J, Ericson D. In vitro antibacterial effect of chlorhexidine added to glass-ionomer cements. Scand J Dent Res. 1991;99:533-40.

Rüya Yazıcı, Meral Özalp, Meserret Başeren, Dayangaç B. İki Farklı Amalgam Bonding Primerinin Antibakteriel Aktivitelerinin Değerlendirilmesi. Cumhuriyet Üniversitesi Dişhekimliği Fakültesi Dergisi 2002;5:

Sanders BJ, Gregory RL, Moore K, Avery DR. Antibacterial and physical properties of resin modified glass-ionomers combined with chlorhexidine. J Oral Rehabil. 2002;29:553-8.

Saniç A (2003). Aldehidler ve Sterilizan Etkili Dezenfektanlar. 3. Sterilizasyon ve Dezenfeksiyon Kongresi, Samsun.

Schmalz G, Garhammer P, Schweiki H. A commercially available cell culture device modified for dentin barrier tests. J Endod. 1996;22:249-52.

Sengun A, Buyukbas S, Hakki SS. Cytotoxic effects of dental desensitizers on human gingival fibroblasts. J Biomed Mater Res B Appl Biomater. 2006;78:131-7.

Serra MC, Cury JA. The in vitro effect of glass-ionomer cement restoration on enamel subjected to a demineralization and remineralization model. Quintessence Int. 1992;23:143-7.

Sidhu SK, Schmalz G. The biocompatibility of glass-ionomer cement materials. A status report for the American Journal of Dentistry. Am J Dent. 2001;14:387-96.

Silva RC, Zuanon AC, Esberard RR, Candido MS, Machado JS. In vitro microhardness of glass ionomer cements. J Mater Sci Mater Med. 2007;18:139-42.

Siqueira JF, Jr., Rocas IN. Clinical implications and microbiology of bacterial persistence after treatment procedures. J Endod. 2008;34:1291-1301 e3.

Sultan N, Sipahi B. Temizlik Ürünleri ve Dezenfektanların Ürün Güvenliği. 5. Ulusal Sterilizasyon Dezenfeksiyon Kongresi, Ankara, 2007.

Svanberg M, Krasse B, Ornerfeldt HO. Mutans streptococci in interproximal plaque from amalgam and glass ionomer restorations. Caries Res. 1990;24:133-6.

Svanberg M, Mjor IA, Orstavik D. Mutans streptococci in plaque from margins of amalgam, composite, and glass-ionomer restorations. J Dent Res. 1990;69:861-4.

Şengün A, S.Hakkı S, Ülker E, Yalçın M. Dentin Bariyer Testi ile Cam İyonomer Simanların Sitotoksisitelerinin Değerlendirilmesi. 2008

Takahashi Y, Imazato S, Kaneshiro AV, Ebisu S, Frencken JE, Tay FR. Antibacterial effects and physical properties of glass-ionomer cements containing chlorhexidine for the ART approach. Dent Mater. 2006;22:647-52.

Tekeli PC (2005). Çeşitli Süt Dişi Kök Kanal Dolgu Patlarının Enterococcus Faecalis Üzerindeki Antimikrobiyal Etkilerinin 3 farklı Yöntemle Tespiti ve Bu Yöntemlerin Etkinliklerinin Değerlendirilmesi. Diş Hastalıkları ve Tedavisi. Sivas, Cumhuriyet Üniversitesi

Turkun LS, Turkun M, Ertugrul F, Ates M, Brugger S. Long-term antibacterial effects and physical properties of a chlorhexidine-containing glass ionomer cement. J Esthet Restor Dent. 2008;20:29-44.

Tyas MJ. Clinical evaluation of glass-ionomer cement restorations. J Appl Oral Sci. 2006;14 Suppl:10-3.

Walls AW. Glass polyalkenoate (glass-ionomer) cements: a review. J Dent. 1986;14:231-46.

Wassell RW, St George G, Ingledew RP, Steele JG. Crowns and other extra-coronal restorations: provisional restorations. Br Dent J. 2002;192:619-22, 625-30.

Weerheijm KL, de Soet JJ, van Amerongen WE, de Graaff J. The effect of glass-ionomer cement on carious dentine: an in vivo study. Caries Res. 1993;27:417-23.

Weiss EI, Shalhav M, Fuss Z. Assessment of antibacterial activity of endodontic sealers by a direct contact test. Endod Dent Traumatol. 1996;12:179-84.

Wiegand A, Buchalla W, Attin T. Review on fluoride-releasing restorative materials--fluoride release and uptake characteristics, antibacterial activity and influence on caries formation. Dent Mater. 2007;23:343-62.

Wilson AD, Kent BE. A new translucent cement for dentistry. The glass ionomer cement. Br Dent J. 1972;132:133-5.

Yaman SD, Er O, Yetmez M, Karabay GA. In vitro inhibition of caries-like lesions with fluoride-releasing materials. J Oral Sci. 2004;46:45-50.

Yap AU, Khor E, Foo SH. Fluoride release and antibacterial properties of new-generation tooth-colored restoratives. Oper Dent. 1999;24:297-305.

Yotis WW, Brennan PC. Binding of fluoride by oral bacteria. Caries Res. 1983;17:444-54.

10.ÖZGEÇMİŞ

1981 yılında Trabzon'da doğdu. İlkokulu Trabzon Yavuz Selim İlköğretim Okulu'nda, ortaokulu Trabzon Kanuni Ortaokulun' da, lise eğitimini Trabzon Fatih Lisesi'nde tamamladıktan sonra 1998 yılında Atatürk Üniversitesi Dişhekimliği Fakültesini kazandı. 2003 yılında mezun olup iki yıl serbest hekim olarak çalıştı. 2006 yılında Samsun' da askerliğini tamamladı ve aynı yıl Selçuk Üniversitesi Dişhekimliği Fakültesi Diş Hastalıkları ve Tedavisi Anabilim Dalı'nda doktora eğitimine başladı ve halen aynı Anabilim Dalında Araştırma Görevlisi olarak görev yapmaktadır. Evlidir ve iki çocuk babasıdır.