T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BİYOAKTİF CAM İLE MODİFİYE EDİLEN CAM İYONOMER ESASLI FİSSÜR ÖRTÜCÜNÜN FİZİKSEL ÖZELLİKLERİNİN ARAŞTIRILMASI

Emre KORKUT

DOKTORA TEZİ

PEDODONTİ ANABİLİM DALI

Danışman

Yrd. Doç. Dr. Murat Selim BOTSALI

KONYA-2013

T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BİYOAKTİF CAM İLE MODİFİYE EDİLEN CAM İYONOMER ESASLI FİSSÜR ÖRTÜCÜNÜN FİZİKSEL ÖZELLİKLERİNİN ARAŞTIRILMASI

Emre KORKUT

DOKTORA TEZİ

PEDODONTİ ANABİLİM DALI

Danışman

Yrd. Doç. Dr. Murat Selim BOTSALI

II. Danışman

Prof. Dr. Yağmur ŞENER

"Bu araştırma Selçuk Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü tarafından 13202012 proje numarası ile desteklenmiştir."

KONYA-2013

ÖNSÖZ

Tez çalışmalarım süresince bana yardımcı olan, yol gösteren ve sabırla desteğini esirgemeyen tez danışmanım Sayın Yrd. Doç. Dr. Murat Selim BOTSALI'ya,

Tüm bilgi ve deneyimlerini benimle paylaşarak eğitimimde büyük emeği ve desteği olan, insan ve eğitimci olarak her zaman örnek aldığım çok değerli hocam Sayın Prof. Dr. Yağmur ŞENER'e,

Doktora eğitimim boyunca emeği geçen hocalarım, Sayın Prof. Dr. Sibel YILDIRIM ve Doç. Dr. Gül TOSUN'a,

İstatistiksel analizlerin yapılmasında yardımlarını esirgemeyen Sayın Doç. Dr. Mustafa ÜLKER'e,

Yoğun çalışma temposu içinde her zaman yanımda olduklarını hissettiğim sevgili Dt. Arslan TERLEMEZ, Dt. Hakkı ÇELEBİ ve tüm mesai arkadaşlarıma,

Tüm yaşamım boyunca bana destek olup bugünlere gelmemi sağlayan, varlığımı borçlu olduğum sevgili anneme, babama ve kardeşlerime,

Sevgisi ve desteği ile hayatımın en güzel ve en zor anlarında olduğu gibi tezimin hazırlanması aşamasında da yanımda olan sevgili eşime sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

SİMGELER VE KISALTMALAR.....v

1.GİRİŞ.....1

1.1. Pit ve Fissür Örtücüler.....1

1.1.1. Rezin esaslı fissür örtücüler.....3

1.1.2. Cam iyonomer esaslı fissür örtücüler.....5

1.2. Biyoaktif Cam ve Özellikleri.....9

1.3. Dental Materyallerin '*in vitro'* Değerlendirilmesi.....13

1.3.1. Florid salınımı 14

1.3.2. Bağlanma dayanımı 15

1.3.3. Yüzey pürüzlülüğü 16

1.3.4. Yüzey sertliği.....17

1.3.5. Mikrosızıntı 19

2. GEREÇ VE YÖNTEM.....20

2.1. Fissür Örtücü Materyallerin Modifiye Edilmesi.....21

2.2. Materyallerin Fiziksel Özelliklerinin Değerlendirilmesi.....22

2.2.1. Fissür örtücü materyallerden salınan florid miktarının belirlenmesi 22

Salınan florid miktarının belirlenmesi için örneklerin hazırlanması.....22

Salınan florid miktarının belirlenmesi.....24

Floridle yeniden yükleme sonrası örneklerden salınan florid miktarının belirlenmesi.....26

2.2.2. Bağlanma dayanım testi.....26

Bağlanma dayanım testi için örneklerin hazırlanması.....26

Bağlanma dayanımının belirlenmesi.....28

Kırılma analizleri.....29

2.2.3. Yüzey Pürüzlülük Testi.....29

Yüzey Pürüzlülük Testi İçin Örneklerin Hazırlanması.....29

Yüzey Pürüzlülüğünün Ölçülmesi.....30

2.2.4.Yüzey Sertliği Testi (VHN).....31

Yüzey Sertliği Testi İçin Örneklerin Hazırlanması.....31

Yüzey Sertliğinin Ölçülmesi.....31

2.2.4. Mikrosızıntı Testi.....32

Mikrosızıntı Değerlendirmesi İçin Örneklerin Hazırlanması.....32
Termal siklus işlemi.....32
Mikrosızıntının Değerlendirilmesi.....33
2.2.5 Elde Edilen Verilerin İstatistiksel Değerlendirmesi.....35
3.BULGULAR.....36
3.1. Florid Salınım Değerlerine Ait Bulgular.....36
3.2. Bağlanma Dayanım Testine Ait Bulgular.....41
3.2.1 Kırılma Tiplerine Ait Bulgular.....42
3.3. Yüzey Pürüzlülük Testine Ait Bulgular.....43
3.4. Yüzey Sertlik Testine Ait Bulgular.....45
3.5. Mikrosızıntı Testine Ait Bulgular.....47
4.TARTIŞMA 51
5.SONUÇ ve ÖNERİLER 68
6.ÖZET 71
7.SUMMARY 72
8.KAYNAKLAR 73
9.ÖZGEÇMİŞ 82

SİMGELER VE KISALTMALAR

CPP-ACP: Kazein fosfopeptit-amorf kalsiyum fosfat

HCA: Hidroksikarbonapatit

BAC30: %30 oranında biyoaktif cam eklenerek modifiye edilmiş grup

BAC10: %10 oranında biyoaktif cam eklenerek modifiye edilmiş grup

VHN: Vicker's sertlik değeri

R_a: Ortalama pürüzlülük

µm: Mikrometre

Ort: Ortalama

Max: Maksimum

Min: Minimum

ISO: International Standards Organization

EGCG: Epigallocatechin-3 gallate

FY: İstatistiksel olarak anlamlı fark yok

SS: Standart sapma

mm: Milimetre

mL: Mililitre

Mpa: Megapaskal

N: Newton

1.GİRİŞ

1.1. Pit ve Fissür Örtücüler

Dişlerin okluzal yüzeyleri pit ve fissürlerden oluşan karmaşık morfolojileri ile çürük oluşumuna en müsait bölgelerdir (Bowen 1972, Welbury ve ark. 2004, Ulu ve Dörter 2008, Sungurtekin ve ark. 2010, Mehta 2012) . Genel olarak dişlerdeki toplam yüzeylerin sadece %12,5'ini teşkil etmelerine rağmen çürükten etkilenen diş yüzeylerinin %85'inden fazlasını oluşturmaktadır (Welbury ve ark. 2004, Ulu ve Dörter 2008, Sungurtekin ve ark. 2010). Günümüze kadar yapılmış olan birçok araştırmada okluzal yüzeylerin çürüğe yatkınlığının anatomik yapılarından kaynaklandığı vurgulanmıştır. Okluzal yüzeylerdeki yüksek çürük insidansının birincil nedeni bu bölgelerdeki morfolojik yapı ve derin fissürler olarak gösterilmektedir. Bunun yanında derin ve dar fissürlerin etkin mekanik temizliğinin fırçalama ile yapılamaması ve tükürüğün bu sahalardaki temizleyici etkisinin sınırlı kalması bu bölgelerin besin artıkları ve bakteriler için ideal bir retansiyon alanı olmasına neden olmaktadır. Ayrıca fissürlerin tabanının mine dentin sınırına yakın olması çürüğün bu bölgelerden hızlı bir şekilde dentine ulaşarak yayılmasına neden olmaktadır (Pinkham 1994, Welbury ve ark. 2004, Ulu ve Dörter 2008, Sungurtekin ve ark. 2010, Mehta 2012).

Koruyucu ve önleyici tedaviler ile çürüklerin önlenerek diş yapısının korunması, çürüğe yönelik uygulanan tedaviler ve restoratif prosedürlerle kıyaslandığında hem maliyet hem de zaman açısından daha avantajlıdır. Bu amaçla özellikle çocuk diş hekimliği kliniklerinde koruyucu diş hekimliği kapsamında çeşitli uygulamalar sıklıkla yapılmaktadır. Hastaların beslenme alışkanlıkları konusunda bilgilendirilmesi ve bilinçlendirilmesi, oral hijyenin öneminin anlatılarak bu konuda eğitim verilmesi koruyucu tedavilerin ilk basamağı olarak görülmektedir (McDonald 1994, Mathewson ve Primosch 1995, Karaman ve Durucan 1996).

Dişleri çürük oluşumuna karşı dirençli hale getirmek ve başlangıç lezyonlarının mineralizasyonunu sağlamak amacıyla yapılan profilaktik uygulamalar arasında en yaygın kullanılanı florid uygulamalarıdır. Sistemik ve topikal olarak farklı şekillerde uygulanabilen floridler, ağız içerisindeki konsantrasyonlarının artmasıyla birlikte farklı mekanizmalarla çürük oluşumu üzerinde etki gösterirler

(Boucher 1951, Bowen 1972, Pinkham 1994, Karaman ve Durucan 1996, Ercan ve ark. 2010, Akgün ve ark. 2012).

Floridler mine yüzeyinde meydana gelen iyon değişimi yoluyla minenin asitlere karşı daha dirençli olmasını sağlar ve minenin maturasyon seviyesini artırırarak çürük oluşumunu azaltırlar. Başlangıç dönemindeki çürük lezyonlarında ise remineralizasyonu sağlayarak bu lezyonların geri dönüşümünü sağlar ve lezyon genişlemesini engellerler. Florid iyonlarının mikroorganizmalar üzerinde inhibisyon yaparak antibakteriyel etki göstermesi de ağızdaki remineralizasyon demineralizasyon dengesini olumlu yönde etkileyerek çürük oluşumunu önlemede faydalı olur (Boucher 1951, Bowen 1972, Pinkham 1994, Mathewson ve Primosch 1995, Karaman ve Durucan 1996, Ercan ve ark. 2010, Akgün ve ark. 2012).

Florid uygulamaları ile diş çürüğü arasındaki ilişkiyi inceleyen bir çok çalışmada floridin çürük prevalansında önemli oranda azalma sağladığı görülmüştür. Fakat florid uygulamalarının pit ve fissür çürüklerinde, düz yüzeylerde olduğu kadar etkili olamadığı görülmüştür. Bunun sebebi olarak da önceden bahsedildiği gibi derin fissürlerin floridin etkisinden faydalanamaması gösterilmiştir (Bowen 1972, McDonald 1994, Mathewson ve Primosch 1995, Karaman ve Durucan 1996, Sungurtekin ve ark. 2010, Ercan ve ark. 2010, Akgün ve ark. 2012).

Pit ve fissür çürüklerinden korunmada oral hijyen alışkanlıkları ve florid uygulamalarının yeterli olmaması pit ve fissür örtücü uygulamalarını gündeme getirmiştir (Sungurtekin ve ark. 2010). Fissür örtücüler çürük oluşumunu önleyebilmek amacıyla çürüğe elverişli bölgelerdeki pit ve fissürlerin kapatılmasında kullanılan materyallerdir (Simonsen ve Neal 2011, Mehta 2012). 1955 yılında Buonocore'un asitle dağlama yönteminin mineye bağlanma üzerindeki etkilerine dair yaptığı çalışmalar ile birlikte, bu bağlanmanın pit ve fissürlerin örtülmesinde faydalı olabileceği fikri doğmuştur. Bu düşünceden hareketle modern anlamdaki ilk fissür örtücüler 1960'lı yıllarda kullanılmaya başlanmıştır (Simonsen ve Neal 2011). Daha sonra yapılan çok sayıda klinik ve laboratuvar çalışma, fissür örtücü uygulamasının güvenli ve etkili bir çürük önleme yöntemi olduğunu göstermiştir (McDonald 1994, Mathewson ve Primosch 1995).

Fissür örtücü olarak yapılan ilk uygulamalarda siyanoakrilatlar kullanılmıştır. Ağız mukozasında oluşturdukları irritasyonlar ve toksik etkileri nedeniyle bu materyaller kısa süre sonra yerlerini polikarboksilat simanlara bırakmışlardır. Fakat polikarboksilat simanlar da düşük akışkanlıkları ile derin fissürlerin örtülmesinde yetersiz kalmış ve bu alandaki kullanımları çok uzun süre devam edememiştir (Gökalp 1991, Zaimoğlu ve ark. 1993) . 1970'lerde Wilson ve Kent tarafından cam iyonomer simanlar diş hekimliği dünyasına tanıtılmıştır. Bu materyallerin diş dokularına kimyasal bağlanabilmesi ve florid salınımı yapması gibi özellikleri fissür örtücü olarak kullanılabileceklerini akla getirmiştir (Croll ve Nicholson 2002, Mehta 2012). Uzun yıllar kullanımları devam eden cam iyonomerlerin mekanik özelliklerinin geliştirilmesi ve bazı dezavantajlarının ortadan kaldırılması amaçlanarak bu materyallere rezin ilave edilmesi düşünülmüştür. Bu düşünce ile hibrit iyonomerler olarak anılan ve kullanımları günümüzde de hala devam etmekte olan rezin modifiye cam iyonomerler (RMCİ) ve poliasit modifiye kompozit rezinler materyaller (PMKR) geliştirilmiştir (Croll ve Nicholson 2002, Önal 2004). Daha sonra Bis-GMA rezinler geliştirilmiş ve 1983 yılında ADA (American Dental Association) tarafından fissür örtücü olarak kullanımları onaylanmıştır. Bu tarihten itibaren Bis-GMA rezinler fissür örtücü olarak sıklıkla kullanılmaya başlanmıştır (Gökalp 1991, Karaman ve Durucan 1996, Smith 1998, Akyüz ve ark. 2011) .

Günümüzde restoratif materyallerin gelişimine paralel olarak fissür örtücülerinde bir çok faklı tipi üretilmiştir. Bu materyaller kimyasal yapıları, içerikleri ve polimerizasyon şekilleri nedeniyle farklı şekillerde sınıflandırılmışlardır (Ulu ve Dörter 2008). En sık tercih edilen sınıflama şekli fissür örtücü materyallerin içeriklerine göre yapılan sınıflandırmadır. Bu sınıflandırmada fissür örtücüler rezin esaslı ve cam iyonomer esaslı fissür örtücüler olarak iki grupta incelenmektedirler.

1.1.1. Rezin esaslı fissür örtücüler

Rezin esaslı dental materyaller, rezin matriksten oluşan bir organik kısım, doldurucu içeriğin oluşturduğu bir inorganik kısım ve bu ikisini birbirine bağlayan ara fazdan oluşurlar (Gökçe ve Özel 2005, Ünlü ve Çetin 2008). Rezin matriksi oluşturan monomerler içerisinde en sık tercih edilenler Bis-GMA, UDMA, TEGDMA ve HEMA dır (Altun 2005, Altunsoy ve ark.2013).

Rezin esaslı olan fissür örtücü materyallerde rezin matriks genellikle, Bis-GMA veya üretan bazlı monomerlerden [üretan dimetakrilat (UDMA)] oluşmaktadır. Bis-GMA monomerleri, bisfenol-A ile glisidil metakrilatın reaksiyon ürünüdür (Peutzfeldt 2007). Diğer monomerlere oranla polimerizasyon büzülmesinin azaltılmış olması üstün bağlantı özellikleri ile Bis-GMA restoratif materyallerin içerisinde de sıklıkla kullanılan bir monomerdir (Gökalp 1991, Önal 2004, Sungurtekin ve ark. 2010). Ancak bu monomerlerin yüksek viskozitesi fissür örtücü olarak kullanımlarında diş dokularına penetrasyonu azalttığı için dezavantaj yaratmaktadır. Bu olumsuzluğun ortadan kaldırılması için rezine metil metakrilat ilave edilerek akışkanlık artırılmıştır. Bu sayede materyalin asitlenmiş mineye daha iyi tutunması ve fissürlere daha iyi nüfuz etmesi sağlanarak diş dokularına bağlanma özellikleri geliştirilmeye çalışılmıştır (Gökçe ve Özel 2005, Akyüz ve ark. 2011).

Rezin matriksinin renksiz olması nedeniyle transparan bir görünüme sahip olan Bis-GMA içerikli fissür örtücüler sekonder çürük kontrolü açısından avantajlı görülmüşlerdir. Fakat klinikte takip edilmeleri zor olduğundan boya veya titanyum dioksit gibi materyaller ilave edilerek renkli ve opak olanları da üretilmiştir (Welbury ve ark. 2004, Altun 2005, Simonsen ve Neal 2011).

Fissür örtücü olarak kullanılan rezin materyallerin çoğu doldurucusuz olarak üretilmektedir. Bununla beraber bu materyallerin aşınma dirençlerinin artırılması ve polimerizasyon büzülmesinin azaltılması amaçlanarak cam, kuartz, porselen gibi maddelerin doldurucu olarak ilave edilmesi düşünülmüştür (Ünlü ve Çetin 2008, Mehta 2012). Rezin esaslı fissür örtücülere doldurucu ilave edilmesinin materyalin sıkışma, gerilim, su emilimi, elastisite modülü gibi birçok fiziksel özelliğini geliştirdiği yapılan çalışmalarla gösterilmiştir. Ayrıca bu materyallerin vizkositesi, fissürlere penetrasyonu ve retansiyonlarının doldurucusuz rezinlere benzer olduğu görülmüştür (Welbury ve ark. 2004, Altun 2005, Sungurtekin ve ark. 2010, Simonsen ve Neal 2011).

Rezin esaslı fissür örtücü materyallere florid ilavesi ile çürüğün önlenmesindeki etkinliklerinin artırılması amaçlanmış ve bu yönde çalışmalar yapılmıştır. Yapılan çalışmalar sonucunda florid ilavesinin rezin materyallerin diş dokularına bağlanmasında ve mekanik özellikleri üzerinde olumsuz etkisinin

olmadığı görülmüş bu nedenle kullanımları tavsiye edilmiştir (Welbury ve ark. 2004). Fakat cam iyonomer esaslı materyallerle kıyaslandığında florid salınımı son derece düşük bulunmuştur. Rezin esaslı materyallere florid ilavesinin çürük oluşumunun önlenmesinde avantaj sağlayacağı konusunda bir görüş bildirilmemiştir (Sungurtekin ve ark. 2010, Simonsen ve Neal 2011).

1.1.2. Cam iyonomer esaslı fissür örtücüler

Cam iyonomer simanlar ilk kez 1960'lı yılların sonlarında Wilson ve Kent tarafından üretilmiştir. Günümüzde kullanılan dental materyallerle kıyaslandığında çok daha düşük fiziksel özelliklere sahip olan bu simanların ilk jenerasyonları (alüminasilikat poliakrilik asit) ASPA olarak isimlendirilmiştir. McLean ve Wilson tarafından geliştirilen bu simanlar 1975'den itibaren dental bir materyal olarak kullanılmaya başlanmıştır (Barry ve ark. 1979, Zaimoğlu ve ark. 1993, Croll ve Nicholson 2002, Önal 2004).

Cam iyonomer simanlar, üretildikleri dönemde sıkça kullanılmakta olan silikat simanın dişle gösterdiği renk uyumu ve florid salınımı ile polikarboksilat simanın dişlere bağlanabilme özelliklerinin bir araya getirilmesi amaçlanarak üretilmiştir. Cam iyonomer siman yapısında florid ihtiva eden ve dişlere fizikokimyasal olarak bağlanabilen bir materyaldir. Yüksek düzeyde florid salabilme özelliğine sahip bu materyal, diş hekimliğinde birçok alanda kullanılmaktadır (Zaimoğlu ve ark. 1993, Önal 2004).

Toz ve likit şeklinde iki bileşenden oluşan cam iyonomer simanların toz kısmını floroalüminasilikat camı, likit kısmını ise poliakrilik asit oluşturur. Cam iyonomer simanların toz ve likidinin karıştırılmasıyla birlikte sertleşme reaksiyonu da başlar. Sertleşme reaksiyonunun ilk aşamasında poliakrilik asitten ayrılan protonlar, cam tozu partiküllerinin yüzeyine girerler. Bunu tozda bulunan alüminyum ve kalsiyum gibi katyonların açığa çıkarak ortamı terk etmesi izler. Katyonlar herhangi bir şekilde ya da florür tuzları halinde ortamda çözünürler ve bu iyonlar sulu polielektrolit evresine geçerek, poliakrilik asit zincirlerinin karboksilat iyonları arasında köprüler oluştururlar. Bu bağlanma jel yapısını kuvvetlendirici moleküller arası iyon köprülerinin oluşmasına yol açar. Daha sonra poliakrilik asit zincirleri bir

ağsı yapı halini alır ve sulu evrenin jel haline dönüşmesini sağlar. Bunun sonucu olarak da, çözünmeyen bir jel matriks oluşur (Zaimoğlu ve ark. 1993, Önal 2004).

Cam iyonomer siman ve diş dokuları, simanın sertleşmesi esnasında fizikokimyasal olarak bağlanır. Bağlanma olayı poliakrilik asitin, mine ve dentin yüzeyinde bulunan kalsiyum ve fosfat iyonları ile etkileşim yapması ile gerçekleşir. Etkileşim poliakrilik asidin diş yüzeyini yumuşatması ve poliasit zincirlerinin kalsiyum ve fosfat iyonlarıyla yer değiştirmesi sonrası gerçekleşir. Bu olay, yeni karıştırılmış siman kaviteye yerleştirildiği zaman, ilk asit atakları süresince meydana gelir. Simanın sertleşmesi ve mine dentin yüzeyinin çözünmesiyle kalsiyum ve fosfat iyonları materyal içerisine girerler, pH yükselir, poliasit tamponlanır ve böylece diş ve materyal arasında iyon etkileşimli yeni bir yüzey oluşur (Zaimoğlu ve ark. 1993, Önal 2004).

Cam iyonomer simanların bir florid deposu olarak hizmet ettiği ve uzun bir süre boyunca yavaş olarak florid iyonu salan bir sistem gibi davrandığı belirtilmiştir. Bu simanların devamlı olarak florid açığa çıkarması, simanın çürük önleyici etki gösterebileceği bilgisini olduğunu ortaya koymuştur. Floridin çürük önleyici etkisi, antienzimatik bir etki olarak görülmektedir. Florid minedeki hidroksiapatitin OH^- iyonları ile yer değiştirmekte ve minenin yüzey enerjisini azaltmaktadır. Aynı zamanda patojen mikroorganizma enzimlerinin etkinliğini engelleyerek, çürük yapıcı bir etken olan karbonhidratların etkisini önlemektedir (Croll ve Nicholson 2002).

Cam iyonomer simanların, minenin asitlenmesine gerek duymaksızın dişe kimyasal olarak bağlanabilmesi ve yüksek oranda flor salarak antikaryojenik etki gösterebilmesi nedeniyle, fissür örtücü olarak kullanımı da önerilmiştir (Croll ve Nicholson 2002, Sungurtekin ve ark. 2010) . Cam iyonomer simanları pit ve fissür örtücü olarak ilk kez Mclean ve Wilson kullanmıştır.

Literatür incelendiğinde, cam iyonomer esaslı fissür örtücü materyallerin rezin esaslı fissür örtücülerle karşılaştırıldığı in vivo ve in vitro birçok çalışma bulunmaktadır. Yapılan araştırmalarda cam iyonomerin düşük retansiyon değerleri gösterdiği bildirilmiştir (Sungurtekin ve ark. 2010) . Elde edilen düşük retansiyon sonuçlarına rağmen cam iyonomerin okluzal yüzeylerde fissür örtücü olarak kullanımı birçok araştırmanın konusu olmaya devam etmiştir. Bunun nedeni yapılan

çeşitli araştırmalarda fissür örtücü olarak kullanılan cam iyonomer esaslı materyallerin, uygulandığı dişlerde çürük oluşumunu azaltması yönünden rezin esaslı fissür örtücülerle kıyaslandığında anlamlı derecede başarılı olmalarıdır. Bununla beraber rezin esaslı fissür örtücülerin çürük oluşumunu önleme açısından daha başarılı olduğunu gösteren araştırmalar da mevcuttur. Cam iyonomer esaslı fissür örtücü materyallerin klinik olarak, tamamen düştüğü görülse bile bir miktar materyalin fissür tabanında kaldığı ve kalan bu miktarın da florid salınımına devam ederek dişleri floridin olumlu etkilerinden faydalandırmaya devam ettiği bildirilmiştir (Welbury ve ark. 2004, Haznedaroğlu ve Menteş 2013) .

Cam iyonomer simanların, kimyasal adezyonları, florid salınımları, biyouyumlulukları gibi avantajlarının yanısıra, sertleşmenin erken dönemlerinde neme karşı hassas olmaları ve erken dönemlerde dehidratasyon gözlenmesi, düşük kırılma dayanımı göstermeleri ve aşınmaya karşı dirençlerinin düşük olması gibi dezavantajları da bulunmaktadır (Sungurtekin ve ark. 2010). Ayrıca rezin kompozitlerle ve amalgamla karşılaştırıldığında okluzal kuvvetler karşısında daha düşük kırılma dayanımı gösterirler. Cam iyonomer simanlar dezavantajlarından dolayı diş hekimliğinde kullanım alanları sınırlı olup hala ideal restoratif materyal olarak kullanılamamaktadır. Araştırmacılar yapılan birçok çalışmada bu dezavantajları ortadan kaldırmak için yeni formüller geliştirerek özellikle cam iyonomer simanların fiziksel özelliklerinin artırılmasına odaklanmışlardır (Croll ve Nicholson 2002, Önal 2004) .

Cam iyonomer simanların geliştirilebilmesiyle ilgili yapılan ilk çalışmalarda, cam yapı içerisine ilave edilen ve matriks oluşturmayan bazı maddelerin, simanın fiziksel ve mekanik özelliklerini artırabildiği gösterilmiştir. Bu amaçla cam yapı içerisine ilave edilen korundum, rutil, alüminyum titinat ve baddelyit kristallerinin sertleşen simanın bükülme direncini artırdığı saptanmıştır (Zaimoğlu ve ark. 1993).

İlerleyen yıllarda ise cam iyonomerlerin gelişimi ile beraber cam yapıya kaynaştırılan metalik parçacıkların, cam iyonomerlerin fiziksel özelliklerini çarpıcı bir şekilde arttırdıkları gözlenmiştir. Gümüş, altın gibi değerli metaller, basınç ve ısı altında eşit oranda cam tozla birleştirilerek seramik-metal (cermet) simanlar elde edilmiştir. Bu simanlarda toz kısmın basit bir metal cam karışımı olmadığı, metalin

camla birleşmiş olduğu belirtilmektedir. Gümüş-cermet simanları ortalama 3,5 µm boyutlarındaki gümüş tozlarının ısı ve basınç altında camla birleştirilmesiyle bulunmuş ve klinik kullanıma sunulmuştur. Renk uyumlarını arttırmak için ağırlık olarak %5 oranında titanyum dioksit ilave edilmiştir. Bu simanların likit kısmını ise poliakrilik asit oluşturur (Zaimoğlu ve ark. 1993, Smith 1998, Croll ve Nicholson 2002, Önal 2004).

Moore ve ark. (1985), gümüş katkılı cam iyonomer simanlarda fluoroaluminasilika camının bir kısmıyla yer değiştiren metal parçacıklarının, simanın hem ağız içi asitlere karşı direncini hem de yüzey sertliğini arttırdığını bildirmişlerdir.

Mazzaouzi ve ark. (2003) tarafından yapılan çalışmada cam iyonomer simanın içerisine % 1,56 CPP-ACP (kazein fosfopeptit-amorf kalsiyum fosfat) ilave edilmesinin basma dayanımı ve bağlanma kuvvetini artırdığı görülmüştür. Ayrıca CPP-ACP ilavesinin nötral ve asidik koşullarda materyalden kalsiyum, fosfat ve florid salınımını da arttırdığı ifade edilmiştir.

Imazato (2009) yaptığı çalışmada, antibakteriyel aktivite sağlayacağı düşüncesi ile cam iyonomer siman içerisine klorhekzidin ilave etmiş ve % 1'lik klorhekzidin ilavesinin bu etkiyi sağlayacabileceğini bildirmiştir.

Günümüzde hala tüm dental materyaller için olduğu gibi cam iyonomer simanlar için de geliştirme çalışmaları devam etmektedir (Imazato 2009, Topçuoğlu ve ark. 2012, Ferreira ve ark. 2013, Tiwari ve Nandlal 2013). Bu konudaki güncel yaklaşımlardan bir tanesi de son yıllarda diş hekimliğinde kullanım alanı bulan biyoaktif camın restoratif materyallere eklenerek kullanılmasıdır (Salako ve ark. 2003, Hu ve ark. 2009, Tirapelli ve ark. 2010). Çalışmamızda da biyoaktif camın cam iyonomer esaslı fissür örtücülere eklenmesi ile bu materyalin cam iyonomer esaslı fissür örtücünün fiziksel özelliklerinde meydana getirdiği değişiklikler araştırılmıştır.

1.2. Biyoaktif Cam ve Özellikleri

Biyouyumluluk, bir materyalin canlı dokularla teması halinde toksik, alerjik, mutajenik ve karsinojenik etki oluşturmaması, dokunun biyolojik fonksiyonlarıyla uyum içerisinde olması, yani klinik kullanımda istenen ve avantajlı doku cevabı oluşturması olarak ifade edilir (Özalp ve Özdemir 2005, Zorba ve Yıldız 2007, Terzi ve Kansu 2010).

Biyouyumluluk terimi, genel anlamda, bir materyalin vücut dokuları ile olan yapısal ve yüzeysel uyumluluğu olarak tanımlanmıştır. Yüzey uyumluluğu, bir biyomateryalin vücut dokularına fiziksel, kimyasal ve biyolojik olarak uygun olmasıdır. Yapısal uyumluluk ise materyalin vücut dokularının mekanik davranışına uyum sağlayabilmesidir (Zorba ve Yıldız 2007, Terzi ve Kansu 2010, Tuncer ve Demirci 2011).

Biyouyumluluk terimi ve biyomalzemeler bilimsel anlamda yeni bir kavram olsa da, yüzyıllar öncesinde bile tıbbi uygulamalarda biyolojik uyumlu biyomalzemelerden yararlanıldığı görülmektedir. Mısır mumyalarında bulunan yapay göz, burun ve dişler bunun en güzel kanıtıdır. Altının diş hekimliğindeki kullanımı ise 2000 yıl öncesine dayanmaktadır (Pasinli 2004).

Biyolojik yapıların taklit edilmesi ve yeni sistemlerin oluşturulması kavramı 'biyomimetik' olarak adlandırılmaktadır. Biyomimetik, materyaller ile dokuların hücresel ilişkilerini moleküler seviyede inceleme imkanı sunarak materyallerin biyouyumluluklarına katkı sağlamaktadır. Günümüzde biyomimetik kavramından sert dokular, nöral yapılar ve kardiyovasküler sistem başta olmak üzere birçok alanda faydalanılmaktadır (Shin ve ark. 2003, Patterson 2010).

Tıbbi uygulamalarda sert veya yumuşak doku yerine kullanılan biyomalzemeler; metaller, seramikler, polimerler ve kompozitler olarak sınıflandırılabilirler (Pasinli 2004, Özalp ve Özdemir 2005).

Biyoseramikler, sağlık sektöründe gözlük camları, teşhis cihazları ve fiber optikler gibi çok çeşitli alanlarda kullanılmaktadır. Biyoseramiklerin bir alt dalı olan biyoaktif camlar ise vücut sert dokularının tamiri ve yenilenmesindeki etkileri ile

giderek artan bir sıklıkta kullanılır hale gelmişlerdir (Pasinli 2004, Timuçin ve ark. 2008).

Camlar, silika (SiO_2) bazlı malzemelerdir. Bazı camların kimyasal kompozisyonlarının değiştirilerek insan vücudunda biyolojik olarak aktivite kazanabilecekleri düşünülmüştür. Genellikle amorf yapıda olan camlara belirli ısıl işlemler uygulanarak kristal bir yapı kazandırılabilir. Bu şekilde üretilen malzemeler cam seramikler olarak adlandırılır ve kristal yapılarındaki bağların güçlülüğü sayesinde sertlik, termal genleşme ve mukavemet gibi mekanik özellikleri normal camlara göre çok daha üstündür. Cam seramikler, Lityum/Alüminyum (Li/Al) veya Magnezyum/Alüminyum (Mg/Al) kristalleri içeren camlardır. Biyocamda ise, silika gruplarının bazıları kalsiyum, fosfor veya sodyum ile yer değiştirmiştir (SiO_2, Na_2O, CaO, P_2O_5). Böylece doku ve implant arasında kimyasal bağlanma gerçekleşir. Bu sebepten biyoaktif cam adını alırlar ve bu maddeler %50-99 arası kristal yapıdadır (Pasinli 2004, Timuçin ve ark. 2008).

Biyoaktif camlar ilk kez Hench ve arkadaşları tarafından 1969'da geliştirilmiştir. Biyoaktif camların tıp ve dişhekimliği alanlarında ilgi çeken en önemli özelliği, yüzeyinin dokular ile bağ oluşumunu sağlayan, biyoaktif hidroksikarbonapatit (HCA) tabakasından oluşmasıdır. Bu özellik sayesinde, biyoaktif camlar çevre sert dokulara ve bazı hallerde yumuşak dokuya kimyasal olarak bağlanabilmektedir. Diğer önemli özellikleri ise; enzimatik faaliyetlerinin olması, vasküler yapı oluşumunu desteklemeleri ve kemik dokudaki mezenkimal hücrelerin farklılaşmasına yardımcı olmaları şeklinde sıralanabilir (Hench 2006, Kulan ve Ulukapı 2011, Jones 2013, Krishnan ve Lakshmi 2013, Kaur ve ark. 2013).

Biyoaktif camlar, vücut sıvıları ile temasa geçtikleri esnada bir seri yüzey reaksiyonu dakikalar içerisinde gerçekleşerek ortamın pH'sının yükselmesine neden olmaktadır. Reaksiyon zincirinin başlaması ile camdaki serbest Na^+ iyonlarıyla vücut sıvılarındaki H^+ iyonları arasında katyon değişimi de başlamış olur. Böylece materyal yüzeyinde silikadan zengin bir jel tabaka oluşur. Silika, biyoaktif camların kemiğe bağlanmalarında anahtar rolü oynamaktadır. Bu silikadan zengin tabaka, materyalden ve vücut sıvılarından alınan kalsiyum ve fosforun birikmesi için uygun bir ortamdır. Birkaç saat içerisinde jel tabakasının üzerinde bir kalsiyum fosfat

tabakası oluşur. İlk başlarda oluşan bu tabaka incedir ve bu inceliği nedeniyle amorf yapıdadır. Fakat zamanla bu tabaka kalınlaşır, büyür ve kemiğin mineral kompozisyonuna kimyasal ve yapısal olarak çok benzeyen hidroksikarbonapatit (HCA) tabakası oluşur. Bu apatit tabakası, kemik ve materyalin bağlanmasının temelini oluşturmaktadır. Bu yüzey reaksiyonu, camın içerisindeki tüm iyonlar iyonik alışverişe girip, HCA tabakası kemik ile birleşinceye kadar devam eder. Biyocam malzemenin yüzeyindeki HCA oluşumu çok hızlıdır; vücut ortamına girdikten sonraki ilk bir saat içerisinde ortalama 0,8 mikron kalınlığında bir HCA tabakasının cam yüzeyine kaplandığı bildirilmiştir. Bu reaksiyon tabakası biyoaktif camın uygulanmasını takiben meydana gelir. Daha sonra konak dokulardaki kollajen fibriller ile osteojenik hücreler cam partiküllerinin yüzeyine kolonize olur, silika jel tabakası içine alınır ve sonuçta yeni kemik oluşumu başlar (Hench 1993, Timuçin ve ark. 2004, Hu ve Zhong 2009, Jones 2013, Kaur ve ark. 2013).

Biyoaktif camlar, kemiğe bağlanabilme ve kemik oluşumunu stimüle etme özellikleri nedeniyle tıp ve dişhekimliğinde birçok alanda kullanılır olmuşlardır. Günümüzde giderek artan bir kullanım alanı bulan biyoaktif camlar genellikle; sentetik kemik grefti olarak, koklear implant materyali olarak, rejeneratif doku mühendisliğinde, diş hekimliğinde dentin hassasiyetinin giderilmesinde ve dentin dokusunun remineralizasyonunda kullanılmaktadır (Kulan ve Ulukapı 2011, Krishnan ve Lakshmi 2013).

Standart biyoaktif cam seramik formülü genel olarak ağırlıkça %45 silika, %24,5 sodyum ve kalsiyumoksit ve %6 fosfat içerir (Hench 1993, Kulan ve Ulukapı 2011, Krishnan ve Lakshmi 2013, Kaur ve ark. 2013). Biyoaktif camların, S53P4 (Bonalive®), 45S5 (Bioglass®), Novamin® , Biogran® , Perioglass® , gibi ticari olarak temin edilebilir farklı formları bulunmaktadır.

Biyoaktif camların kemik dokusundaki hızlı iyileşme süreci ve kemik oluşumunu stimüle etmesi, birçok araştırmacıyı bu materyalin diş sert dokuları üzerindeki etkilerini araştırmaya yönlendirmiştir. Osteokondüktif özellikte olduğu bilinen biyoaktif camların, diş dokularında da mineralizasyonu sağlayabilecekleri düşünülerek, dişhekimliğinde mineralizasyon ajanı olarak kullanılmaları konusunda

çalışmalar yapılmıştır (Alauddin 2004, Hench 2006, Hu ve Zhong 2009, Krishnan ve Lakshmi 2013).

Haghgoo ve Naderi (2007) süt kanin dişler üzerinde yaptıkları in vivo çalışmada kalsiyum hidroksit ve biyoaktif camı karşılaştırmışdır. İki aylık sürenin sonunda dişler çekilerek yapılan değerlendirmede dentin köprüsü oluşumu yönünden biyoaktif cam kullanılan grubun daha üstün olduğu bildirilmektedir. Ayrıca kalsiyum hidroksit kullanılan gruptaki dişlerde daha fazla enflamasyona rastlandığı vurgulanmaktadır.

Jabbarifar ve ark. (2007) yaptıkları çalışmada, MTA, biyoaktif cam, hidroksiapatit ve formokrezolü amputasyon materyali olarak karşılaştırmışlardır. Köpekler üzerinde yapılan çalışmada MTA ve biyoaktif camın diğerleri ile kıyaslandığında daha başarılı birer amputasyon materyali olduğu bildirilmiştir.

Marending ve ark. (2009) biyoaktif cam ve kalsiyum hidroksitin dentinin fiziksel özelliklerine olan etkilerini araştırmıştır. Sonuç olarak; her ikisininde elastisite modülü ve bükülme direnci üzerinde olumsuz etkilerinden bahsedilmiş fakat biyoaktif camda bu etkilerin daha aza indirgendiği belirtilmiştir.

Biyoaktif camlar, vücut sıvıları ile reaksiyona girdiklerinde pH'da yükselmeye neden olmaktadır. Bu özellikleri ile antimikrobiyal etki gösterebilecekleri düşünülerek birçok araştırma yapılmıştır (Kulan ve Ulukapı 2011, Jones 2013, Krishnan ve Lakshmi 2013).

Yli-Urpo ve ark. (2003) biyoaktif camların antibakteriyel etkinliği ile ilgili yaptıkları agar difüzyon testinde, cam iyonomer simanlara %30 oranında ekledikleri biyoaktif camın streptokokus mutans üzerinde etkili olduğunu göstermiştir.

Zehnder ve ark. (2006) tarafından yapılan, biyoaktif cam ve kalsiyum hidroksitin *Enterococcus feaecalis* üzerindeki etkinliğinin karşılaştırıldığı bir in vivo çalışmada kalsiyum hidroksit rezidüel bakteri büyümesini engellemede dezenfeksiyon materyali olarak daha etkili olduğunu bildirmektedirler.

Biyoaktif camlar, dentin hassasiyetinin giderilmesinde de sıklıkla kullanılmaktadır. Hızlı iyon alışverişi ve diş yüzeyinde oluşan apatit tabakası dentin tübüllerinin tıkanmasına neden olarak diş hassasiyetini azaltmaktadır.

Tirapelli ve ark. (2010) yaptıkları çalışmada mikron boyutuna indirgenmiş biyoaktif cam seramiklerin, açık dentin tübüllerinin yüzeyinde hidroksikarbonapatit tabakası oluşumunu indüklediğini açıklamış ve bu materyallerin dentin hipersensitivitesinin tedavisinde kullanılabileceğini bildirmişlerdir.

Lee ve ark. (2007) yaptıkları çalışmada biyoaktif cam içeren patların açık dentin tübüllerinin tıkanmasındaki dolayısıyla dentin hassasiyetinin azalmasındaki etkinliklerini kanıtlamışlardır.

Burwell ve ark. (2009) yaptıkları çalışmada 90µm'den küçük partiküllü biyoaktif cam seramiğin flor içeren bir diş macunuyla karıştırıldığında erken dönem çürük lezyonlarında yüksek derecede remineralizasyon sağladığı sonucuna varmıştır.

Son yıllarda; remineralizasyon, sert doku stimülasyonu ve antibakteriyel özellikleri sayesinde dişhekimliğindeki kullanımları giderek artan biyoaktif camların, restoratif materyallere ilave edilmesi gündeme gelmiştir. Bu materyallerin özellikle çocuk dişhekimliği alanında; başlangıç aşamasındaki çürüklerin remineralizasyonu ve yeni başlayacak çürüklerin önlenmesinde başarılı olabilecekleri düşünülmüştür. Bu bilgiler ışığında çocuk dişhekimliğinde sıklıkla kullanılan cam iyonomer esaslı fissür örtücü materyallerin, biyoaktif cam ile beraber kullanılabileceği fikri doğmuştur. Yapılan literatür taramasında biyoaktif camın, cam iyonomer esaslı restoratif materyallerle birlikte kullanıldığı çalışmalara rastlanmış ve biyoaktif camın materyalin özelliklerini olumlu yönde etkilediği tespit edilmiştir (Yli-Urpo ve ark. 2003, Zehnder ve ark. 2006, Khvostenko ve ark. 2013). Fakat çok daha küçük partikül boyutundaki fissür örtücüler ile biyoaktif camın beraber kullanımlarından çok kısıtlı sayıda araştırmada bahsedildiği görülmüştür (Kouzmina ve ark. 2009).

1.3. Dental Materyallerin '*in vitro*' Değerlendirilmesi

Bir restoratif materyalin etkinliğinin değerlendirilmesinde birçok yöntem tarif edilmiştir. Bu yöntemlerden bazıları materyallerin biyouyumluluklarını test ederken bazıları antibakteriyel etkinliklerini değerlendirmektedir. Ancak bir materyalin sadece kimyasal özellikleri hakkında bilgi sahibi olmak o materyalin uygulama sonrası davranışlarının yorumlanmasına yetmemektedir. Bu bağlamda dental materyallerin fiziksel özelliklerinin de bilinmesi önemlidir. Yüzey sertliği, yüzey

pürüzlülüğü gibi birtakım test yöntemleri materyallerin fiziksel özellikleri hakkında fikir verirken, kenar sızıntısı, bağlanma dayanımı, iyon salınımı gibi çalışmalar ise materyallerin hem fiziksel özellikleri hem de klinik başarıları hakkında yorum yapılmasına olanak sağlamaktadır.

Çalışmamızda da florid salınımı, bağlanma dayanımı, yüzey pürüzlülüğü, yüzey sertliği ve mikrosızıntı parametreleri kullanılarak biyoaktif cam ile modifiye edilen cam iyonomer esaslı fissür örtücü materyalin *'in vitro'* olarak değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

1.3.1. Florid salınımı

Floridin bilinen çürük önleyici etkisinden restoratif ve koruyucu dişhekimliğinde faydalanabilmek amacıyla florid salınımı yapan materyaller sıklıkla kullanılmaktadır (Yılmaz ve Özkan 2009). Bu materyaller sayesinde hem sekonder çürüğün önlenmesi hemde dişin yapılan restorasyona komşu dokularının floridin bu olumlu etkisinden faydalanması amaçlanmıştır. Bu nedenle koruyucu tedavilerin vazgeçilmezi olan pit ve fissür örtücü uygulamalarında yüksek oranda florid salınımı yapabilen cam iyonomer esaslı materyaller sıklıkla tercih edilmektedir (Can ve ark. 2006, Yılmaz ve Özkan 2009).

Araştırıcılar florid içeren materyallerin ağızda bir florid deposu olarak görev yapabilmesi için, florid salınımına uzun süre devam etmesi gerektiğini vurgulamaktadır (Ripa 1991, Eichmiller ve Marjenhoff 1998, Pessan ve ark. 2008, Yılmaz ve Özkan 2009). Bu açıdan florid içeren fissür örtücülerin zaman içerisindeki florid salınım düzeyleri birçok araştırmaya konu olmuştur.

Florid salınımında materyalin kimyasal yapısı önemli rol oynamaktadır. Her bir materyal kendi kimyasal özelliklerine göre farklı miktarlarda florid salınımı yapmaktadır. Bazı çalışmalar restoratif materyallerde yapılan modifikasyonların kimyasal yapıyı etkileyerek florid salınım özelliklerini olumlu veya olumsuz yönde etkileyebileceğini göstermiştir (Bek ve Gülmez 2001, Can ve ark. 2006, Yılmaz ve Özkan 2009).

Bu konuda çeşitli çalışmalar yürüten *Forsten (1998)* de bulgularında rezin modifiye cam iyonomer simanların, poliasit modifiye kompozitlere oranla daha yüksek düzeyde florid salınımı gösterdiğini ifade etmektedir.

Attar ve ark. (1999) geleneksel cam iyonomer siman, rezin modifiye cam iyonomer siman ve poliasit modifiye kompozit rezinlerden uygulama sonrasından 5. güne kadar her gün ve sonra ara vererek 15. gündeki florid salınımını incelemiştir. Sonuç olarak her materyalin ilk 24 saatte en yüksek miktarda florid salınımı yaptığını ve bu durumun zamanla azalma gösterdiğini belirtmiştir.

Araujo ve ark. (1996) otopolimerizan ve ışıkla polimerize olan cam iyonomerler simanların florid salınımını incelemiş ve farklı ürünlerin farklı florid salınımı özelliğinde olduğunu vurgulamıştır.

Momoi ve McCabe (1993) farklı cam iyonomerlerden salınan florid miktarlarını karşılaştırdıkları çalışmalarında, rezin modifiye cam iyonomer simanların, geleneksel cam iyonomer simanlar kadar yüksek salınım yaptığını belirtmişlerdir. Bunun nedeni olarak da yapılarındaki poli-HEMA'nın polimerizasyon sırasında suyun büyük bir kısmını kaybetmesine daha sonra sulu ortamla karşılaşınca tekrar su absorbe ederek florid iyonlarını ağız ortamına salabilmesine bağlamışlardır.

1.3.2. Bağlanma dayanımı

Bağlanma kuvveti testleri bir restoratif materyalin mine veya dentin ile adezyon kabiliyetini değerlendirmek amacıyla gerçekleştirilmektedir. Diş sert dokuları ile restoratif materyal arasındaki bağlantı gücünün öğrenilmesi, bu materyallerin klinik başarılarının yorumlanması ve fiziksel özelliklerinin geliştirilmesi açısından önemlidir (Özyeşil ve ark. 2009, Tekçe ve ark. 2013).

Bağlanma dayanımı belirleme yöntemleri içinde makaslama (shear) ve germe (tensile) kuvvetine dayanım testleri oldukça sık kullanılmaktadır. Temel olarak diş-restorasyon arasında oluşan gerilim paralel veya dik olmalarına göre makaslama veya çekme gerilimi olarak tanımlanabilir (Ayaz ve ark. 2011).

Çekme testi; bu test yönteminde yapışma bölgesi diş yüzeyine 90° açıyla yani dik olarak hareket eden bir kuvvet tarafından kırılır. Uygulama sırasında dikkat

edilmesi gereken en önemli nokta, örneklerin hazırlanması sırasında yanlış yüzey açılandırmalarından kaynaklanan artifaktların önüne geçilmesidir (Ayaz ve ark. 2011).

Makaslama testi; yapışma bölgesi diş yüzeyine paralel olarak hareket eden bir kuvvet tarafından kırılır. Örnekler makineye özel bir parça kullanılarak sabitlenir ve diş yüzeyine paralel olarak belli bir hızla hareket eden makaslama kafası yardımı ile kırılır (Ayaz ve ark. 2011).

Çekme ve makaslama testleri, restorasyonların ağız ortamında maruz kalacakları olası gerilimleri taklit ederek materyalin direncini araştırmaya yönelik testlerdir (Ayaz ve ark. 2011).

Bu testlerle elde edilen sonuçlar mine ve dentin için birbirinden farklı olabileceği gibi, örneklerin hazırlanması ve saklanması gibi birçok faktörde bağlanma dayanım değerlerini etkileyebilmektedir (Tekçe ve ark. 2013). International Standards Organization (ISO), diş yapısına bağlanma testleri ile ilgili teknik raporunda test metotlarının standardize edilmesi ile ilgili tavsiyelerde bulunmuştur (ISO TR 11405).

Bağlanma dayanımı değerinin belirlenmesi kadar kırılma tipide önemli bir parametre olarak görülmektedir. Başarısızlık tipi; adeziv (adeziv/ doğal yapı ara yüzünde oluşan), koheziv (tamamen doğal yapı yada adeziv içerisinde oluşan) yada karma (kısmen ara yüzde kısmen koheziv) başarısızlık olarak sınıflandırılabilir. Bağlanma dayanımı değerlerinin yorumlanmasında başarısızlık tipinin mutlaka belirtilmesi gerekmektedir (Hubbezoğlu ve ark. 2005, Akın ve ark. 2012).

1.3.3. Yüzey pürüzlülüğü

Restoratif tedavilerde yapılan restorasyonların yüzeyinin düzgün ve pürüzsüz olması çok önemlidir. Kullanılan dental materyallerin yüzeylerinin pürüzsüz olması, plak tutulumunu ve renklenmeyi azaltarak buna bağlı sekonder çürük oluşumunun ve dişeti problemlerinin önüne geçilmesinde etkilidir. Ayrıca pürüzlü bir yüzey hastalar için son derece rahatsız edici olacağından, yüzeyin pürüzsüzlüğü hasta konforu açısından da büyük önem taşımaktadır (Gömeç ve ark.1999, Yılmaz ve Özyurt 1999,

Silva ve Zuanon 2006, Küçükeşmen ve ark. 2010, Sarı ve ark. 2010, Bani ve Öztaş 2013).

Bollen ve ark (1997) yapmış oldukları çalışmalarında restorasyon yüzeyinde bakteriyel tutunma için gerekli olan kritik pürüzlülük değerinin 0,2 μm ve üzeri olduğunu bildirmişdir. Bu değerin altındaki pürüzlülük değerlerinde bakteriyel tutunma gerçekleşmemektedir. Ancak bu kritik değerin üzerindeki sonuçların çürük oluşumu ve periodontal hastalıklar açısından risk unsuru olduğunu bildirmektedirler.

Bani ve Öztaş (2013) yaptıkları çalışmada, cam iyonomer içerikli restoratif materyallerde pH değişikliğinin yüzey pürüzlülüğüne etkisinin materyal yapısına bağlı olduğunu bildirmişlerdir. Yapılan çalışmada rezin içeriği fazla olan restoratif materyallerin düşük pH'dan daha az etkilendiği sonucuna ulaşılmıştır.

Yüzey pürüzlülüğünün değerlendirilmesi amacıyla yüzey profilometresi kullanılmaktadır. Kullanılan yüzey profilometresinde elmas başlığa sahip bir okuyucu kafa veya lazer başlık kullanılır. Elmas başlık kullanılması durumunda, yüzeydeki girinti ve çıkıntılar aletin yukarı aşağı doğru oynamasına neden olur ve bu değişimler elektromekanik çeviriciler aracılığıyla ölçüm ve değerlendirme bilgisayarına giden elektriksel sinyaller oluşturur. Lazer başlıkta ise yüzey profilinin okunması gönderilen ışının tümsek ve çukurlardan yansırken oluşturduğu farklı yansıma şiddetlerinin elektrik sinyallerine dönüştürmesi prensibine dayanır. Genellikle bir yüzeyin profili; pürüzlü, dalgalı, biçim hatalarının kombinasyonunu içermektedir (Yılmaz ve Özyurt 1999, Bala ve ark. 2012, Bani ve Öztaş 2013).

1.3.4. Yüzey sertliği

Bir materyalin yüzey sertliği, materyalin penetrasyonlara karşı gösterdiği direnci olarak tanımlanmaktadır (Deliktaş ve Ulusoy 2006, Kutay 2010). Dental materyallerde ise yüzey sertliği, aşınmaya ve çizilmeye karşı gösterdikleri direnci ifade etmektedir. Bu açıdan materyallerin klinik başarısını yorumlamada etkili bir parametredir. Restoratif materyaller ağız içinde yoğun çiğneme kuvvetlerine maruz kalmakta ve bu kuvvetlere karşı koyabilmek için sertlik değerlerinin yüksek düzeyde olması gerekmektedir. Düşük yüzey sertliği materyalin aşınma miktarını artırmaktadır (Zaimoğlu ve ark. 1993, Benderli ve Yücel 1994, Seymen ve Gülhan

1996, Taşveren 2005, Deliktaş ve Ulusoy 2006, Ersoy ve ark. 2007, Çelik ve Ermiş 2008).

Yüzey sertliği materyalin özelliklerine göre farklılık gösterebilmektedir. Partikül boyutu, doldurucu içeriği, sertleşme şekli gibi birçok faktör dental materyallerin yüzey sertliğini etkileyebilmektedir (Benderli ve Yücel 1994, Deliktaş ve Ulusoy 2006, Ersoy ve ark. 2007, Sarı ve ark. 2010).

Çelik ve Ermiş (2008), cam iyonomer simanlar ile ilgili çalışmalarında, simanların toz likit oranlarını ve partikül boyutlarını değiştirirek materyalin viskozitesini artırmış ve yüksek viskoziteli cam iyonomer simanın sertlik değerini olumlu yönde etkilediğini göstermişlerdir.

Şener ve Koyutürk (2006), üç farklı cam iyonomer siman (Ketac Molar Aplicap, Ionofil, Fuji IX GP) kullanarak yaptıkları çalışmada en iyi sertlik değerlerinin yedinci gün sonunda bile makinede karıştırılan Ketac Molar Aplicap'da gözlendiğini bildirmiştir. Bu materyaller arasındaki yüzey sertliği farklarının, makinede karıştırılan cam iyonomerin elle karıştırılana göre standart toz likit oranından dolayı daha homojen bir karışım elde edilmesinden kaynaklanabileceği düşünülmüştür.

Yüzey sertliği ölçümlerinde sıklıkla kullanılan test metotları; Rockwell, Brinell, Knoop ve Vicker's'dir. Uygulanacak olan test yöntemi materyalin cinsine bağlı olarak belirlenir (Kutay 2010, Sarı ve ark. 2010). Vicker's sertlik testi kırılgan malzemelerin sertliğinin ölçülmesine uygun olduğu için dental materyallerin ve diş dokularının sertliğinin ölçülmesinde sıklıkla kullanılmaktadır (Zaimoğlu ve ark 1993, Taşveren 2005, Deliktaş ve Ulusoy 2006, Ersoy ve ark. 2007, Çelik ve Ermiş 2008).

Vicker's sertlik testinde piramit şekline bir elmas uç kullanılır. Bu elmas uç ile materyal yüzeyine yükleme yapılır ve yükleme sonrası elmas uç yüzeyde kare şeklinde bir çökme alanı oluşturur. Sertlik değeri oluşan bu izin genişliğinin mikroskop altında ölçülmesinden sonra test yöntemine ait spesifik tablodaki uygun karşılığının bulunmasıyla hesaplanır (Zaimoğlu ve ark. 1993, Seymen ve Gülhan 1996, Benderli ve Yücel 1994, Kutay 2010, Sarı ve ark. 2010).

1.3.5. Mikrosızıntı

Mikrosızıntı ve marjinal boşluğun değerlendirildiği çalışmalar, bir materyalin diş-adeziv ara yüzünde sıvılar ve bakterilere karşı etkili bir örtücülük sağlama kabiliyetini belirlemek amacıyla gerçekleştirilmektedir (Ayyıldız ve ark. 2009, Erdemir ve Yaman 2011).

Mikrosızıntı; marjinal renklenme ve kırılmalar, sekonder çürük, korozyon ve vital dişlerde hassasiyet gibi arzu edilmeyen olaylara neden olması yönüyle önemli bir olgudur. Mikrosızıntı testleri, bir materyalin klinik performansının postoperatif hassasiyet ve sekonder çürük oluşma yönünden değerlendirilebilmesine olanak tanımaktadır (Türkün ve Ergücü 2004, Ayyıldız ve ark. 2009, Erdemir ve Yaman 2011).

Restorasyonların kenar uyumlarını ve diş-restorasyon bağlantısında oluşabilecek geçirgenliğin derecesini belirlemek için pek çok yöntemden yararlanılmaktadır. Bu yöntemler arasında; radyoizotoplar, kimyasal ajanlar, bakteriyel çalışmalar, hava basıncı yöntemi, nötron aktivasyon analizi, elektro-kimyasal çalışmalar, mikroskobik inceleme yöntemleri, boyar madde penetrasyon testleri en sık kullanılanlardır (Karadağ 2005, Ayyıldız ve ark. 2009, Erdemir ve Yaman 2011).

Mikrosızıntının belirlenmesinde organik boyaların kullanılması en eski yöntemlerden olup kolay ve ucuz olduğu için en çok tercih edilen yöntemlerden biridir. Sızıntı araştırmalarında boya penetrasyonu ile kenar sızıntısının saptanmasında genellikle basamaklı olarak artan skalalar kullanılmaktadır. Ancak sızıntı tespitinin belirlenmesinde hatalı yorumlara neden olmamak için, sonuçların güvenilirliği açısından birden fazla araştırmacı tarafından değerlendirme yapılması gerektiği bildirilmiştir (Grande ve ark. 1998, Türkün ve Ergücü 2004, Karadağ 2005, Ayyıldız ve ark. 2009).

2. GEREÇ VE YÖNTEM

Bu araştırmada farklı oranlarda biyoaktif cam eklenerek üretilen yeni bir cam iyonomer esaslı fissür örtücü materyalin

- florid salınım özelliğinin,

- mine dokusuna bağlanma dayanımının,

- yüzey pürüzlülük değerlerinin,

- yüzey mikrosertlik değerlerinin,

- mikrosızıntısının değerlendirilmesi amaçlandı.

Çalışmamızda deneysel olarak ürettirilmiş olan yeni bir cam iyonomer esaslı fissür örtücü materyal test edildi.

Fissür örtücü materyallerin modifiye edilmesi için biyoaktif camın ticari olarak elde edilebilir bir formu olan S53P4 (Bonalive Biomaterials Ltd., Turku, Finland) (Resim 2.1) kullanıldı.



Resim 2.1. Çalışmada kullanılan bonalive granül greft materyali

Bu çalışma iki aşamada gerçekleştirildi:

- Fissür örtücü materyallerin modifiye edilmesi
- Hazırlanan materyallerin fiziksel özelliklerinin değerlendirilmesi

2.1. Fissür Örtücü Materyallerin Modifiye Edilmesi

Kullanılacak fissür örtücünün biyoaktif cam ile modifiye edilme işlemi Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Fizikokimya Laboratuvarında gerçekleştirildi.

Modifikasyon öncesi ortalama 0,5 mm boyutlarında granüller halinde bulunan biyoaktif cam materyalin, ağırlıkça yüzdesi hesaplanarak %10'luk ve %30'luk olmak üzere iki ayrı oranda cam iyonomer esaslı fissür örtücü materyalin toz kısmına ilave edildi. Materyallerin ağırlıklarının belirlenmesinde hassas terazi (Precisa XB 220A, Precisa Instruments Ltd., Dietikon, Switzerland) (Resim 2.2) kullanıldı.



Resim 2.2. Çalışmada kullanılan hassas terazi

Fissür örtücü materyalin toz kısmının öğütülerek uygun partikül boyutuna getirilmesi amacıyla zirkonyum bilyalı değirmen (Pulverisette, Fritsch GmbH, Germany) (Resim 2.3) kullanıldı. Öğütme işlemi sonunda hazırlanan karışımın homojen hale gelmesi sağlandı ve partikül boyutu analiz cihazı (BT 9300 Laser Particle Size Analyzer, Bettersize Inc., China) kullanılarak uygun partikül boyutunda öğütmenin yapılıp yapılmadığı kontrol edildi. Sonuç olarak maksimum

partikül boyutu 10µm, ortalama partikül boyutu ise 0,7µm olacak şekilde fissür örtücü materyal modifiye edildi. Materyallerin modifiye edilmesiyle %30 oranında biyoaktif cam eklenerek modifiye edilmiş grup (BAC30) ve %10 oranında biyoaktif cam eklenerek modifiye edilmiş grup (BAC10) olmak üzere iki farklı grup elde edilmiş oldu. Biyoaktif cam eklenmeden ürettirilen fissür örtücü materyal ise kontrol grubu olarak belirlendi.



Resim 2.3. Çalışmada kullanılan zirkonyum bilyalı değirmen

2.2. Materyallerin Fiziksel Özelliklerinin Değerlendirilmesi

Yapılan modifikasyonun biyoaktif cam ile modifiye edilmiş cam iyonomer esaslı fissür örtücü materyallerin, florid salınımı, bağlanma dayanımı, yüzey pürüzlülüğü, yüzey sertliği ve mikrosızıntısı açısından etkilerinin araştırılması amacıyla bazı fiziksel testler uygulandı.

2.2.1. Fissür örtücü materyallerden salınan florid miktarının belirlenmesi

Salınan florid miktarının belirlenmesi için örneklerin hazırlanması

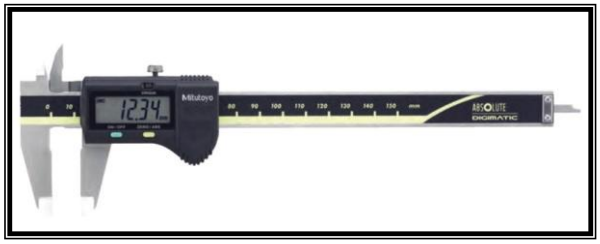
Florid salınımının belirlenmesi amacıyla her bir materyal grubundan (BAC30, BAC10 ve kontrol) üretici firmanın önerdiği toz/likit oranlarına uyularak karıştırıldıktan sonra önceden hazırlanan 2 mm yüksekliğinde 8 mm çapındaki standart teflon kalıpların (Resim 2.4) içerisine dolduruldu. Üzeri asetat kaplı olan cam plaka kalıbın üzerine yerleştirildi ve standart bir kuvvet (0,5 kg) altında fazla

malzemenin kenarlardan taşması sağlandı. Bu işlemin ardından 15 dk süresince kalıplardaki malzeme sertleşmeye bırakıldı. Bu yöntemle her bir grup için ayrı ayrı 20'şer adet standart silindirik cam iyonomer siman diski hazırlanmış oldu.



Resim 2.4. Örneklerin hazırlanmasında kullanılan teflon kalıplar

Elde edilen örnek disklerin alt ve üst yüzeyleri 1200 gridlik silikon karbit zımpara ile zımparalandı. Bu şekilde hazırlanan tüm disklerin çap ve yükseklikleri bir kumpas (Dijital kumpas 500-181, Mitutoyo, Japonya) (Resim 2.5) yardımı ile ölçülerek standardize edildi.



Resim 2.5. Hazırlanan disklerin çap ve yüksekliklerinin ölçülmesinde kullanılan kumpas

. Her bir disk içerisinde 4 mL deiyonize su bulunan polietilen şişeler içerisine yerleştirildi ve ağızları sızdırmaz biçimde kapatıldı. Sonuç olarak florid

salınımının ölçülmesi için toplam 60 adet örnek hazırlanmış oldu. Örnekler florid ölçümlerinin yapılacağı zamanlar dışında 37^0C deki etüvde (EN 400, Nüve, Türkiye) (Resim 2.6) bekletildi.



Resim 2.6. Çalışmada kullanılan etüv

Salınan florid miktarının belirlenmesi

Hazırlanan disklerden salınan florid düzeylerinin belirlenmesine yönelik ölçümler sırasıyla 1., 2., 7., 14., 21. ve 28. günlerde gerçekleştirildi. Disklerden salınan florid miktarının belirlenmesinde iyon analizörüne (Orion Research 720A, USA)(Resim 2.7) bağlı bulunan bir kombine florid elektrodu (Model 96–09, Orion Research, USA)(Resim 2.9) kullanıldı.



Resim 2.7. Çalışmada kullanılan iyon analizörü

Ölçümlerden önce 100 ppm'lik standart florid solüsyonundan (Cat.No.940907, Orion Research, USA) (Resim 2.8) deiyonize su ile seyreltilerek 10 ppm, 1 ppm ve 0,1 ppm'lik daha düşük konsantrasyonlardaki standartlar elde edildi. Elde edilen standartlara 1/1 oranında TISAB II (Total Ionic Strength Adjustment Buffer II) (Cat.No.940909,Orion Research, USA) (Resim 2.8) solüsyonu eklendi ve hazırlanan bu solüsyonlar elektrodun kalibrasyonunda kullanıldı. Kalibrasyon işlemi her 10 ölçümde bir tekrarlandı.



Resim 2.8. Çalışmada kullanılan florid standardı ve TISAB II

Elde edilen çözeltilerin içerisindeki florid miktarını belirlemek amacıyla florid ölçümleri yapılacak olan şişelerin içerisindeki disklerin her biri, bir plastik presel yardımıyla tutularak aynı şişe üzerinde 1 mL deiyonize su ile yıkandıktan sonra, içerisinde 4 mL deiyonize su bulunan bir başka şişeye aktarıldı. Böylece ilk zaman periyodundaki ölçümlerin yapılabilmesi için örnekler elde edilmiş olurken, bir sonraki zaman periyodunda yapılacak ölçümler için disklerin yeni şişelerine aktarılması sağlandı.Bu yöntemle farklı zaman periyotlarında elde edilen örnekler bir manyetik karıştırıcı (Velp ARE, Velp Scientifica, İtaly) (Resim 2.9) ile karıştırıldı. Florid ölçümleri karıştırma işlemi devam ederken yapıldı ve ölçülen değerler ppm cinsinden kaydedildi.



Resim 2.9. Çalışmada kullanılan manyetik karıştırıcı ve spesifik florid elektrodu

Aynı işlem tüm ölçüm zamanlarında (1., 2., 7., 14., 21. ve 28. günlerde) tekrarlanarak materyallerden salınan florid miktarları belirlendi ve florid salınımının zaman içindeki davranışına ait veriler elde edilmiş oldu.

Floridle yeniden yükleme sonrası örneklerden salınan florid miktarının belirlenmesi

Yirmi sekiz günlük ölçümler sonunda şişelerden çıkarılarak florid salınımları tespit edilen diskler deiyonize su ile yıkandı. Diskler, yeniden yükleme yapmak amacıyla klinikte rutin olarak kullanılan APF jelle (Topex, Sultan, USA) muamele edilerek 4 dk bekletildi ve daha sonra deiyonize su ile yıkanıp içerisinde 4 mL deiyonize su bulunan şişelere aktarıldı. Örneklerden 29., 35. ve 42. günlerdeki florid ölçümleri aynı prosedürle gerçekleştirildi.

2.2.2. Bağlanma dayanım testi

Bağlanma dayanım testi için örneklerin hazırlanması

Hazırlanan deneysel fissür örtücü materyallerin mine dokusuna bağlanma dayanımlarının belirlenmesi amacıyla her grup için yeni çekilmiş 20 adet gömülü alt 3. molar diş kullanılarak çalışmanın bu parametresiyle ilgili standardizasyon

sağlandı. Yumuşak doku artıkları ve eklentilerden arındırılan dişlere pomza ve lastikle polisaj yapıldı. Dişlerin kökleri su soğutması altında elmas bir separe ile kuronlarından ayrıldı ve dişler mezio-distal doğrultuda ikiye bölündü. Temizlenen dişler, çalışma için kullanılacakları zamana kadar oda sıcaklığında serum fizyolojik içerisinde bekletildi. Kesilen dişlerin açıkta kalması planlanan bukkal mine yüzeyleri tabaka mumlara 1 mm kadar gömüldü. Bu şekilde hazırlanan dişlerin üzerlerine silindirik plastik kalıplar yerleştirildi ve içerisine akrilik rezin dolduruldu. Akrilik içerisine gömülerek hazırlanan dişlerin açıkta kalması sağlanmış olan mine yüzeylerinde fissür örtücü materyallerin uygulanabilmesi için elverişli düz yüzeyler olmasına dikkat edildi. Hazırlanan dişler her grupta 20 örnek olacak şekilde rastgele 3 gruba ayrıldı (Resim 2.10).



Resim 2.10. Bağlanma dayanımı testi için hazırlanan örnekler

Örnekler hazırlanmadan önce tüm dişlerin mine yüzeylerine % 37'lik fosforik asit (Scotchbond, 3M ESPE, USA) 15sn. süreyle uygulandı ve asit uygulama süresi kadar yıkanarak kurutuldu. Daha sonra fissür örtücü materyaller ideal toz/likit oranına uygun olarak karıştırıldı. Karıştırılan materyaller hazırlanan standart kalıplardaki boşluklara (2 mm yüksekliğinde ve 3 mm çapında) taşmayacak şekilde doldurularak 15 dk boyunca sertleşmeye bırakıldı. Böylece örnekler makaslama bağlanma dayanım testinin yapılabilmesi için hazır hale getirildi.

Bağlanma dayanımının belirlenmesi

Sertleşmesi tamamlanan örnekler oda sıcaklığında 24 saat boyunca distile suda bekletildi. Örnekler Universal test makinesine (Testometric, Lancashire, UK) (Resim 2.11) alüminyum bir mengene yardımıyla bağlandı ve uygulanacak olan kuvvetin künt çelik uç kullanılarak her bir örneğin diş/fissür örtücü materyal ara yüzeyine iletilmesi sağlandı. Universal test makinesi ile her bir örneğin diş/fissür örtücü materyal ara yüzeyinde kırılma meydana gelinceye kadar 0,5 mm/dk hızda kuvvet uygulandı. Newton (N) cinsinden elde edilen kırılma değerleri restoratif materyalin bağlanma yüzey alanına (7,06 mm^2) bölünerek bağlanma dayanım değerleri Mega Paskal (MPa) cinsinden kaydedildi (Formül 2.1).

$$MPa = Newton / mm^2 = N / \pi r^2$$

$$Alan = \pi r^2 = 3,14 \times (1,5)^2 = 7,06 mm^2$$

Formül 2.1. Newton (N) cinsinden elde edilen verilerin Megapaskal (MPa) birimine çevrim formülü



Resim 2.11. Universal test makinesi

Kırılma analizleri

Bağlanma dayanım değerleri belirlenen örneklerin yüzeyleri, kırılma analizinin yapılması için stereomikroskop (OlympusSZ4045 TRPT, Osaka, Japan) (Resim 2.12) kullanılarak incelendi. Eğer restoratif materyalin % 80'inden fazlası mine yüzeyinde kalmışsa koheziv başarısızlık, % 20'sinden daha azı mine yüzeyinde kalmışsa adeziv başarısızlık ve eğer bazı sahalarda koheziv kırılma ve diğer sahalarda da adeziv kırılmalar varsa miks başarısızlık olarak kaydedildi (Ramoğlu ve ark. 2008).



Resim 2.12. Kırılma analizlerinin görsel değerlendirilmesinde kullanılan stereomikroskop

2.2.3. Yüzey Pürüzlülük Testi

Yüzey Pürüzlülük Testi İçin Örneklerin Hazırlanması

Yüzey pürüzlülüğünün belirlenmesi amacıyla her bir materyal grubundan (BAC30, BAC10 ve kontrol) üretici firmanın önerdiği toz/likit oranlarına uyularak karıştırıldıktan sonra önceden hazırlanan 2 mm yüksekliğinde 8 mm çapındaki

standart teflon kalıpların (Resim 2.4) içerisine doldurulduldu. Üzeri asetat kaplı olan cam plaka kalıbın üzerine yerleştirildi ve standart bir kuvvet (0,5 kg) altında fazla malzemenin kenarlardan taşması sağlandı. Bu işlemin ardından 15 dk süresince kalıplardaki malzeme sertleşmeye bırakıldı. Bu yöntemle her bir grup için ayrı ayrı 20'şer adet standart silindirik cam iyonomer siman diski hazırlanmış oldu.

Elde edilen disklerin alt ve üst yüzeyleri 1200 gridlik silikon karbit zımpara ile zımparalandı. Bu şekilde hazırlanan tüm disklerin çap ve yükseklikleri bir kumpas yardımı ile ölçülerek standardize edildi. Sonuç olarak yüzey pürüzlülüğü ölçümlerinin yapılması için toplam 60 adet disk elde edilmiş oldu.

Yüzey Pürüzlülüğünün Ölçülmesi

Örneklerin yüzey pürüzlülük değerleri, yüzey pürüzlülüğü ölçüm cihazı (Computerize Roughness Tester, Mitutoyo, Japan) (Resim 2.13) kullanılarak belirlendi. Hazırlanan örnek diskler yüzey profilometresindeki sabit hızla ilerleyen okuyucu uca dokunacak şekilde yerleştirilerek okuyucu ucun örnek diske dik açıyla temas etmesi sağlandı. Her bir örnek yüzeyinden üçer ölçüm yapılarak yüzey düzensizliklerinin ortalama değeri olarak kabul edilen R_a (Roughness avarage) değerleri tespit edildi. Bu üç değerin aritmetik ortalaması her bir örnek için yüzey pürüzlülük değeri olarak kaydedildi.



Resim 2.13. Çalışmada kullanılan yüzey pürüzlülüğü ölçüm cihazı

2.2.4.Yüzey Sertliği Testi (VHN)

Yüzey Sertliği Testi İçin Örneklerin Hazırlanması

Yüzey sertliğinin belirlenmesi amacıyla her bir materyal grubundan (BAC30, BAC10 ve kontrol) üretici firmanın önerdiği toz/likit oranlarına uyularak karıştırıldıktan sonra önceden hazırlanan 2 mm yüksekliğinde 8 mm çapındaki standart teflon kalıpların (Resim 2.4) içerisine dolduruldu. Üzeri asetat kaplı olan cam plaka kalıbın üzerine yerleştirildi ve standart bir kuvvet (0,5 kg) altında fazla malzemenin kenarlardan taşması sağlandı. Bu işlemin ardından 15 dk süresince kalıplardaki malzeme sertleşmeye bırakıldı. Bu yöntemle her bir grup için ayrı ayrı 20'şer adet standart silindirik cam iyonomer siman diski hazırlanmış oldu.

Elde edilen disklerin alt ve üst yüzeyleri 1200 gridlik silikon karbit zımpara ile zımparalandı. Bu şekilde hazırlanan tüm disklerin çap ve yükseklikleri bir kumpas yardımı ile ölçülerek standardize edildi. Sonuç olarak yüzey sertliği ölçümlerinin yapılması için toplam 60 adet disk elde edilmiş oldu.

Yüzey Sertliğinin Ölçülmesi

Fissür örtücü materyallerden hazırlanan örnekler, sertleşme reaksiyonlarının tamamlanıp ideal sertlik derecelerine ulaşmaları için bir hafta süreyle 37^0C sıcaklıkta distile su içerisinde bekletildi. Örneklerin yüzey mikro sertliği, Vicker's sertlik ölçüm cihazı (Matsuzawa Seiki Co. Ltd. MHTZ, Tokyo, Japan) (Resim 2.14) kullanıldı. Ölçümler oda sıcaklığında gerçekleştirildi ve örneklerin seçilen yüzeyine 15 sn. boyunca 100 gr yük uygulanarak yapıldı. Her bir örnek için üç ayrı bölgeden ölçüm alınarak elde edilen değerlerin aritmetik ortalaması hesaplandı ve o örneğe ait sertlik ölçüm değeri elde edilmiş oldu. Elde edilen ölçümlere karşılık gelen değerler Vicker's sertlik ölçüm cetvelinden belirlendi ve o örneğe ait yüzey sertlik değeri olarak kaydedildi.



Resim 2.14. Çalışmada kullanılan yüzey sertliği ölçüm cihazı

2.2.4. Mikrosızıntı Testi

Mikrosızıntı Değerlendirmesi İçin Örneklerin Hazırlanması

Marjinal bütünlük değerlendirmesinin yapılması için 60 adet çekilmiş ve yüzey kusuru olmayan gömülü alt yirmi yaş dişi kullanıldı. Dişlerin okluzal yüzeyleri, polisaj lastiği ve pomza ile su soğutması altında düşük devirli aletlerle temizlendi ve dişler rastgele 20'şerli 3 çalışma grubuna ayrıldı. Ardından tüm dişlerin okluzal yüzeyleri %37'lik fosforik asit ile 15 sn. süreyle dağlandı ve asit uygulama süresi kadar yıkanarak kurutuldu. Fissür örtücü materyaller önerilen toz/likit oranına uygun şekilde karıştırıldı ve materyaller hazırlanan dişlere uygulandı. Parmak basıncı yardımıyla materyallerin tüm pit ve fissürlere yayılarak penetre olması sağlandı. Böylece mikrosızıntı testinin uygulanacağı örnekler elde edildi.

Termal siklus işlemi

Dişler distile suda 37°C'de 24 saat süreyle bekletildikten sonra termal siklus cihazı (Nova, Konya, Türkiye) (Resim 2.15) kullanılarak 500 siklusa tabi tutuldu. Her bir siklusta dişler +5ºC ve +55°C'deki su banyolarına 15'er sn süreyle daldırıldı. Böylelikle fissür örtücü uygulanmış olan tüm örnekler yaşlandırma işlemine tabi tutulmuş oldu.



Resim 2.15. Çalışmada kullanılan termal siklus cihazı

Mikrosızıntının Değerlendirilmesi

Hazırlanan örneklerin mikrosızıntı açısından değerlendirilmesinde, konvansiyonel boya penetrasyon yöntemi kullanıldı. Okluzal yüzeylerde fissür örtücü uygulanmış olan fissürlerin etrafında 1 mm'lik bir mesafe açıkta bırakılacak şekilde tüm diş yüzeyleri iki kat tırnak cilası uygulanarak kaplandı. Ardından örnekler 24 saat süreyle %0,5'lik bazik fuksin solüsyonunda (Wako Pure Chemical Industry, Osaka, Japan) bekletildi. Distile su ile iyice yıkanan örnekler hava ile kurutularak kesit alma işleminin yapılabilmesi için akrilik rezine gömüldü. Akrilik içerisine gömülen örneklerden kesim cihazı (Isomet, Buehler Ltd., USA) (Resim 2.16) kullanılarak bukkolingual yönde 3'er adet kesit alındı. Alınan kesitlerdeki boya penetrasyonu stereomikroskop altında mikrosızıntı açısından skorlanarak (Çizelge 2.1) değerlendirildi.



Resim 2.16. Çalışmada kullanılan isomet kesim cihazi

Çizelge 2.1. Grande ve ark.'nın (1998) mikrosızıntı skor sistemi

0	Boya penetrasyonu yok
1	Fissür örtücünün dış yarısına kadar boya penetrasyonu
2	Fissür örtücünün iç yarısına kadar ulaşan boya penetrasyonu
3	Fissür tabanına kadar uzanan boya penetrasyonu

2.2.5 Elde Edilen Verilerin İstatistiksel Değerlendirmesi

Çalışmada kullanılan cam iyonomer esaslı fissür örtücü materyallere uygulanan testler sonrası elde edilen veriler Microsoft Office Excel 2010 programına kaydedildi. Kaydedilen verilerin istatistiksel olarak değerlendirilmesinde SPSS 13.0 (Statistical Package for Social Sciences - Version 13.0, SPSS, Chicago, USA) programından yararlanıldı. Uygulanan tüm testlerde her bir grup için, ortalama, standart sapma, minimum ve maksimum değerleri içeren tanımlayıcı istatistik analizler yapıldı.

Floridle yükleme öncesi ve sonrası elde edilen veriler tek yönlü varyans analizine (one-way ANOVA) tabi tutulduğunda, gruplar arası istatistiksel fark olduğu gözlendi. İstatistiksel farklılığın hangi gruplardan kaynaklandığını tespit etmek üzere, her bir materyalin farklı zaman periyotlarındaki ikili karşılaştırılması Wilcoxon Signed Rank testi ile, her bir zaman periyodu için materyallerin ikili karşılaştırılması ise Mann Whitney U testi ile gerçekleştirildi ($p<0,05$ düzeyindeki farklılıklar istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi).

Bağlanma dayanım, yüzey pürüzlülük, yüzey sertlik ve mikrosızıntı testlerinden elde edilen veriler değerlendirilirken gruplararası fark olup olmadığı tek yönlü varyans analizi (one-way ANOVA) ile incelenirken grupların ikili karşılaştırılmalarında ise Mann Whitney U testi kullanıldı ($p<0,05$ düzeyindeki farklılıklar istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi).

3.BULGULAR

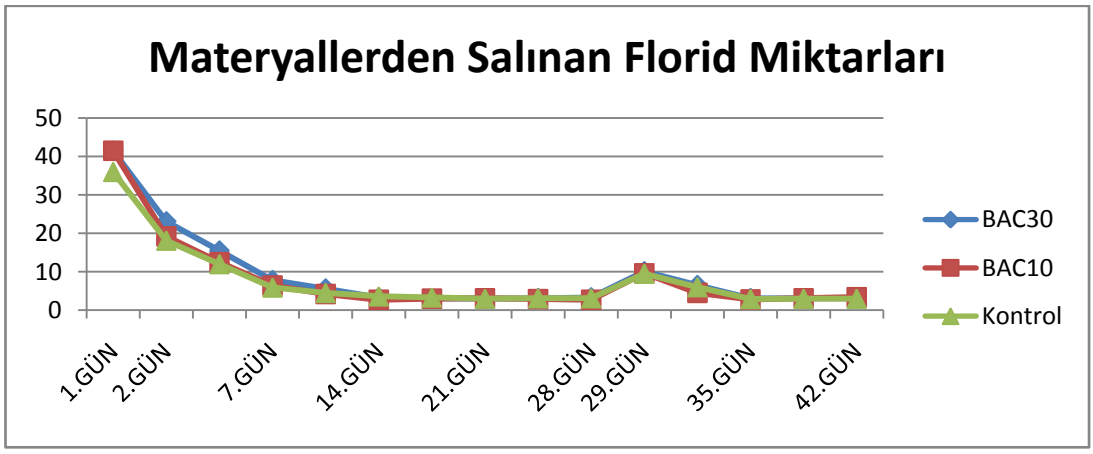
Bu çalışmada elde edilen bulgular;

- Salınan florid miktarına ait bulgular
- Bağlanma dayanımına ait bulgular
- Yüzey pürüzlülük testine ait bulgular
- Yüzey sertlik testine ait bulgular
- Mikrosızıntı testine ait bulgular

başlıkları altında değerlendirildi.

3.1.Florid Salınım Değerlerine Ait Bulgular

Farklı oranlarda biyoaktif cam eklenerek modifiye edilen cam iyonomer esaslı fissür örtücü materyallerin florid salınım değerleri incelendiğinde tüm gruplar için en yüksek florid salınım değerleri ilk gün gözlendi. BAC30, 41,593 ppm'lik ortalama değer ile en yüksek florid salınımını gösterirken, BAC10'dan ortalama 41,507 ppm'lik bir florid ölçümü elde edildi. Kontrol grubundan ise 36,03 ppm'lik bir ortalama florid salınımı ile en düşük değerler kaydedildi. İlk gün sonrası yapılan ölçümlerde florid salınımının belirgin bir şekilde azaldığı görüldü. Ayrıca yeniden yüklemenin yapıldığı 29. günde tüm materyallerin florid salınım miktarında belirgin bir artış gözlendi. Materyallerin florid salınım miktarlarının zaman içerisindeki değişimleri Şekil 3.1'de verildi.



Şekil 3.1. Test edilen materyallerden zaman içerisinde salınan florid miktarı

Çizelge 3.1. Gruplara ait florid salınım miktarının ortalama ve standart sapma değerleri

	1.GÜN	2.GÜN	7.GÜN	14.GÜN	21.GÜN	28.GÜN	29.GÜN	35.GÜN	42.GÜN
BAC30	41,59 ±2,32^{A,a}	23,12 ±1,54^{B,a}	7,88 ±1,78^{C,a}	3,33 ±0,98$^{D,a.b}$	3,06 ±1,15^{D,a}	3,38 ±0,75^{D,a}	10,09 ±1,27^{E,a}	3,17 ±0,89^{D,a}	3,16 ±0,71^{D,a}
BAC10	41,50 ±2,28^{A,a}	19,25 ±1,13^{B,b}	6,41 ±1,46^{C,b}	2,71 ±0,55^{D,a}	3,13 ±0,66^{D,a}	2,77 ±0,70^{D,F,a}	9,63 ±1,00^{E,a}	2,86 ±0,79^{D,a}	3,46 ±1,07^{F,a}
Kontrol	36,03 ±4,03^{A,b}	18,16 ±1,28^{B,b}	5,90 ±0,81^{C,b}	3,6 ±0,81^{D,b}	3,09 ±0,52^{D,a}	3,13 ±0,80^{D,a}	9,51 ±1,08^{E,a}	2,92 ±0,67^{D,F,a}	3,07 ±0,55^{D,F,a}

*Aynı satır içerisindeki farklı büyük harfler arasında istatistiksel fark vardır.
*Aynı sütun içerisindeki farklı küçük harfler arasında istatistiksel fark vardır.

Materyallerden zaman içerisinde salınan florid miktarlarına ait ortalama ve standart sapma değerleri Çizelge 3.1'de verildi.

Materyallerden salınan florid miktarlarına ait veriler iki şekilde değerlendirildi. Yapılan değerlendirmelerde florid ölçümünün yapıldığı günlerde materyaller birbirleriyle karşılaştırılırken, her materyal için florid ölçümü yapılan farklı günlerdeki değerler de birbiriyle karşılaştırıldı.

Florid salınımına ait birinci gün verileri değerlendirildiğinde, BAC30 ile BAC10'un kontrol grubuna kıyasla istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde yüksek florid saldığı tespit edildi ($p<0,05$)(Çizelge 3.1).

Çalışmanın ikinci günündeki florid salınım değerlerinin ikili istatistiksel karşılaştırılmasında, BAC30'dan elde edilen florid salınım değerleri istatistiksel olarak BAC10 ve kontrol grubundan yüksek bulundu ($p<0,05$). Fakat BAC10 ve kontrol grubu arasında istatistiksel olarak anlamlı fark gözlenmedi ($p>0,05$) (Çizelge 3.1).

Yedinci gün verilerine ait değerler incelendiğinde, en yüksek florid salınım değerleri BAC30'da gözlendi ($p<0,05$). BAC10 ve kontrol grupları arasında ise istatistiksel olarak anlamlı fark gözlenmedi ($p>0,05$) (Çizelge 3.1).

Çalışmanın 14. gününde, tüm gruplar için florid salınım değerlerinde 7. güne göre istatistiksel olarak anlamlı bir azalma gözlendi ($p<0,05$). BAC30'un florid salınım değerleri ile BAC10 ve kontrol grubu arasında istatistiksel bir fark gözlenmedi ($p>0,05$). Kontrol grubundan elde edilen veriler ise BAC10 ile kıyaslandığında istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek bulundu ($p<0,05$) (Çizelge 3.1).

Yirmi birinci güne ait değerler incelendiğinde, tüm materyal gruplarından elde edilen florid salınım değerleri arasında istatistiksel olarak fark bulunmadığı gözlendi ($p>0,05$) (Çizelge 3.1).

Yirmi sekizinci günde elde edilen değerlerinde 21. günde elde edilen değerlerden istatistiksel olarak farklı olmadıkları görüldü ($p>0,05$) ve gruplararası değerlendirmede tüm gruplar arasında istatistiksel fark olmadığı görüldü ($p>0,05$) (Çizelge 3.1).

Cam iyonomer esaslı fissür örtücü materyallerin 28. günde floridle tekrar yüklenmeleri sonrası 29. günde yapılan ölçümlerde bütün gruplardaki florid salınımında 28. güne oranla artış olduğu görüldü ($p<0,05$). Gruplararası istatistiksel değerlendirme sonucunda, 29.gündeki florid salınım değerleri arasında istatistiksel fark olmadığı görüldü ($p>0,05$) (Çizelge 3.1).

Çalışmanın 35. gününde yapılan ölçümlerde de hazırlanan cam iyonomer esaslı fissür örtücü materyal gruplarından salınan florid miktarlarının istatistiksel olarak fark göstermediği görüldü ($p>0,05$) (Çizelge 3.1).

Kırk ikinci günde elde edilen veriler incelendiğinde ise 21,28,29 ve 35. günlerde olduğu gibi gruplar arası istatistiksel fark gözlenmedi ($p>0,05$) (Çizelge 3.1).

Cam iyonomer esaslı fissür örtücülerden zaman içerisinde salınan florid miktarlarına ait veriler karşılaştırıldığında, BAC30'dan en yüksek florid salınımının 1. gün gerçekleştiği ve diğer günlerle kıyaslandığında farkın istatistiksel olarak anlamlı olduğu tespit edildi ($p<0,05$). BAC30'dan yapılan 2., 7., 14. gün ölçümlerinde ise florid salınım miktarının bu günler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde azaldığı tespit edilmiştir ($p<0,05$). Sonrasında florid yüklemesinin yapıldığı 29. güne kadar yapılan diğer ölçümlerde elde edilen değerler arasında istatistiksel fark gözlenmemiş ($p>0,05$), 29. günde ise florid salınım değerlerinde belirgin bir artış olduğu görülmüştür ($p<0,05$). Yükleme işlemini takip eden ölçümler 29. gün ile kıyaslandıklarında salınan florid miktarında istatistiksel olarak anlamlı bir düşüş gözlenmiş ($p<0,05$), 35, ve 42, gün değerleri arasında ise istatistiksel fark gözlenmemiştir ($p>0,05$) (Çizelge 3.1).

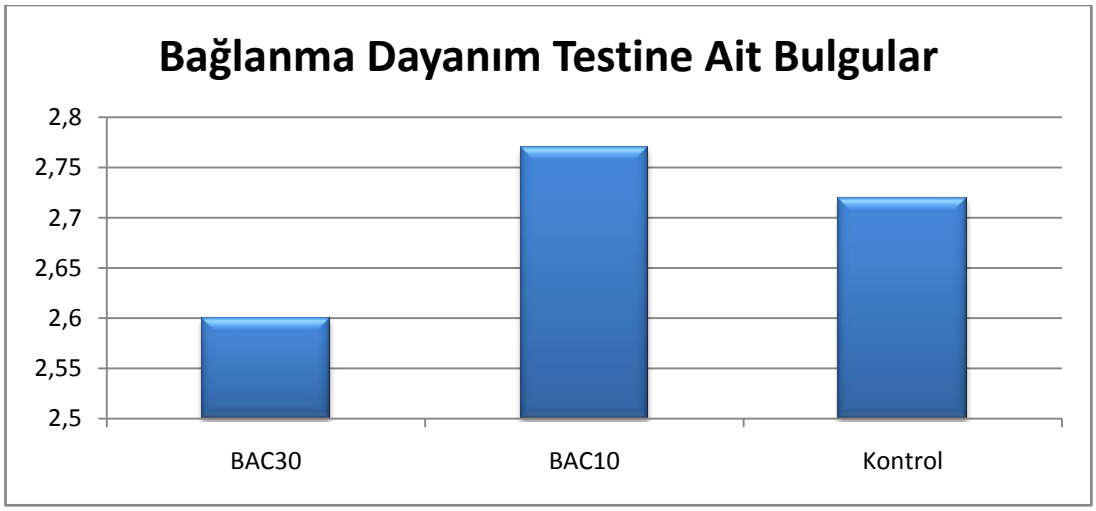
BAC10'dan salınan florid miktarı değerlendirildiğinde ise, en yüksek florid salınımının ilk gün gerçekleştiği görüldü ve 1. gün ölçülen florid salınım miktarının diğer tüm günlerden istatistiksel olarak yüksek olduğu görüldü ($p<0,05$). BAC10'dan yapılan 2., 7., 14. gün ölçümlerinde ise florid salınım miktarının bu günler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde azaldığı tespit edilmiştir ($p<0,05$). Sonrasında florid yüklemesinin yapıldığı 29. güne kadar yapılan diğer ölçümlerde elde edilen değerler arasında istatistiksel fark gözlenmemiş ($p>0,05$), 29. günde ise florid salınım değerlerinde belirgin bir artış olduğu görülmüştür ($p<0,05$). Yükleme işlemini takip

eden ölçümler 29. gün ile kıyaslandıklarında salınan florid miktarında istatistiksel olarak anlamlı bir düşüş gözlenmiştir ($p<0,05$) (Çizelge 3.1).

Kontrol grubu olarak belirlenen cam iyonomer esaslı fissür örtücü materyalin florid salınım değerlerinin zaman içerisinde değişimi incelendiğinde ise genel olarak BAC30 ve BAC10 ile benzer davranış gösterdiği görülmüştür. En yüksek florid salınımı 1. günde gözlenirken ($p<0,05$), 2., 7., ve 14. günlerde azalma gözlenmiştir ($p<0,05$). Floridle yüklemenin yapıldığı 29. günde ise materyalin florid salınımının belirgin bir şekilde artış gösterdiği tespit edilmiştir ($p<0,05$) (Çizelge 3.1).

3.2.Bağlanma Dayanım Testine Ait Bulgular

Farklı oranlarda biyoaktif cam eklenerek modifiye edilmiş cam iyonomer esaslı fissür örtücü materyallerin mineye bağlanma dayanımları incelendiğinde BAC30'un 2,60 MPa, BAC10'un 2,77 MPa, kontrol grubunun ise 2,72 MPa'lık değerler ile birbirine yakın ortalama bağlanma dayanım değerleri gösterdikleri görüldü. Tüm materyal gruplarına ait ortalama bağlanma dayanımı değerleri Şekil 3.2'de gösterildi.



Şekil 3.2. Test edilen cam iyonomer esaslı fissür örtücü gruplarına ilişkin bağlanma dayanım değerleri

Çalışmada test edilen materyallerin bağlanma dayanım değerlerinin tanımlayıcı istatistik verileri (ortalama, standart sapma ve gruplara ait istatistiksel farklılıkları ortaya koyan 'p' değeri) Çizelge 3.2'de verildi.

Çizelge 3.2. Gruplara ait bağlanma dayanımı ortalama ve standart sapma değerleri (Ort±SS)

	Ort.±SS	n	P
BAC30	2,60±0,77[a]	20	0,155
BAC10	2,77±0,66[a]	20	0,579
Kontrol	2,72±0,86[a]	20	0,346

*Aynı sütun içerisindeki farklı küçük harfler arasında istatistiksel fark vardır.

Bağlanma dayanımı açısından incelenen grupların istatistiksel değerlendirilmesinde gruplar arasında anlamlı fark gözlenmedi ($p>0,05$) (Çizelge 3.2).

3.2.1. Kırılma tiplerine ait bulgular

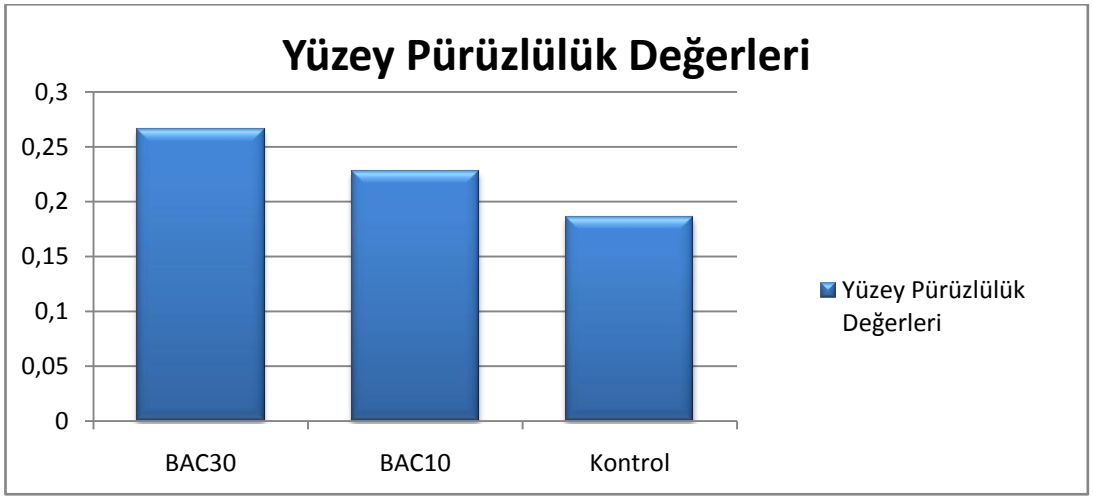
Bağlanma dayanım testi uygulanan örneklerdeki kırılma tipleri, stereomikroskop altında adeziv, koheziv ve miks tip olarak sınıflandırıldı. Yapılan değerlendirmenin sonucunda elde edilen verilerin yüzdelik oranları Çizelge 3.3'de gösterildi. Bağlanma dayanımı testi sonrasında, çalışmada kullanılan tüm materyallerin kırılma tipleri değerlendirildiğinde, gruplara ait tüm örneklerde adeziv tip kırılma gözlendi(Çizelge 3.3).

Çizelge 3.3. Bağlanma dayanım testi uygulanan örneklerdeki kırılma tiplerinin dağılımı

	Adeziv n (%)	Koheziv n (%)	Miks n (%)
BAC30	20 (%100)	0 (%0)	0 (%0)
BAC10	20 (%100)	0 (%0)	0 (%0)
Kontrol	20 (%100)	0 (%0)	0 (%0)

3.3.Yüzey Pürüzlülük Testine Ait Bulgular

Farklı oranlarda biyoaktif cam eklenerek modifiye edilen fissür örtücü materyallere uygulanan yüzey pürüzlülük testinden elde edilen veriler incelendiğinde, en yüksek ortalama yüzey pürüzlülük değerlerinin 0,266µm ile BAC30'da olduğu tespit edildi. BAC10'da ortalama yüzey pürüzlülük değeri 0,228µm olarak belirlenirken, en düşük ortalama yüzey pürüzlülük değerleri 0,186µm ile kontrol grubundan ölçüldü. Tüm materyal gruplarına ait ortalama yüzey pürüzlülük değerleri Şekil 3.3'de gösterildi.



Şekil 3.3. Test edilen cam iyonomer esaslı fissür örtücü gruplarına ilişkin yüzey pürüzlülük değerleri

Çalışmada test edilen materyallerin yüzey pürüzlülük değerlerinin tanımlayıcı istatistik verileri (ortalama, standart sapma ve gruplara ait istatistiksel farklılıkları ortaya koyan 'p' değeri) Çizelge 3.4'de verildi.

Çizelge 3.4. Gruplara ait yüzey pürüzlülüğü ortalama ve standart sapma değerleri (Ort±SS)

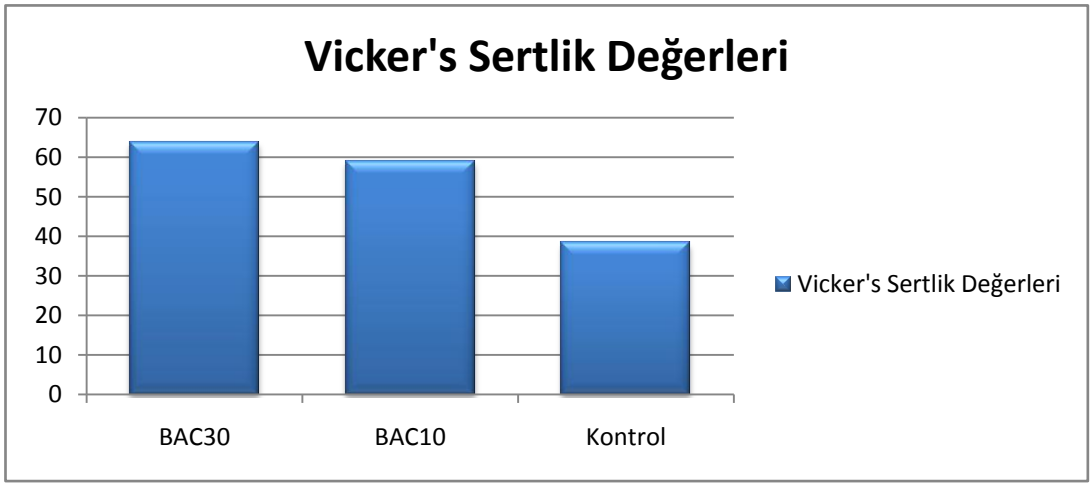
	Ort.±SS	n	p
BAC30	0,266±0,050[a]	20	0,278
BAC10	0,228±0,052[a]	20	0,824
Kontrol	0,186±0,042[b]	20	0,401

*Aynı sütun içerisindeki farklı küçük harfler arasında istatistiksel fark vardır.

Farklı oranda biyoaktif cam eklenerek modifiye edilen fissür örtücü materyallerin yüzey pürüzlülük değerlerinin birbirleriyle ikili istatistiksel karşılaştırmasında, BAC30 ile BAC10 istatistiksel fark gözlenmedi ($p>0,05$). BAC30'a ait yüzey pürüzlülük değerleri ise istatistiksel olarak kontrol grubundan yüksek bulundu ($p<0,05$). BAC10'a ait yüzey pürüzlülük değerleri de istatistiksel olarak kontrol grubundan yüksek bulundu ($p<0,05$)(Çizelge 3.4).

3.4. Yüzey Sertlik Testine Ait Bulgular

Farklı oranlarda biyoaktif cam eklenerek modifiye edilen fissür örtücü materyallerin polimerizasyonları sonrası uygulanan sertlik testine ait veriler incelendiğinde, en yüksek ortalama yüzey sertlik değerlerinin 63,71 ile BAC30'da olduğu tespit edildi. BAC10'da ortalama yüzey sertlik değeri 59,06 olarak belirlenirken, en düşük ortalama yüzey sertlik değerleri 38,31 ile kontrol grubundan ölçüldü. Tüm materyal gruplarına ait ortalama Vicker's sertlik değerleri Şekil 3.4'de gösterildi.



Şekil 3.4. Test edilen cam iyonomer esaslı fissür örtücü gruplarına ilişkin sertlik değerleri

Çalışmada test edilen materyallerin yüzey sertlik değerlerinin tanımlayıcı istatistik verileri (ortalama, standart sapma ve gruplara ait istatistiksel farklılıkları ortaya koyan 'p' değeri) Çizelge 3.5'de verildi.

Çizelge 3.5. Gruplara ait vicker's ortalama ve standart sapma değerleri (Ort±SS)

	Ort.±SS	n	p
BAC30	63,71±13,06[a]	20	0,093
BAC10	59,06±11,19[a]	20	0,131
Kontrol	38,31±6,04[b]	20	0,178

*Aynı sütun içerisindeki farklı küçük harfler arasında istatistiksel fark vardır.

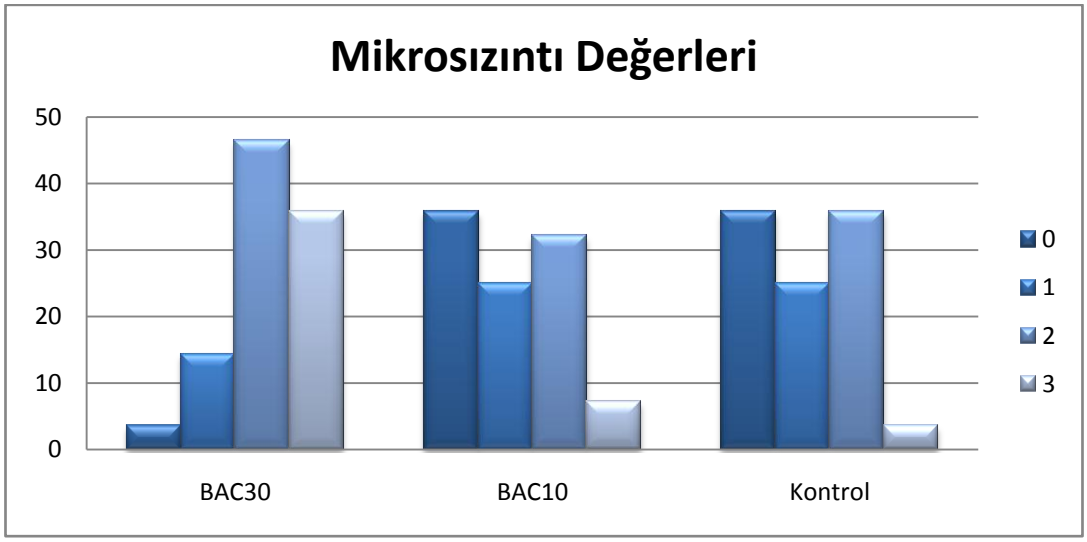
Farklı oranda biyoaktif cam eklenerek modifiye edilen fissür örtücü materyallerin sertlik değerlerinin birbirleriyle ikili istatistiksel karşılaştırmasında, % 30 oranında biyoaktif cam eklenmiş grup ile % 10 oranında biyoaktif cam eklenmiş grup arasında istatistiksel olarak anlamlı fark gözlenmedi ($p>0,05$). % 30 oranında biyoaktif cam eklenmiş gruba ait sertlik değerleri ise istatistiksel olarak kontrol grubundan yüksek bulundu ($p<0,05$). % 10 oranında biyoaktif cam eklenmiş gruba ait sertlik değerleri de istatistiksel olarak kontrol grubundan yüksek bulundu ($p<0,05$)(Çizelge 3.5).

3.5.Mikrosızıntı Testine Ait Bulgular

Yapılan mikrosızıntı testi sonucu tüm gruplarda farklı skorlarda mikrosızıntı oluştuğu gözlendi. Tüm gruplara ait mikrosızıntı skorlarının dağılımı (n) Çizelge 3.6'da, skorların yüzdelik dağılımları ise Şekil 3.5'te verildi.

Çizelge 3.6. Mikrosızıntı skorlarının dağılımı

Skorlar	BAC30 (n=28)	BAC10 (n=28)	Kontrol (n=28)
Yok (0)	1	10	10
Fissür örtücünün dış yarısı (1)	4	7	7
Fissür örtücünün iç yarısı (2)	13	9	10
Fissür tabanına kadar (3)	10	2	1



Şekil 3.5. Mikrosızıntı testine ait skorların yüzdelik dağılımları

Mikrosızıntı açısından incelenen grupların ikili istatistiksel karşılaştırmasında, BAC30'a ait mikrosızıntı değerleri istatistiksel olarak BAC10 ve kontrol grubundan yüksek bulundu ($p<0,05$). BAC10 ile kontrol grubu arasında ise istatistiksel olarak fark gözlenmedi ($p>0,05$)(Çizelge 3.7).

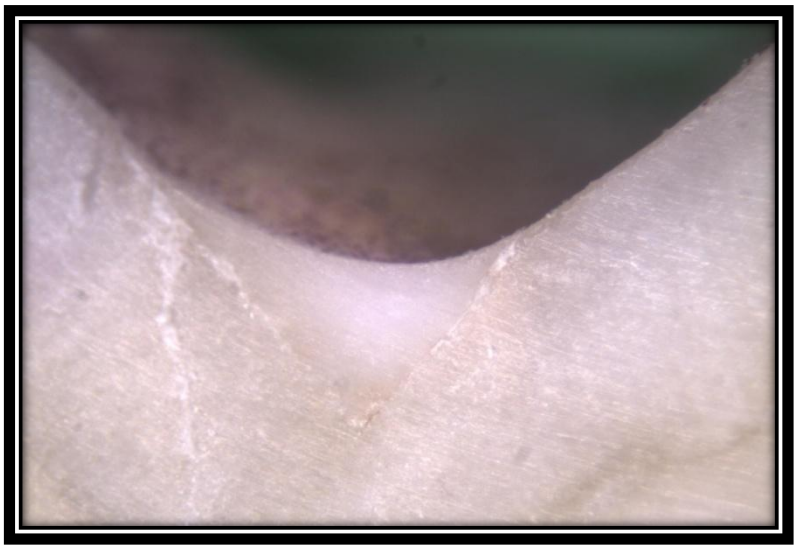
Çizelge 3.7. Gruplar arası mikrosızıntı skorlarının ikili karşılaştırılması

Test Materyalleri	BAC30	BAC10
Kontrol	*	FY
BAC10	*	

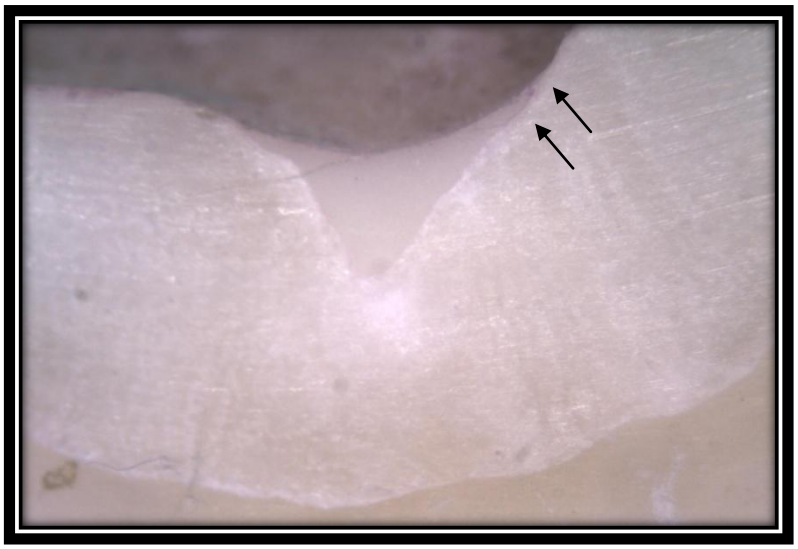
*istatistiksel olarak anlamlı fark var ($p<0,05$)

FY: istatistiksel olarak anlamlı fark yok

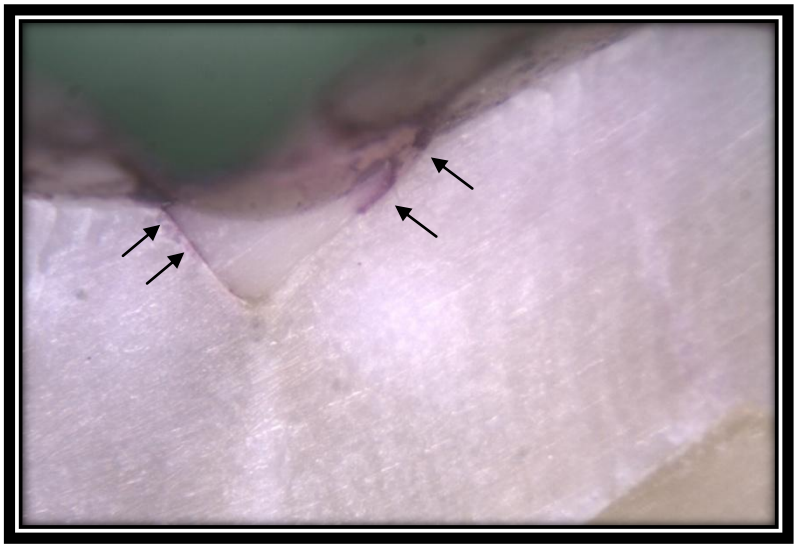
Mikrosızıntı değerlendirme skorlarını temsil eden görüntüler Resim 3.1-3.4'de verildi.



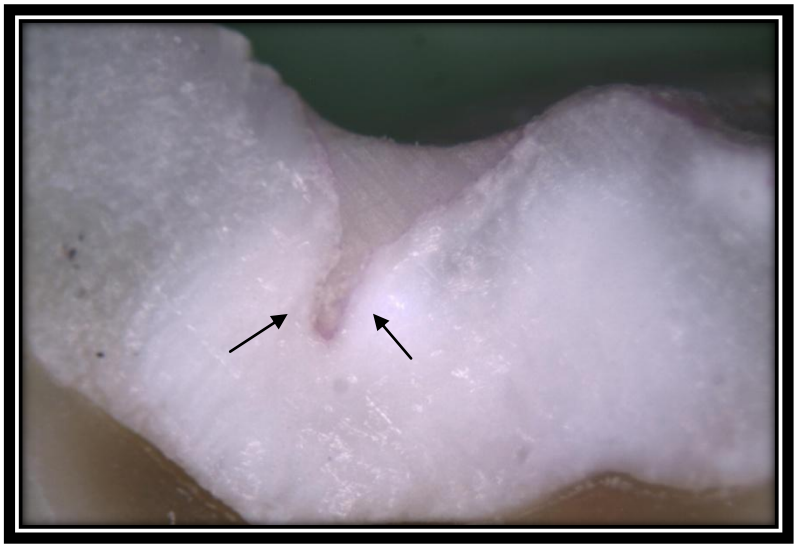
Resim 3.1. Boya penetrasyonu yok (skor 0)



Resim 3.2. Fissür örtücünün dış yarısına kadar boya penetrasyonu (skor 1)



Resim 3.3. Fissür örtücünün içyarısına kadar boya penetrasyonu (skor 2)



Resim 3.4. Fissür tabanına kadar uzanan boya penetrasyonu (skor 3)

4.TARTIŞMA

Bu çalışmada diş hekimliğinde yeni sayılabilecek ve son yıllarda yapılan çalışmalar ile birlikte kullanımı giderek yaygınlaşmakta olan biyoaktif cam, cam iyonomer esaslı fissür örtücünün yapısına eklendi ve bu sayede cam iyonomer esaslı fissür örtücü materyallerin fiziksel özelliklerinin geliştirilerek klinik etkinliklerinin artırılması amaçlandı. Yapılan modifikasyon sonucu cam iyonomer esaslı fissür örtücü materyallerde meydana gelen farklılıkların değerlendirilmesinde in vitro olarak uygulanan mekanik testlerden faydalanıldı.

Son yıllarda çürük oluşumunun önlenmesine yönelik uygulamalara verilen önem giderek artmaktadır. Bireylerin eğitimi ve bilinçlendirilmesi yoluyla oral hijyen alışkanlıkları yaygınlaştırılmaya çalışılmaktadır. Aynı zamanda sistemik veya topikal yollarla yapılan florid uygulamaları ile dişlerin çürük oluşumuna karşı direnci artırılarak toplumdaki çürük insidansının azaltılması amaçlanmaktadır (McDonald 1994, Pinkham 1994, Karaman ve Durucan 1996). Ancak bilindiği gibi plak kontrolü ve florid uygulamaları özellikle pit ve fissür çürüklerinin önlenmesinde tek başlarına yeterli olamamaktadır. Bu nedenle pit ve fissür örtücü uygulamaları okluzal çürüklerin önlenmesinde en sık tercih edilen ve en etkili koruyucu uygulama olarak karşımıza çıkmaktadır (Bowen 1972, McDonald 1994, Karaman ve Durucan 1996, Ercan ve ark. 2010).

Günümüze kadar fissür örtücü uygulamalarında kullanılmak üzere birçok materyal üretilmiştir. Bu materyallerden siyanoakrilatlar ve polikarboksilat simanların kullanımı terkedilirken, rezin ve cam iyonomer esaslı materyaller çeşitli modifikasyonlarla geliştirilerek halen kullanılmaya devam etmektedir (Gökalp 1991, Zaimoğlu 1993, Mehta 2012). Cam iyonomer esaslı materyallerin asitle pürüzlendirme işlemi gerektirmeksizin diş sert dokularına kimyasal olarak bağlanabilme özelliği ve neme karşı düşük hassasiyet göstermeleri, nem kontrolünün zor sağlandığı durumlarda fissür örtücü olarak etkili bir alternatif olmalarını sağlamıştır (Welbury ve ark. 2004, Sungurtekin ve ark. 2010). Cam iyonomer simanların florid salınım özelliği ile antikaryojenik etki göstermeleri de koruyucu fissür örtücü uygulamalarında kullanımlarını artırmıştır (Croll ve Nicholson 2002, Simonsen ve Neal 2011). Rezin esaslı ve cam iyonomer esaslı fissür örtücü

materyallerin kıyaslandığı çalışmalarda, cam iyonomer esaslı materyallerin retansiyonunun daha düşük olduğu bildirilmiştir (Sungurtekin ve ark. 2010, Haznedaroğlu ve Menteş 2013). Fakat cam iyonomer simanların kullanıldığı uygulamalarda fissür örtücüde makroskobik bir madde kaybı görülse bile fissür derinliklerinde kalan materyal florid salınımına devam edeceği için fissür örtücü uygulamasının çürük önleyici etkinliğinin devam ettiği görülmüştür (Önal 2004, Welbury ve ark. 2004). Bu nedenlerle yüksek çürük riski olan bireylerde ve nem kontaminasyonu sağlanmasının zor olduğu durumlarda fissür örtücü materyal olarak sıkça tercih edilen cam iyonomer simanlar zaman içerisinde birçok çalışmaya konu olmuş ve geliştirilmeleri amacıyla birçok araştırma yapılmıştır.

Irie ve Nakai (1988), gümüş eklenmiş cam iyonomer simanlar ile konvansiyonel cam iyonomer simanları farklı fiziksel özellikleri bakımından kıyaslamışlar ve gümüş eklenen cam iyonomer simanların basma dayanımı, elastisite modülü ve bağlanma dayanımı gibi özelliklerinin konvansiyonel cam iyonomerlerden daha düşük olduğunu bildirmişlerdir.

Bek ve Gülmez (2001), konvansiyonel cam iyonomer simanlar ile rezin modifiye cam iyonomer simanları florid salınım özellikleri açısından kıyaslamış ve her iki materyalinde benzer özellikler gösterdiğini vurgulamışlardır.

Topçuoğlu ve ark. (2012), yaptıkları çalışmada propolis içeren cam iyonomer simanın S. mutans üzerindeki antibakteriyel etkinliğini incelemiş ve deneysel olarak üretilmiş olan propolis içerikli cam iyonomer simanın antibakteriyel etkinliğinin konvansiyonel cam iyonomer simanlardan yüksek olduğunu ifade etmişlerdir.

Ferreira ve ark. (2013), yaptıkları in vivo çalışmada atravmatik restoratif tedavilerde kullanılan cam iyonomer siman (Ketac Molar Easymix) içerisine %1 oranında metronidazol ve siprofloksasin ilave ederek klinik sonuçları değerlendirmiş ve sonuç olarak antibiyotik ilave edilen cam iyonomer simanın enfekte dentin üzerinde antibakteriyel etki oluşturduğunu bildirmişlerdir.

Tüzüner ve Ulusu (2010), cam iyonomer simanlara farklı antibakteriyel ajanları (cetrimide, cetylpyrinidium chlorid, chlorhexidine, benzalkonium chloride) ekleyerek etkinliklerini değerlendirdikleri çalışmalarında, % 1 ve % 2 oranlarında

eklenen antibakteriyel ajanların cam iyonomerlerin antibakteriyel etkinliğini artırdığını fakat yüzey sertliğini olumsuz etkilediğini vurgulamışlardır.

Ahluwalia ve ark. (2013), % 1 oranında klorhekzidin ilave edilmesinin cam iyonomer simanın basma ve çekme dayanımları ile mikrosızıntı değerlerinde olumsuz bir etki yaratmadığını bildirmiş ve klorhekzidin ilave edilen cam iyonomer simanların pedodonti kliniklerinde kullanımının faydalı olacağını ileri sürmüşlerdir.

Tiwari ve Nandlal (2013), cam iyonomer simanların hidroksiapatit ile beraber kullanımlarının florid salınım özelliklerine etkilerini inceledikleri çalışmalarında, hidroksiapatit eklenmesinin florid salınımı üzerinde anlamlı bir farklılık oluşturmadığını gözlemlemişlerdir.

Hu ve ark. (2013), yeşil çay içerisinde bulunan epigallocatechin-3-gallate (EGCG) ile cam iyonomer simanların beraber kullanımları üzerine yaptıkları çalışmada EGCG'nin cam iyonomer simanların antibakteriyel ve fiziksel özelliklerini geliştirdiğini ileri sürmüşlerdir.

Yaptığımız çalışmada da cam iyonomer esaslı fissür örtücü materyallerin çürük önlemedeki etkinliği, klinik ömrü ve fiziksel özelliklerinin artırılması amaçlandı ve materyallerin modifiye edilmesi için biyoaktif cam kullanıldı.

Biyoaktif camlar, günümüzde kullanım alanları giderek artan biyouyumlu materyallerdir. Özellikle tıpta ortopedi ve plastik cerrahi, diş hekimliğinde ise cerrahi ve periodontoloji alanlarında greft materyali olarak sıklıkla kullanılmaktadır (Hench 1993, Kulan ve Ulukapı 2011). Biyoaktif camların sert doku oluşumunu stimüle etmesi ve antibakteriyel özellikleri sayesinde koruyucu dişhekimliğinde de ağız bakım ürünleri ve remineralizasyon ajanları ile birlikte kullanımları gündeme gelmiş ve bu fikir birçok araştırmaya konu olmuştur (Alauddin 2004, Tai ve ark. 2006, Kaur ve ark. 2013). Çocuk diş hekimliği açısından bakıldığında ise biyoaktif camın, okluzal çürüklerin önlenmesinde ve başlangıç döneminde yakalanan çürük lezyonlarının remineralizasyonunda başarılı olabileceği düşünülmektedir (Kulan ve Ulukapı 2011, Krishnan ve Lakshmi 2013).

Biyoaktif camın restoratif materyallerle birlikte kullanımlarına ilişkin birçok çalışma bulunmaktadır. Literatür incelendiğinde bu materyallerin etkinliklerinin

değerlendirilmesinde genellikle cam iyonomer esaslı restoratif materyallerin kullanıldığı görüldü. Birçok araştırmacı cam iyonomer esaslı restoratif materyallerin toz kısmına farklı oranlarda biyoaktif cam ilave etmiş ve materyalin özellikleri üzerindeki etkilerini incelemiştir (Matsuya ve ark. 1999, Ana ve ark. 2003, Yli-Urpo ve ark. 2005). Yapılan çalışmaların birçoğunda cam iyonomer simanların toz kısmına %30 ve %10 oranlarında biyoaktif cam ilave edilmiştir (Matsuya ve ark. 1999, Yli-Urpo ve ark. 2004). Çalışmamızda da benzer çalışmalardaki gibi cam iyonomer esaslı materyalin toz kısmı içerisine %30 ve %10 olmak üzere iki ayrı oranda biyoaktif cam ilave edildi.

Fissür örtücü olarak kullanılan cam iyonomer simanların okluzal girintilere daha iyi penetre olabilmesi için düşük viskozitede olması gerekmektedir (Welbury ve ark. 2004, Simonsen ve Neal 2011). Uygun viskozitenin sağlanması ise toz/likit oranının ayarlanması ve partikül boyutunun düşürülmesi ile sağlanabilmektedir (US Patent 4150012). Çalışmamızda da optimum viskozitenin sağlanması için partikül boyutu düşük (ort. 0,7µm) olan cam iyonomer esaslı fissür örtücü tercih edilmiştir. Cam iyonomer simanların biyoaktif cam ile modifiye edildiği diğer çalışmalar da genellikle ortalama partikül boyutları 40-100µm arasında değişen geleneksel cam iyonomer simanların tercih edildiği görülmüştür (Matsuya ve ark. 1999, Ana ve ark. 2003, Yli-Urpo ve ark. 2003,2004,2005, Hu ve ark. 2009, Khvostenko ve ark. 2013). Benzer metotlarla yapılan birçok çalışmada biyoaktif cam materyalinin cam iyonomer simanın toz kısmına eklenmesi için uygun partikül boyutlarına getirilmesi amaçlanmış ve bu amaçla zirkonyum bilyalı değirmenler kullanılmıştır (Matsuya ve ark. 1999, Yli-Urpo ve ark. 2003,2004,2005, Renno ve ark. 2013). Çalışmamızda da biyoaktif cam greft materyali, cam iyonomer esaslı fissür örtücü materyale ilave edilebilmesi amacıyla zirkonyum bilyalı değirmende öğütülmüş ve uygun partikül boyutuna (ort. 0,7µm, max. 10µm) getirilmiştir. Bu sayede benzer birçok çalışmadan farklı olarak çok daha düşük boyutlardaki biyoaktif cam partiküllerinin cam iyonomer simanlar üzerindeki etkileri incelenmiştir.

Matsuya ve ark.(1999) cam iyonomer simanın içerisine biyoaktif cam ekleyerek deneysel bir siman elde etmiş ve bu simanın yapısal karakteri ile sertleşme reaksiyonunu incelemiştir. Elde edilen materyalin yüzey sertliğinin cam

kompozisyonuna bağlı olarak değiştiğini belirterek, sertleşme reaksiyonunun geleneksel cam iyonomer simanlarla benzerlik gösterdiğini bildirmiştir.

Yli-Urpo ve ark. (2005) geleneksel ve rezin modifiye cam iyonomer simanlar içerisine biyoaktif cam ekleyerek bu modifikasyonun basma dayanımı, elastisite modülü ve yüzey sertliği üzerine etkilerini incelemişlerdir. İki ayrı oranda (%30 ve %10) biyoaktif cam eklenen gruplardan elde edilen veriler incelendiğinde, biyoaktif cam eklenmesinin materyalin basma dayanımını olumsuz etkilediği fakat yüzey sertliğini artırdığı görülmüştür. *Ana ve ark. (2003)* benzer bir çalışmada biyoaktif camdan salınan kalsiyum iyonlarının poliakrilik asitin karboksil grubu ile reaksiyona girmesinin biyoaktiviteyi artırdığı fakat mekanik özellikleri olumsuz etkilediğini ileri sürmüşlerdir. Biyoaktif cam eklenmiş cam iyonomer simanların sertleşme zamanının ise ideal olduğunu belirtmişlerdir.

Renno ve ark. (2013) biyoaktif camın kalsiyum fosfat simanlarla beraber kullanımları üzerine çalışmalar yapmışlardır. Biyoaktif cam modifikasyonu sonucu kalsiyum fosfat simanların kabul edilebilir sertleşme zamanı ve mekanik özelliklerinin olduğunu bildirmişlerdir. Sert doku oluşumunun biyoaktif cam sayesinde arttığını ve çalışmanın in vivo çalışmalarla desteklenmesi gerektiğini vurgulamışlardır.

Khvostenko ve ark. (2013) üç farklı kompozitin (Heliomolar, Filtek Z250, Filtek Supreme Plus) doldurucu içeriğine biyoaktif cam ekleyerek mekanik özelliklerini incelemiş ve biyoaktif cam eklenmesinin bu materyallerin mekanik özellikleri üzerinde olumsuz etki göstermediğini bildirmişlerdir.

Yli-Urpo ve ark. (2004) yaptıkları çalışmada biyoaktif cam eklenmiş geleneksel ve rezin modifiye cam iyonomer simanların kalsiyum, fosfor, silisyum ve flor salınım miktarlarını değerlendirmişlerdir. Sonuç olarak biyoaktif cam eklenmesinin cam iyonomer simanların flor salınımını etkilemediği, kalsiyum ve fosfor konsantrasyonunu azaltıp silisyum konsantrasyonunu artırdığı görülmüştür. Bunun da materyalin biyoaktivitesini artırdığını ileri sürmüşlerdir.

Cam iyonomer esaslı materyallerin değerlendirildiği in vitro çalışmalarda birçok farklı test yöntemi kullanılmaktadır. Bunların bir kısmı

materyalin fiziksel özellikleri hakkında bilgi verebileceği gibi bir kısmıda materyalin ağız içinde kullanımından doğacak muhtemel sonuçlar hakkında fikir yürütülmesine yardımcı olmaktadır (Tosun ve ark. 2005, Çelik ve Ermiş 2008, Yıldırım ve ark. 2012, Erdemir ve Yaman 2011,Heintze ve Zimmerli 2011). Çalışmamızda da cam iyonomer esaslı fissür örtücü materyalin değerlendirilmesi amacıyla literatürdeki birçok çalışmada olduğu gibi florid salınımı, bağlanma dayanımı, yüzey pürüzlülüğü, yüzey sertliği, mikrosızıntı testlerinden faydalanılmıştır.

Floridin bilinen çürük önleyici etkilerinden faydalanmak amacıyla diş hekimliğinde sıklıkla florid uygulamalarına başvurulmaktadır. Ancak floridin yılda birkaç defa ve yüksek konsantrasyonlarda uygulanması tek başına çürük önlemede yeterli olmamaktadır (Pessan ve ark. 2008). Bu uygulamaların yanında floridin restoratif materyallere ilave edilmesi floridin ağız ortamında daha uzun süreli etki göstermesini sağlayacaktır (Pessan ve ark. 2008, Yılmaz ve Özkan 2009, Basso ve ark. 2011). Bu sayede hem sekonder çürük oluşumunun önüne geçilecek, hem de tükürükteki florid konsantrasyonu artırılarak diş sert dokularının çürüğe karşı dirençli hale gelmesi sağlanacaktır (Moreau ve ark. 2010, Basso ve ark. 2011) . Bu bağlamda pit ve fissür örtücü uygulamalarında kullanılan materyallerin de florid salınım özelliğine sahip olması önemlidir (Yılmaz ve Özkan 2009, Bayrak ve ark. 2010). Çalışmamızda kullanılan materyal de florid salınım özelliği olan cam iyonomer esaslı fissür örtücü materyalir.

Restoratif materyallerin florid salınımı yapmasının önemi araştırmacıları in vitro şartlarda florid salınım miktarının belirlenmesine yönelik çalışmalar yapmaya yöneltmiştir. Materyallerin florid salınımının in vitro koşullarda belirlenebilmesi için yapılan birçok çalışmada sabit boyutlarda diskler hazırlanmıştır (Bek ve Gülmez 2001, Pedrini ve ark. 2003, Çıldır ve Sandallı 2006, Markovic ve ark. 2008, Bayrak ve ark. 2010) . Disklerin boyutlarındaki değişimler materyalin hacmini dolayısıyla da salınan florid miktarını etkileyeceğinden tüm disklerin standart boyutlarda olması önemlidir. Çalışmamızda da tüm gruplar için hazırlanan disklerin boyutları kumpas yardımıyla ölçülerek standardize edildi. Disklerin hazırlanmasında kullanılan kalıplar ise genellikle plastik, teflon, paslanmaz çelik, akrilik veya polietilenden yapılmaktadır (Itota ve ark. 1999, Pedrini ve ark. 2003, Can ve ark. 2006, Çıldır ve Sandallı 2006, Markovic ve ark. 2008, Rao ve ark. 2011) . Polietilen ve plastik

kalıplar floridle reaksiyona girmemeleri sebebiyle bu tür çalışmalarda sıklıkla tercih edilmektedir (Bayrak ve ark. 2010, Basso ve ark. 2011, Rao ve ark. 2011, Upadhyay ve ark. 2013). Çalışmamızda da benzer birçok çalışmada olduğu gibi disklerin hazırlanmasında standart boyutta plastik kalıplar kullanıldı. Florid ile cam arasında da etkileşim olacağından örneklerin hazırlanması aşamasında camdan oluşan gereçlerin kullanılmamasına özen gösterildi. Plastik kalıplar içerisine doldurulan materyalin fazlalıklarının taşırılması için kullanılan siman camının üzeri asetat kağıdı ile kaplanarak camın materyal ile teması önlendi.

Restoratif materyallerin florid salınım miktarının belirlenmesi için sıklıkla yapay tükürük veya deiyonize su kullanılmaktadır. Bazı araştırmacılar, florid salınımı belirlenirken ağız ortamının taklit edilebilmesi amacıyla yapay tükürük kullanılmasının gerekliliğini vurgularken (Attin ve ark. 1999, Gao ve ark. 2000, Ariffin ve ark. 2006, Can ve ark. 2006, Moreau 2010), bazıları da yapay tükürüğün ağzı daha iyi temsil etmesine karşın içerisindeki organik komponentlerin elektrod ile etkileşerek ölçümler için yanıltıcı olabileceğini belirtmişlerdir (Geurtzen ve ark. 1998, Preston ve ark. 1999, Kosior ve Kaczmarek 2006, Çıldır ve Sandallı 2007). Birçok çalışmada ise iyon salınımının deiyonize suda anlamlı derecede daha fazla olduğunu bildirilmiştir (Geurtzen ve ark. 1998, Preston ve ark. 1999, Bek ve gülmez 2001, Hattab ve Amin 2001, Pedrini ve ark. 2003, Bayrak ve ark. 2010, Paschoal ve ark. 2011, Upadhyay ve ark. 2013). Çalışmamızda da materyallerden hazırlanan disklerin florid salınım değerleri, benzer in vitro çalışmalarda olduğu gibi deiyonize su kullanılarak ölçüldü.

Materyallerin florid salınım miktarı in vitro şartlarda belirlenirken ısı ve mekanik çalkalama gibi etkenler sonuçları etkileyebileceği için çalışmamızda hazırlanan örnekler ölçüm zamanları dışında 37^{o}C'lik etüvde polietilen kaplarda bekletildi. Ölçüm yapılacak örnekler ve kalibrasyon solüsyonları homojen bir karışım elde edebilmek amacıyla ölçümler süresince bir manyetik karıştırıcı kullanılarak karıştırıldı.

Solüsyon içerisindeki florid miktarının belirlenmesi için spektrofotometre, gaz kromatografisi, kapiller elektroforez, mikrodifüzyon ve iyon spesifik elektrot gibi birçok farklı yöntem geliştirilmiştir (Yap ve ark. 2002, Kim ve Hong 2007). Bu

yöntemler içerisinde iyon spesifik elektrot yöntemi basit ve pratik bir yöntem olması nedeniyle sıkça tercih edilmektedir (Bek ve Gülmez 2001, Can ve ark. 2006, Çıldır ve Sandallı 2007). Çalışmamızda da cam iyonomer esaslı fissür örtücülerden florid salınımının belirlenmesi amacıyla iyon analizörü ve buna bağlı olarak çalışan spesifik bir florid elektrodu kullanıldı.

Benzer şekilde florid salınımını konu alan çalışmalar incelendiğinde ölçüm yapılan zamanların çok çeşitlilik gösterdiği görülmektedir. Ölçüm zamanları genellikle ilk günlerde her gün, sonrasında ise haftada bir kez şeklinde belirlenmiştir (Bek ve Gülmez 2001, Bayrak ve ark. 2010, Basso ve ark. 2011, Upadhyay ve ark. 2013). Bizim çalışmamızda da literatüre uyumlu olarak ölçümler 1., 2., 7., 14., 21. ve 28. günlerde yapıldı ve daha sonra floridle yeniden yükleme işlemine geçildi.

Birçok araştırıcı topikal florid uygulamaları ve floridli diş macunlarının kullanımı ile ağız ortamındaki florid konsantrasyonunun arttığını ve bu artışla beraber floridin restoratif materyallerin yapısına girerek daha sonra materyalden salındığını belirtmiştir. Florid salınımı yapan materyallerin yeniden yüklenebilirliklerinin araştırıldığı çalışmalarda 1000 ppm'lik standart florid solüsyonları veya kliniklerde sıklıkla tercih edilen topikal ajanlar kullanılmaktadır (Pedrini ve ark. 2003, Bayrak ve ark. 2006, Çıldır ve Sandallı 2007). Çalışmamız da klinik uygulamaları taklit etmek amacıyla APF jel kullanıldı ve materyallere 4 dk. boyunca uygulandı.

Dental materyallerin florid salınım özelliklerinin araştırıldığı çalışmalar incelendiğinde cam iyonomer esaslı restoratif materyallerin rezin esaslı materyallere kıyasla çok daha yüksek oranda florid salınımı yaptıkları görülmüştür (Bayrak ve ark. 2006, Upadhyay ve ark. 2013). Florid salınım miktarının zaman içerisindeki değişimleri değerlendirildiğinde özellikle cam iyonomer esaslı materyallerin spesifik bir model sergilediği anlaşılmaktadır. Bu materyallerden genellikle ilk 24 saat içerisinde çok yüksek bir oranda florid salınımı gözlenirken, ikinci günde bu miktarlarda ani bir düşüş yaşandığı sonrasında ise daha stabil bir seyir izlediği dikkat çekmiştir. Bu nedenle florid salınım ölçümlerinin ilk günlerde daha sık yapılması tavsiye edilmektedir. Cam iyonomer esaslı materyallerde ilk gün görülen bu etkiye patlama etkisi denilmektedir ve materyalin bu şekilde florid salınım özelliği

göstermesinin iki şekilde olduğu tahmin edilmektedir. Bunlardan birincisi; materyalin sertleşmesinin ardından yüzeyde kalan floridin yıkama etkisiyle salınımının gerçekleşmesi (patlama etkisi), ikincisi ise difüzyon yoluyla materyalden florid salınması şeklindedir. Difüzyon yoluyla florid salınımı düşük miktarlarda gerçekleşmekte fakat uzun süre devam etmektedir (Forsten 1998, Bek ve Gülmez 2001, Yılmaz ve Özkan 2009, Basso ve ark. 2013).

Bu tez çalışmasında da literatürdeki diğer çalışmalara benzer şekilde tüm materyal grupları için en yüksek florid salınım miktarı 'patlama etkisi' ile birlikte ilk gün gözlendi ve ilerleyen günlerde florid salınım miktarında belirgin bir azalma olduğu tespit edildi. İlk ölçümler için yapılan gruplar arası değerlendirmede ise beklenen şekilde BAC30'un diğer gruplara kıyasla daha yüksek oranda florid salınımı yaptığı görüldü. Bu durumun sebebinin; biyoaktivitesi yüksek olan biyoaktif camın iyon hareketliliğini artırarak iyon değişimini ve dolayısıyla florid salınımını hızlandırması olduğu düşünülmektedir. Farklı oranlarda biyoaktif cam eklenen gruplar incelendiğinde ise biyoaktif cam miktarındaki artış ile florid salınım miktarındaki artışın paralellik gösterdiği de tespit edildi. *Yli-Urpo ve ark.2004* cam iyonomer esaslı materyaller içerisine değişik oranlarda biyoaktif cam ekleyerek bu materyallerden yapılan silisyum, kalsiyum, fosfor ve florid salınımını inceledikleri çalışmalarında, artan biyoaktif cam miktarının iyon salınımını artırdığını tespit etmişlerdir. Çalışmamızdan elde edilen sonuçlarda bu çalışmayı destekler niteliktedir.

Çalışmamızın diğer ölçüm günlerinde elde edilen veriler incelendiğinde ise; 7. günden sonra yapılan ölçümlerde tüm materyaller gruplarının florid salınımının aynı düzeyde devam ettiği görülmüştür. Cam iyonomer esaslı fissür örtücü materyallere biyoaktif cam ilave edilmesi ile elde edilmek istenen uzun dönem ve yüksek miktarda florid salınımı sağlanamamıştır. Benzer şekilde yeniden yüklemenin yapıldığı 29. gün ve sonrasında da gruplar arasında florid salınımı açısından anlamlı fark olmayışı biyoaktif cam ilavesinin cam iyonomer esaslı fissür örtücülerin yeniden yükleme mekanizması üzerinde de anlamlı bir etki oluşturmadığını düşündürmüştür.

Diş hekimliğinde klinik kullanıma sunulan bir materyalin uygunluğunun değerlendirilmesinde diş sert dokularıyla arasındaki bağlantının

derecesi oldukça önemli bir kriterdir. Materyallerin bağlanma dayanımlarının in vivo olarak test edilmesi, takibi ve standardizasyonu zor metotlar olduğundan araştırmacılar in vitro testleri daha sıklıkla kullanmaktadır (Van Meerbeek ve ark. 2003, De Munck 2005, Özyeşil ve ark. 2009, Tekçe ve ark. 2013).

Bağlanma dayanımının in vitro incelendiği bu testlerin uygulanması sırasında kullanılacak diş seçimi, dişlerin saklanma koşulları, diş yüzeylerinin hazırlanması ve materyallerin uygulanma prosedürleri test sonuçlarını etkileyebilmektedir. Bu sebeple bu kriterlerin standardize edilmesi objektif sonuçlar elde edilebilmesi açısından önemlidir (De Munck ve ark. 2005, Tosun ve ark. 2005, Özyeşil ve ark. 2009, Carvalho ve ark. 2011). Çalışmamızda da bağlanma dayanımının belirlenmesi amacıyla kullanılan dişlerin tümü gömülü 3. alt molar dişler arasından seçildi ve belirlenen testler uygulanıncaya kadar serum fizyolojik içersinde oda sıcaklığında bekletildi.

Bağlanma dayanım kuvvetlerinin in vitro ortamda belirlenmesinde genellikle makaslama ve çekme dayanım testlerinden faydalanılmaktadır (De Munck 2005, Özyeşil ve ark. 2009, Heintze ve Zimmerli 2011). Bu iki yöntemin kıyaslandığı birçok çalışmada elde edilen bulguların her iki test metodu için de paralellik gösterdiği ve farklı metotlar kullanılarak benzer sonuçlar elde edildiği görülmüştür (Van Meerbeek ve ark. 2003, Özyeşil ve ark. 2009, Heintze ve Zimmerli 2011). Makaslama bağlanma testlerinin kullanıldığı çalışmalarda bağlanma dayanım değerinin 20 Mpa'ın üzerinde bulunduğu örneklerde koheziv kopmaların yüksek oranda görüldüğü bildirilmiş ve bu sebeple yüksek bağlanma dayanımı beklenen örneklerde çekme testlerinin kullanılması önerilmiştir (Van Meerbeek ve ark. 2003). Ayrıca çekme testlerinde örnek hazırlama işlemlerinin zorluğu nedeniyle yüksek teknik hassasiyet gerektirdiği bildirilmiştir (Van Meerbeek ve ark. 2003, De Munck ve ark. 2005, Özyeşil ve ark. 2009). Cam iyonomer esaslı materyallerin kullanıldığı birçok çalışma incelendiğinde ise elde edilen bağlanma değerlerinin nispeten düşük olduğu ve genellikle bağlanma dayanımlarının belirlenmesinde makaslama testlerinden faydalanıldığı görülmüştür (Yeşilyurt ve ark 2008, Nujella ve ark. 2012, Ajami ve ark. 2013, Jafari ve ark. 2013). Çalışmamızda da bu çalışmalarla benzer şekilde makaslama bağlanma dayanım testleri kullanıldı.

Bağlanma dayanım değerlerinin belirlenmesinde diğer bir önemli kriter ise materyallerin uygulandığı yüzey alanıdır. Makaslama bağlanma dayanımının ölçülmesinde geniş bağlantı yüzeylerinin kullanılması genellikle kopmaların koheziv olarak meydana gelmesine neden olmaktadır (Van Meerbeek 2003, Heintze ve Zimmerli 2011). Ayrıca uygulanan kuvvetin oluşturacağı stresin düzensiz dağılımı da koheziv kopmalara yol açabilmektedir (Özyeşil ve ark. 2009). Bu tip bir kopma materyalin adeziv bağlanma dayanımını tam olarak ortaya koyamamaktadır. Yapılan çalışmaların birçoğu daha küçük bağlantı yüzeylerinden meydana gelen kopmaların adeziv özellikte olduğunu ve bu örneklerde daha yüksek bağlanma değerlerine rastlandığını bildirmiştir (De Munck ve ark. 2005, Özyeşil ve ark. 2009, Heintz ve Zimmerli 2011). Çalışmamızda da standart kalıplar yardımıyla dişlerin mine yüzeylerine cam iyonomer esaslı fissür örtücü materyaller uygulandı ve uygulanan materyallerin çapları kumpas yardımı ile ölçülerek 3 mm çapında örnekler hazırlandı. Kuvvet, restorasyon-diş ara yüzeyine künt bir uçla iletilerek düzensiz stres oluşumunun engellenmesi amaçlandı. Test sonucunda Newton cinsinden elde edilen veriler yüzey alanına bölünerek birim alana düşen bağlanma dayanım kuvveti Megapascal olarak hesaplandı.

Bağlanma dayanım testlerinde kuvvetin örneklere uygulanma hızı da farklılık gösterebilmektedir. Çalışmamızda, *Carvalho ve ark. (2011), Nujella ve ark. (2012), Jafari ve ark. (2013)* tarafından cam iyonomer esaslı materyaller kullanılarak yapılan çalışmalara benzer şekilde 0,5 mm/dk'lık bir hareketle kuvvet uygulandı.

Çalışmamızdan elde edilen verilere göre biyoaktif cam eklenmiş gruplar ile kontrol grubu arasında makaslama bağlanma dayanım değerleri açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadı. Sonuç olarak, cam iyonomer esaslı fissür örtücü materyallerin biyoaktif cam ile modifikasyonunun bağlanma dayanımı açısından olumsuz bir etki oluşturmadığı gözlendi. Çalışmamızın bu parametresiyle ilgili literatür taraması yapıldığında biyoaktif cam ilavesiyle modifiye edilen restoratif materyallerin bağlanma dayanımlarını inceleyen çalışmaya rastlanmamıştır. Genel olarak konvansiyonel cam iyonomer simanlara doldurucu partikül ilave edilerek elde edilen materyallerin değerlendirilmesinde ise kısıtlı sayıda araştırmada bağlanma dayanımının incelendiği görülmüştür. Bu durumun rezin esaslı materyallere göre düşük bağlanma dayanımı gösteren cam iyonomer esaslı materyallerden bu test

yöntemi için örnek hazırlama prosedürünün zorluğundan kaynaklandığı düşünülmüştür.

Dental materyallerin in vitro koşullarda değerlendirilmesinde kullanılan önemli parametrelerden bir tanesi de yüzey pürüzlülüğüdür. Restoratif materyallerin yüzeylerindeki pürüzlülük bakteri retansiyonuna neden olacağından, plak akümülasyonunu çoğaltmakta, restorasyonun aşınmasını kolaylaştırmakta, restorasyonun parlaklığını azaltmakta ve restorasyondaki renk değişikliğini artırmaktadır. Bu yüzden kullanılan materyalin yüzey pürüzlülüğü bir restorasyonun uzun dönem klinik başarısında etkili olmaktadır (Silva ve Zuanon 2006, Yıldırım ve ark. 2012, Bani ve Öztaş 2013). Yüzey pürüzlülüğü azaltılmış restorasyonlar daha parlak ve estetik yönden daha tatmin edici bir görünüme sahip olacaklardır (Gömeç ve ark. 1997, Küçükeşmen ve ark. 2010).

Restorasyonların başarısı ve klinik ömrü, kullanılan materyal ve uygulama prosedürleri gibi bir çok nedene bağlı olduğu kadar ağız hijyeni ve koruyucu uygulamalara bağlı olarak da değişebilmektedir (Erkli ve Ersöz 2012). Oral hijyen alışkanlıklarının yetersiz olması sekonder çürük oluşumu veya periodontal hasarlarla sonuçlanabileceği gibi topikal flor uygulamaları, ağız gargaraları ve agresif fırçalama işlemleri yüzey pürüzlülüğünü artırarak restorasyon başarısı üzerine olumsuz etkiler oluşturabilmektedir (De Witte ve ark. 2003). Bu nedenle birçok araştırmacı restorasyonun devamlılığı ve klinik ömrü açısından polisaj işlemlerinin tekrarlanmasının faydalı olacağını bildirmişlerdir. (Gömeç ve ark. 1997, Erkli ve Ersöz 2012, Yıldırım ve ark. 2012).

Farklı oranlarda biyoaktif cam eklenerek modifiye edilen cam iyonomer esaslı fissür örtücü materyal gruplarının her birinden yüzey pürüzlülüğün incelenebilmesi için yuvarlak diskler şeklinde örnekler hazırlandı. Örneklerin hazırlanmasında plastik kalıplar kullanıldı. Bu kalıpların boyutları belirlenirken yüzey profilometresinin elmas ucunun tarama genişliği hesaplandı ve örneklerin çapları 8 mm olarak belirlendi. Çalışmamızda kullanılan 8 mm çapında ve 2 mm yüksekliğindeki örnekler bu konuda yapılmış birçok çalışmaya da benzerlik göstermektedir (Yılmaz ve Özyurt 1999, Küçükeşmen ve ark. 2010, Erkli ve Ersöz 2012, Bani ve Öztaş 2013).

Klinik şartlarda yüzey pürüzlülüğün giderilmesi için cilalama ve polisaj işlemleri yapılmaktadır. İn vitro çalışmalarda ise yüzey pürüzlülüğünün belirlenmesi için hazırlanan örneklere farklı bitim işlemleri uygulanmaktadır. El aletleri, su zımparası, polisaj lastikleri ve slikon karbid diskler bu işlemlerde sıklıkla kullanılmaktadır. Bitim işlemlerinde kullanılan bu malzemelerin karşılaştırıldığı birçok çalışmada en düzgün yüzeyin silikon karbid diskler kullanılarak elde edildiği gösterilmiştir (Gömeç ve ark. 1997, Yılmaz ve Özyurt 1999, Yıldırım ve ark. 2012). Yaptığımız çalışmada da hazırlanan örneklerin üst ve alt yüzeyleri silikon karbid diskler kullanılarak 30'ar sn. süreyle cilalama işlemine tabi tutuldu.

Örneklerin yüzey pürüzlülükleri belirlenirken, yüzey pürüzlülük ölçüm değeri olarak "R_a" değerleri kullanıldı. R_a (roughness average); bir yüzeyin çizilen bir hat üzerindeki pürüzlülük profilinin aritmetik ortalaması olarak tarif edilir ve birimi µm' dir. Bu değer materyallerin belirli bir mesafedeki yüzey düzensizliklerinin hesaplanmasında sıklıkla kullanılmaktadır. Yüzey pürüzlülük ölçümlerinin yapıldığı diğer çalışmaların da birçoğunda R_a değerleri kullanılmıştır (Yılmaz ve Özyurt 1999, Silva ve Zuanon 2006) . Bu açıdan çalışmamızda elde edilen verilerin diğer çalışmalarla kıyaslanabilme imkanı vardır.

Cam iyonomer esaslı restoratif materyallerde doldurucu partiküllerin boyutuna ek olarak, doldurucu miktarı ve doldurucu materyalin likit kısımla arasındaki bağlanma da yüzey pürüzlülüğünü etkilemektedir (Silva ve Zuanon 2006, Bani ve Öztaş 2013). Yaptığımız çalışmada, farklı oranlarda biyoaktif cam eklenmiş cam iyonomer esaslı fissür örtücü materyaller öğütme işlemine tabi tutularak tüm gruplar için partikül boyutunun eşit olması sağlandı. Çalışma sonucunda elde edilen verilere göre, farklı oranlarda biyoaktif cam eklenerek modifiye edilen materyallerin kontrol grubu ile kıyaslandığında daha yüksek pürüzlülük değerleri gösterdiği saptandı. Test edilen materyallerin pürüzlülük değerlerindeki bu artışın doldurucu miktarlarındaki artış ile paralellik gösterdiği görüldü. Bu durumun; öğütme işlemi sonucunda ortalama partikül boyutu 0,7 µm olan materyaller elde edilse dahi daha büyük boyuttaki partiküllerin elimine edilememesi ve üretilen materyalin toz kısmının tam olarak homojen partikül boyutuna sahip olmamasından kaynaklanacağı düşünülmektedir. Bu nedenle, cam iyonomer esaslı fissür örtücü içerisine eklenecek olan biyoaktif cam partiküllerinin daha homojen ve daha küçük boyutlarda olmasının

yüzey pürüzlülüğü açısından oluşturacağı dezavantajı ortadan kaldıracağı tahmin edilmektedir. Aynı zamanda cam iyonomer esaslı fissür örtücü materyallere eklenen biyoaktif cam partikülleri ile poliakrilat matriks arasında bağlanmanın zayıf olması ve biyoaktif cam partiküllerinin doldurucu partikül gibi davranmasının da pürüzlülük değerlerini arttıran bir diğer faktör olduğu tahmin edilmektedir.

Yüzey sertlik testleri restoratif materyallerin fiziksel özellikleri hakkında bilgi verebilmesi açısından önemli kabul edilmektedir (Üçok 1987, Benderli ve Yücel 1994, Seymen ve Gülhan 1996, Deliktaş ve Ulusoy 2006). Çalışmamızda da biyoaktif cam ile modifiye edilmiş materyallerin fiziksel özellikleri hakkında fikir sahibi olabilmek amacıyla yüzey sertlik testleri uygulanmıştır.

Cam iyonomer simanların asit-baz reaksiyonları 24 saat içerisinde tamamlanmaktadır. Ancak yapılan birçok araştırmada cam iyonomer simanlarda yeterli fiziksel özelliklerin elde edilebilmesi için bir haftalık bir bekleme süresinin ideal olduğu belirtilmiştir (Üçok 1987, Şener ve Koyutürk 2006, Çelik ve Ermiş 2008) . Çalışmamızda da hazırlanan örnekler bir hafta süreyle distile su içerisinde bekletilerek ideal sertlik değerine ulaşmaları hedeflenmiştir.

Materyallerin yüzey sertliklerinin belirlenmesinde Rokwell, Knoop, Brinell, Vicker’s gibi birçok farklı yöntem kullanılmaktadır (Taşveren 2005, Kutay 2010) . Kullanılacak olan test yöntemi materyalin cinsine ve beklenen sertlik değerlerine göre değişebilmektedir. Vicker's sertlik testi kırılgan yapıdaki malzemelerin sertlik değerlerinin belirlenmesi için daha uygun olduğundan, diş hekimliğinde kullanılan restoratif materyallerin sertliklerinin belirlenmesinde genellikle Vicker's sertlik testi tercih edilmektedir (Benderli ve Yücel 1994, Seymen ve Gülhan 1996, Şener ve Koyutürk 2006, Ersoy ve ark. 2007, Çelik ve Ermiş 2008, Bala ve ark. 2012).

Vicker's sertlik testinde piramit şeklinde elmas bir uç kullanılarak materyal yüzeyine yükleme yapılmaktadır (Kutay 2010). Yükleme yapılan ağırlıklar materyalin cinsine göre 50-100 gr ile 3000 kg arasında farklılık gösterebilmektedir. Cam iyonomer simanlar rezin içerikli restoratif materyaller ile kıyaslandığında daha düşük sertlik değerleri göstermektedirler. Bu yüzden cam iyonomer simanlar üzerinde yapılan Vicker's sertlik testlerinde yükleme ağırlığı olarak sıklıkla 300 gr yeterli görülmektedir (Üçok 1987, Şener ve Koyutürk 2006, Bala ve ark. 2012) .

Yaptığımız çalışmada da kullanılan cam iyonomer esaslı fissür örtücü materyallerin yüzey sertlikleri belirlenirken 15 sn. süreyle 300 gr'lık yükleme yapıldı.

Cam iyonomer esaslı restoratif materyallerde, doldurucu partikül boyutu, doldurucu miktarı, viskozite, toz/likit oranı, karıştırma şekli gibi birçok faktör materyalin yüzey sertliğini etkileyebilmektedir (Benderli ve Yücel 1994, Seymen ve Gülhan 1996, Deliktaş ve Ulusoy 2006, Şener ve Koyutürk 2006). Yaptığımız çalışmada biyoaktif cam eklenerek modifiye edilmiş materyaller öğütme işlemine tabi tutularak partikül boyutlarının eşit olması sağlandı. Örnekler hazırlanırken toz/likit oranının tüm gruplar için aynı olması sağlandı böylece doldurucu miktarı dışında yüzey sertliğini etkileyebilecek diğer faktörlerin standardize edilmesi amaçlandı.

Çalışmamızda kullanılan farklı oranlarda biyoaktif cam ile modifiye edilmiş cam iyonomer esaslı fissür örtücü materyallerin yüzey sertlik değerleri istatistiksel açıdan incelendiğinde, biyoaktif cam ile modifiye edilmiş olan grupların kontrol grubuna göre daha yüksek sertlik değerleri gösterdiği saptandı. Elde edilen veriler ışığında, materyallerin yüzey sertliklerindeki artışın cam iyonomer esaslı fissür örtücü materyallerin içeriğindeki doldurucu miktarındaki artıştan kaynaklandığı tahmin edilmektedir. Sonuçlar incelendiğinde; %10 oranında biyoaktif cam ilavesiyle cam iyonomer esaslı fissür örtücü materyalin yüzey sertlik ölçümlerinde optimum değerlerin sağlandığı görülmüştür. Bu oranın % 30'a çıkarılmasıyla yüzey sertlik değerlerinin daha da arttığı fakat bu artışın istatistiksel olarak anlamlı olmadığı tespit edilmiştir.

Restoratif materyallerin klinik davranışlarını tahmin edebilmek için sıkça kullanılan test yöntemlerinden birisi mikrosızıntı değerlendirmeleridir. Restorasyon marjinlerinde meydana gelecek sızıntı, bakteri invazyonuna ve sekonder çürük oluşumuna neden olabileceği için mikrosızıntı değerlendirmeleri materyalin klinik ömrü ve etkinliği açısından son derece önemlidir (Ayyıldız ve ark. 2009, Erdemir ve Yaman 2011, Mali ve ark. 2013, . Klinik şartlarla kıyaslanması tam olarak doğru olmasa da in vitro mikrosızıntı testleri yeni materyallerin değerlendirilmesinde değerli bir araç olarak kabul edilmektedir (Türkün ve Ergücü 2004, Karadağ 2005) .

Mikrosızıntı değerlendirmesinin yapıldığı testlerde radyoizotoplar, kimyasal ajanlar, bakteriyel çalışmalar,hava basıncı yöntemi, nötron aktivasyon analizi, elelktrokimyasal çalışmalar ve mikroskobik inceleme yöntemleri gibi birçok farklı metot kullanılmaktadır (Karadağ 2005, Ayyıldız ve ark. 2009, Erdemir ve Yaman 2011) . Yapılan literatür taramasında mikrosızıntı değerlendirmelerinde sıklıkla boya penetrasyon yönteminin kullanıldığı görüldü (Türkün ve Ergücü 2004, Ayyıldız ve ark. 2009, Erdemir ve Yaman 2011). Bunun yanında sınırlı sayıda çalışmada radyoizotop yönteminin de tercih edildiğine rastlandı (Türkün ve Ergücü 2004). Çalışmamızda da uygulama kolaylığı ve tercih edilme oranı göz önüne bulundurularak boya penetrasyon yöntemi kullanıldı. Boya penetrasyon yönteminde kullanılan boya solüsyonları da farklılık gösterebilmektedir. Bazik fuksin, gümüş nitrat, metilen mavisi gibi boyalardan hazırlanan birçok solüsyon bu amaç için kullanılmıştır (Erdemir ve Yaman 2011, Pardi ve ark. 2006, Şener ve ark. 2011, Singla ve ark. 2012, Upadhyay ve Rao 2013). Yapılan benzer çalışmalarda da en sık kullanılan yöntemin 24 saat süreyle bazik fuksin solüsyonunda bekletme olduğu görüldü ve çalışmamızda da bu yöntem kullanıldı (Türkün ve Ergücü 2004, Şener ve ark. 2011, Rekha ve ark. 2012) .

Cam iyonomer esaslı fissür örtücü materyallerin retansiyon süresi, restoratif ve diş yüzeyi arasındaki kimyasal ve mekanik bağlanmaya bağlı olduğu kadar ağız içinde materyalin maruz kaldığı streslere göre de değişebilmektedir (De Munck ve ark. 2005, Ayaz ve ark. 2011, Tekçe ve ark. 2013). Ağız içinde oluşan okluzal stresler ve materyal ile diş arasındaki termal genleşme farklılıkları marjinal boşlukların oluşumuna ve mikrosızıntıya yol açabilmektedir (Ayyıldız ve ark. 2009, Erdemir ve Yaman 2011). Bu nedenle yapılan in vitro testlerde ağız içi koşulların tam olarak simüle edilebilmesi amacıyla suda bekletme, termal siklus, oklüzal yükleme, pH siklusu gibi farklı yaşlandırma işlemleri uygulanmaktadır (De Munck ve ark. 2005, Ayaz ve ark. 2011, Tekçe ve ark 2013). Kullanılan yaşlandırma metotları arasında en sık tercih edileni termal siklus ile yaşlandırmadır (Pardi ve ark. 2006, Ayaz ve ark. 2011, Şener ve ark. 2011, Singla ve ark. 2012, Mali ve ark. 2013, Upadhyay ve Rao 2013). Termal siklus ağız içerisinde oluşabilecek ısı değişikliklerinin in vitro koşullarda restorasyona uygulanmasıdır (Gale ve Darwell 1999). Termal siklus için kullanılan sıcaklık aralığı farklılık göstermekle birlikte

genellikle 5^0C ile 55^0C'lik solüsyonlar kullanılmaktadır (Pardi ve ark. 2006, Singla ve ark. 2012, Mali ve ark. 2013, Upadhyay ve Rao 2013). Termal siklus ile yaşlandırma çalışmalarında genellikle 10000 siklusun ağız içi şartlarda 1 yıllık süreye denk geldiği bildirilmiştir (Gale ve Darwell 1999). *ISO TR 11450* standartlarına göre ise su içerisinde 5^0C ve 55^0C arası 500 siklus yeterli görülmüştür. Çalışmamızda da örneklere 5^0C-55^0C 'lik solüsyonlarda 15'er sn. bekletilerek 500 siklus uygulanarak yaşlandırma işlemi gerçekleştirildi.

Mikrosızıntı her zaman tüm restorasyon kenarları boyunca aynı şekilde ve aynı derinlikte izlenmemektedir. Bu yüzden iki boyutlu mikrosızıntı değerlendirmelerinde tek bir kesitle güvenilir bir şekilde diş restorasyon ara yüzeyindeki en derin boya penetrasyonunu görebilmek mümkün olmayabilir (Türkün ve Ergücü 2004). Bu yüzden çalışmamızda da diğer çalışmalara benzer şekilde 3 ayrı kesit alınarak daha güvenilir sonuçların elde edilmesi amaçlandı. Alınan kesitlerin stereomikroskop altında değerlendirilerek mikrosızıntı açısından skorlandırılması işlemi ise iki kör gözlemci tarafından yapılarak daha objektif sonuçlar elde edilmeye çalışıldı.

Çalışmamızdan elde edilen verilere göre en yüksek mikrosızıntı değerleri BAC30'da bulundu. BAC10 ile kontrol grubu arasında ise fark gözlenmedi. Yapılan benzer çalışmalarda mikrosızıntı değerlerindeki artışın sebebi olarak; test edilen materyaller ile diş dokuları arasındaki termal ekspansiyon katsayısının farklılığı gösterilmiştir. Çalışmamızda elde edilen sonuçlarında bu farklılıktan kaynaklanabileceği düşünülmüştür. Ancak BAC30'a göre düşük değerlerde olsa bile BAC10 ve kontrol grubunda görülen mikrosızıntı değerleri klinik açıdan tatmin edici bulunmamıştır. Mikrosızıntı nedeniyle oluşabilecek risklerin biyoaktif camın antikaryojenik özellikleri sayesinde tolere edilebileceği tahmin edilerek, BAC10'un klinik kullanımda kontrol grubuna göre daha olumlu sonuçlar vereceği düşünülmüştür.

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu çalışmada cam iyonomer esaslı fissür örtücü materyale iki ayrı oranda biyoaktif cam eklendi ve yapılan modifikasyonun materyalin florid salınımı, bağlanma dayanımı, yüzey pürüzlülüğü, yüzey sertliği ve mikrosızıntısı üzerine etkileri araştırıldı. Elde edilen veriler ışığında;

-Çalışmada kullanılan materyallerin florid salınım değerlerine ilşkin olarak;

- Çalışmada kullanılan, modifikasyon işlemi yapılan ve yapılmayan tüm cam iyonomer esaslı fissür örtücü materyallerden farklı düzeylerde olmakla birlikte florid salınımı gerçekleştiği ve salınımın 42.günde dahi devam ettiği görüldü.
- Çalışmanın ilk bir haftalık periyodundaki ölçümlerde en yüksek florid salınımı yapan materyalin BAC30 olduğu, en düşük florid salınımı yapan materyalin ise biyoaktif cam eklenmemiş kontrol grubu olduğu tespit edildi. Diğer ölçüm zamanlarında ise gruplar arasında florid salınım değerleri bakımından istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmedi.
- Tüm materyallerden ilk 24 saatte 'patlama etkisi' ile yüksek düzeyde florid salınımı gerçekleştiği ve daha sonra keskin bir düşüş göstererek 14.günden sonra sabit bir düzeyde florid salınımına devam ettikleri belirlendi.
- Kullanılan materyallere APF jel uygulanarak 29. günde yeniden yükleme işlemi yapılmasının ardından tüm materyallerin florid salınım değerlerinde belirgin bir artış olduğu ancak bu artışın yükleme sonrası ilk günden itibaren azaldığı ve 35.günden sonra sabit bir düzeyde devam ettiği tespit edildi.
- Sonuç olarak cam iyonomer esaslı fissür örtücülerin biyoaktif cam ilavesi ile modifiye edilmesi ilk bir haftalık periyot haricinde florid salınımı açısından beklenen etkiyi göstermemektedir. Ancak biyoaktif camın antikaryojenik etkileri sadece florid salınımı yoluyla olmamaktadır. Bu nedenle bu materyalin uzun dönem antikaryojenik etkilerinin tespit edilebilmesi için ileri antimikrobiyal testlere ihtiyaç duyulmaktadır.

-Çalışmada kullanılan materyallerin bağlanma dayanım değerlerine ilişkin olarak;

- Çalışmada kullanılan farklı oranlarda biyoaktif cam eklenmiş gruplar ve eklenmeyen grup arasında bağlanma dayanım değerleri açısından istatistiksel bir fark gözlenmedi. Biyoaktif cam eklenmesi ile yapılan modifikasyonun materyalin bağlanma dayanımı üzerine olumsuz bir etki oluşturmaması, diğer olumlu özellikleri göz önünde bulundurulduğunda cam iyonomer esaslı fissür örtücü materyallere biyoaktif cam eklenmesinin fayda sağlayabileceği fikrini desteklemektedir.
- Tüm gruplar için elde edilen bağlanma dayanım değerlerinin cam iyonomer esaslı materyallerden beklenen bağlanma dayanım değerleri ile kıyaslandığında düşük düzeylerde olması, bu materyalin klinikte etkin bir kullanım alanı bulabilmesi için bu özelliğinin geliştirilmesine yönelik ileri araştırmalar yapılması gerektiğini ortaya koymaktadır.

-Çalışmada kullanılan materyallerin yüzey pürüzlülük değerlerine ilişkin olarak;

- Biyoaktif cam eklenmiş gruplarda yüzey pürüzlülüğü kontrol grubundan istatistiksel olarak anlamlı olarak yüksek bulundu.
- Literatürde cam iyonomer esaslı materyaller için fissür örtücü olarak kullanıldığında ort. 0,7μm'lik bir partikül boyutunun ideal olduğu belirtilmiştir. Ancak çalışmamızdan elde edilen sonuçlar doğrultusunda daha küçük ve daha homojen partikül boyutuna sahip materyaller kullanılarak daha düşük yüzey pürüzlülük değerleri elde edilebileceği öngörülmektedir.

-Çalışmada kullanılan materyallerin yüzey sertlik değerlerine ilişkin olarak;

- Biyoaktif cam eklenmiş gruplarda yüzey sertlik değerleri kontrol grubuna göre yüksek bulundu.
- Bu farkın cam iyonomer esaslı fissür örtücü materyalin biyoaktif cam ile modifiye edilmesiyle içeriğindeki doldurucu miktarının artırılmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.
- %30 ve %10 oranlarında eklenen biyoaktif camın materyalin yüzey sertlik değerlerinde istatistiksel bir fark oluşturmaması, istenilen optimum sertlik değerlerine %10'luk bir biyoaktif cam ilavesi ile ulaşılabileceğini düşündürmüştür.

-Çalışmada kullanılan materyallerin mikrosızıntı değerlerine ilişkin olarak;

- BAC10 ve kontrol grupları arasında mikrosızıntı skorları açısından istatistiksel bir fark gözlenmedi. BAC30'un mikrosızıntı değerleri ise diğer iki gruptan istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek bulundu.
- %10 oranında biyoaktif cam eklenmesinin mikrosızıntı değerlerini olumsuz yönde etkilememesi klinik olarak kullanımında bir sakınca oluşturmadığını gösterdi.

Genel olarak bakıldığında cam iyonomer esaslı fissür örtücü materyallere %10 oranında biyoaktif cam ilavesinin, materyalin florid salınımını ilk hafta artırması ve daha sonrasında etkilememesi, bağlanma dayanımını etkilememesi, yüzey pürüzlülüğünü %30'a oranla daha az etkilemesi, yüzey sertliğini artırması ve mikrosızıntısını olumsuz etkilememesi bakımından klinik kullanımda engel teşkil etmediğini düşündürmüştür. Ancak materyalin bağlanma dayanım değerleri yeterli düzeye getirildikten sonra antikaryojenik etkileri ve remineralizasyonu stimüle edici özelliklerinin değerlendirildiği araştırmalarla desteklendiği taktirde klinik açıdan fayda sağlayacak cam iyonomer esaslı fissür örtücü bir materyal elde edilebileceği öngörülmektedir.

6.ÖZET

T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BİYOAKTİF CAM İLE MODİFİYE EDİLEN CAM İYONOMER ESASLI FİSSÜR ÖRTÜCÜNÜN FİZİKSEL ÖZELLİKLERİNİN ARAŞTIRILMASI

Emre KORKUT

Pedodonti Anabilim Dalı

DOKTORA TEZİ / KONYA-2013

Günümüzde tüm dental materyaller için olduğu gibi cam iyonomer simanlar için de geliştirme çalışmaları devam etmektedir. Bu konudaki güncel yaklaşımlardan bir tanesi de son yıllarda diş hekimliğinde kullanım alanı bulan biyoaktif camın restoratif materyallere eklenerek kullanılmasıdır. Çalışmamızda da biyoaktif camın cam iyonomer esaslı fissür örtücülere eklenmesi ile bu materyalin cam iyonomer esaslı fissür örtücünün fiziksel özelliklerinde meydana getirdiği değişiklikler araştırılmıştır.

Çalışmada cam iyonomer esaslı fissür örtücü materyale %30 ve %10 olmak üzere iki ayrı oranda biyoaktif cam eklendi. Biyoaktif cam eklenmeyen materyal ise kontrol grubu olarak belirlendi. Bu materyallerin fiziksel özelliklerinin araştırılması için florid salınım testi, bağlanma dayanımı testi, yüzey pürüzlülük testi, yüzey sertlik testi ve mikrosızıntı testi kullanıldı.

Yapılan ölçümlerin ardından sonuç olarak;

- Materyallerin yapısından salınan florid miktarları değerlendirildiğinde, biyoaktif cam eklenen gruplarda özellikle ilk günlerde kontrol grubuna kıyasla anlamlı derecede yüksek oranda florid salınımı gözlendi.

-Bağlanma dayanım değerleri incelendiğinde ise gruplar arasında anlamlı bir fark bulunmamış ve biyoaktif cam ilavesinin materyalin bağlanma dayanımını olumsuz olarak etkilemediği görülmüştür.

-Yüzey pürüzlülük değerlerinde ise; %30 oranında biyoaktif cam eklenen grubun yüzey pürüzlülüğünü anlamlı derecede artırdığı bulunmuştur.

-Materyallerin yüzey sertlikleri değerlendirildiğinde; biyoaktif cam eklenen grupların sertlik değerlerinin anlamlı dercede yüksek olduğu görülmüştür.

-Test edilen materyaller mikrosızıntı açısından değerlendirildiğinde ise %30 oranında biyoaktif cam eklenen grubun mikrosızıntı değerlerinin diğer iki gruptan anlamlı derecede yüksek olduğu anlaşılmıştır.

Yapılan değerlendirmeler sonucunda biyoaktif cam eklenmesinin materyalin florid salınımı ve yüzey sertlik özelliklerini geliştirebileceği düşünülmüştür. Ayrıca yüzey pürüzlülük ve mikrosızıntı özelliklerinin olumsuz etkilenmemesi için %10 oranında biyoaktif cam ile yapılan modifikasyonun optimum sonuçlar sağlayacağı düşünülmektedir.

Anahtar Sözcükler: biyoaktif cam, cam iyonomer, fissür örtücü

7. SUMMARY

Evaluation of Physical Characteristics of Glass Ionomer Based Fissure Sealants Modified with Bioactive Glass

Today, as it is for all dental materials is under development for glass ionomer cements . One of the current approaches in this area in recent years, the addition of dental restorative materials that are commonly used is the use of bioactive glass . In our study, changes in the physical properties of glass ionomer -based fissure sealants was investigated caused by modification with the addition of bioactive glass.

In this study, 30% and 10% rate of two separate bioactive glass has been added into glass ionomer based fissure sealant material . The glass ionomer based fissure sealant material without the addition of bioactive glass was determined as the control group. Fluoride emission test, bond strength test, the surface roughness test , the surface hardness test and microleakage test was used to investigate the physical properties of these materials.

According to the results;

- According to the evaluation of fluoride release of materials, especially in the first days, bioactive glass added groups showed significantly higher fluoride release compared to the control group.

- When the bond strength values between the groups were analyzed, no significant difference was found. So, addition of bioactive glass did not affect the bond strength of the material .

- Due to the surface roughness values , 30% rate of bioactive glass added group were found to be significantly higher surface roughness than the other groups.

- Surface hardness values of the materials were evaluated and it was seen that; bioactive glass added groups have significantly higher hardness values.

- The results of microleakage test was showed that, 30% rate of bioactive glass added group were found to be significantly higher microleakage values than the other two groups .

As a result of these evaluations, the addition of bioactive glass material thought to develop fluoride release and surface hardness characteristics of glass ionomer based fissure sealants. Also not to adversely affect the surface roughness and microleakage properties of the material, modification with 10% rate of bioactive glass is expected to provide optimal results.

Keywords: bioactive glass, fissure sealants, glass ionomer

8.KAYNAKLAR

Ahluwalia P, Chopra S, Thomas AM. Strength characteristics and marginal sealing ability of chlorhexidine-modified glass ionomer cement: an in vitro study. Journal of Indıan Socıety of Pedodontics and Preventive Dentistry, 2012; 30(1): 41-46.

Ajami AA, Navimipour EJ, Oskoee SS, Kahnamoui MA, Lotfi M, Daneshpooy M. Comparison of shear bond strength of resin-modified glass ionomer and composite resin to three pulp capping agents. J Dent Res Dent Clin Dent Prospect, 2013; 7(3): 164-168.

Akgün ÖM, Görgülü S, Altun C. Diş çürüğüne karşı koruyucu flor uygulamaları. Smyrna Tıp Dergisi, 2012; 1: 82-86.

Akın G, Hergüner Ş, Akın H. Termal siklus ve suda bekletmenin kendinden asitli adzivlerin dentine mikrogerilim bağlanma dayanımları üzerine etkileri. Atatürk Üniv Diş Hek Fak Derg, 2012; 22(2): 125-131.

Akyüz S, Yarat A, Egil E. Bisfenol-A içerikli dental materyallere güncel yaklaşım. Marmara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 2011; 3(1): 190-195.

Alauddin SS. In vitro remineralızation of human enamel with bioactive glass contaınıng dentifrice using confocal microscopy and nanoindentation analysıs for early caries defense, University of Florida, Doktora Tezi, 2004.

Altun C. Kompozit dolgu materyallerinde son gelişmeler, Gülhane Tıp Dergisi, 2005; 47(1): 77-82.

Altunsoy M, Botsalı MS, Tosun G, Yaşar A. Farklı polimerizasyon sürelerinin adeziv sistemlerden salınan artık monomer miktarına etkisi. Acta Odontologica Turcica, 2013; 30(1): 6-12.

Ana ID, Matsuya S, Ohta M, Ishikawa K. Effects of added bioactive glass on the setting and mechanical properties of resin-medified glass ionomer cement. Biomaterials, 2003; 24: 3061-3067.

Araujo FB, Garcia–Godoy F, Cury JA, Conceiçao EN. Fluoride release from fluoride-containing materials. Oper Dent, 1996; 21: 185-190.

Attar N, Kiremitçi A, Önen A. Farklı yapıdaki cam-iyonomer dolgu maddelerinin kısa süreli florür salınımlarının in vitro olarak incelenmesi. H Ü Diş Hek Fak Derg, l999; 23: 5-11.

Attin T, Buchalla W, Siewert EH. Fluoride release/uptake of polyacid modified resin composites in neutral and acidic buffer sloutions. Journal of Oral Rehabilitation, 1999; 26: 388-393.

Ayaz F, Tağtekin D. Dentine bağlanma ve değerlendirme metodları. Atatürk Üniv Diş Hek Fak Derg, 2011; 4: 49-56.

Ayyıldız S, Uyar HA, Yüzügüllü B. Diş hekimliğinde mikrosızıntı ve inceleme yöntemleri. Atatürk Üniv Diş Hek Fak Derg, 2009; 3: 219-226.

Bala O, Arısu HD, Yıkılgan İ, Arslan S, Gulu A. Evaluation of surface roughness and hardness of different glass ionomer cements. Eur J Dent, 2012; 6: 79-86.

Bani M, Öztaş N. Cam iyonomer içerikli farklı restoratif materyallerin yüzey pürüzlülüklerinin değerlendirilmesi. Acta Odontologica Turcica, 2013; 30(1): 13-17.

Barry TI, Clinton DJ, Wilson AD. The structure of a glass-ionomer cement and its relationship to the setting process. J Dent Res, 1979; 58(3): 1072-1079.

Basso GR, Bona AD, Gobbı DL, Cecchettı D. Fluoride release from restorative materials. Braz Dent J, 2011; 22(5): 355-358.

Bayrak S, Tunc ES, Aksoy A, Ertas E, Guvenc D, Ozer S. Fluoride release and recharge from different materials used as fissure sealants. Eur J Dent, 2010; 4: 245-250.

Bek B, Gülmez A. Konvansiyonel ve rezin modifiye cam iyonomer simanlarda florid salınımı. GÜ Diş Hek Fak Derg, 2001; 18(2): 45-51.

Benderli Y, Yücel T. Posterior kompozit dolgu materyallerinin yüzey sertliği yönünden değerlendirilmesi. İÜ Diş Hek Fak Derg, 1994; 28: 228-232.

Bollen CML, Lambrechts P, Quirynen M. Comparison of surface roughness of oral hard materials to the threshold surface roughness for bacterial plaque retention: a review of the literature. Dent Mater, 1997; 13: 258-269.

Boucher OG. Dental Caries. Journal of California Medicine, 1951; 74(2): 128-131.

Bowen WH. Dental Caries. Archives of Disease in Childhood, 1972; 47: 849-853.

Burwell AK, Litkowski LJ, Greenspan DC. Calcium sodium phosphosilicate (Novamin®): remineralization potential. Adv Dent Res, 2009; 21: 35-39.

Can G, Kalaycı Ş, Kaplan R. Üç farklı kompozitin yapay tükürük ortamında flor salınım değerlerinin incelenmesi. AÜ Diş Hek Fak Derg, 2006; 33(1): 33-38.

Carvalho TS, Amerongen WE, Gee A, Bönecker M, Sampaio FC. Shear bond strengths of three glass ionomer cements to enemal and dentine. Med Oral Patol Oral Cir Bucal, 2011; 16(3): 406-410.

Croll TP, Nicholson JW. Glass ionomer cements in pediatric dentistry: review of the literature. J Ped Dent, 2002; 24(5): 423-429.

Çelik EU, Ermiş RB. Koruyucu rezin uygulamasının yüksek viskoziteli geleneksel cam iyonomer simanın mikrosertliği üzerine etkisinin in vitro olarak değerlendirilmesi. Cumhuriyet Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi, 2008; 11(2): 91-102.

Çıldır SK, Sandallı N. Compressive strength surface roughness fluoride release and recharge of four new fluoride-releasing fissure sealants. Dent Mater J, 2007; 26(3): 335-341.

De Munck J, Van Landuyt K, Peurnans M, Poitevin A, Lambrehts P, Braem M, Van Meerbeek B. A criticial review of the durability of adhesion to tooth tissue: methods and results. J Dent Res, 2005; 84(2): 118-132.

De Witte MJC, De Maeyer EAP, Verbeeck RMH. Surface roughening of glass ionomer cements by neutral NaF solutions. Biomaterials, 2003; 24: 1995-2000.

Deliktaş D, Ulusoy N. Farklı ışık cihazlarının hibrit ve nahohibrit kompozit rezinlerin yüzey sertliğine etkisi. AÜ Diş Hek Fak Derg, 2006; 33(1): 1-10.

Eichmiller FC, Marjenhoff WA. Fluoride-releasing dental restorative materials. Oper Dent, 1998; 23(5): 218-228.

Ercan E, Bağlar S, Çolak H. Diş hekimliğinde topikal florür uygulama metotları. Cumhuriyet Dental Journal, 2010; 13(1): 27-33.

Erdemir U, Yaman BC. Diş hekimliğinde mikrosızıntı ve mikrosızıntı araştırma yöntemleri. İÜ Diş Hek Fak Derg, 2011; 45(1): 25-35.

Erkli H, Ersöz E. Farklı fluor jellerin rezin materyallerin yüzey pürüzlülüğü üzerine etkisinin karşılaştırılması. GÜ Diş Hek Fak Derg, 2012; 29(2): 79-85.

Eronat N. Fissür örtücülerin diş çürüklerinin önlenmesindeki yeri. İzmir Dişhekimleri Odası Dergisi, 1995; 7(4): 15-18.

Ersoy M, Özel E, Gökçe K. Farklı uygulama yöntemlerinin kompozit rezinlerin mikrosertlikleri üzerine etkisi. Atatürk Üniv Diş Hek Fak Derg, 2007; 17(1): 28-31.

Ferreira JMS, Pinheiro SL, Sampaio FC, Menezes VA. Use of glass ionomer cement containing antibiotics to seal of infected dentin: a randomized clinical trial. Braz Dent J, 2013; 24(1): 68-73.

Forsten L . Fluoride release and uptake by glass ionomer and related materials and clinical effect. Biomaterials, 1998; 19: 503-508.

Gale MS, Darvell BW. Thermal cycling procedures for laboratory testing of dental restorations. J Dent Sci, 1999; 27: 89-99.

Gao W, Smales RJ, Gale MS. Fluoride release/uptake from newer glass-ionomer cements used with the ART approach. Am J Dent, 2000;13(4): 201-204.

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 Invest, 1998; 2: 143-146.

Gökalp A. Fissür örtücüler. Selçuk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi, 1991; 1(2): 33-39.

Gökçe K, Özel E. Kompozit restorasyonlarda son gelişmeler. Atatürk Üniv Diş Hek Fak Derg, 2005; 15(3): 52-60.

Gömeç Y, Dörter C, Yıldız E, Efes BG. Diş rengindeki restoratif materyallerin diş fırçalama işlemi sonrasında yüzey özellikleri. İÜ Diş Hek Fak Derg, 1999; 1: 37-44.

Grande RH, Ballester R, Singer JM, Santos JF. Microleakage of a universal adhesive used as a fissure sealant. Am J Dent, 1998; 11(3): 109-113.

Gülhan A, Seymen F, Aykut AY. Farklı yapılardaki iki fissür örtücünün mikrosertliklerinin incelenmesi. İÜ Diş Hek Fak Der, 1998; 32: 77-81.

Haghgoo R, Naderi NJ. Comparison of calcium hydroxide and bioactive glass after direct pulp capping in primary teeth. Journal of Dentistry of Tehran University of Medical Sciences, 2007; 4(4): 155-159.

Hattab FN, Amin WM. Fluoride release from glass ionomer restorative materials and the effects of surface coating. Biomaterials, 2001; 22(12): 1449-1458.

Haznedaroğlu E, Menteş A. Farklı yüzey hazırlama teknikleri kullanarak uygulanan cam iyonomer esaslı fissür örtücünün mine mikrosertliğine etkisinin ve mineyle bağlantısının tarayıcılı elektron mikroskop altında incelenmesi. Atatürk Üniv Diş Hek Fak Derg, 2013; 21(2): 177-186.

Heıntze SD, Zımmerlı B. Relevance of in vitro tests of adhesive and composite dental materials. Schweiz Monatsschr Zahnmed Journal, 2011; 121(11): 1024-1032.

Hench LL. An introduction to bioceramics. World Scientific Publishing, Singapore, 1993.

Hench LL. The story of bioglass. J Mare Sci: Mater Med, 2006; 17: 967-978.

Hu J, Du X, Huang C, Fu D, Ouyang X, Wang Y. Antibacterial and physical properties of EGCG-containing glass ionomer cements. Journal of Dentistry, 2013; 41: 927-934.

Hu S, Chang J, Liu M, Congqin N. Study on antibacterial effect of 45S5 bioglass. J Mater Sci: Mater Med, 2009; 20: 281-286.

Hu YC, Zhong JP, Osteostimulation of bioglass. Chin Med J, 2009; 122(19): 2386-2389.

Hubbezoğlu İ, Hürmüzlü F, Bolayır G. Yeni nesil self etching adeziv sistemlerin mikrogerilim bağlanma dayanımlarının karşılaştırmalı olarak incelenmesi. Cumhuriyet Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi, 2005; 8(1): 5-11.

Imazato S. Bio-active restorative materials with antibacterial effects: new dimension of innovation in restorative dentistry. Dent Mater J, 2009; 28: 11-19.

Irıe M, Nakaı H. Mechanical properties of silver-added glass ionomers and their bond strength to human tooth. Dent Mater J, 1988; 7(1): 87-93.

Itota T, Okamoto M, Sato K, Nakabo S, Nagamıne M, Torıı Y, Inoue K. Release and recharge of fluoride by restorative materials. Dent Mater J, 1999; 18(4): 347-353.

Jabbarifar E, Razavi SM, Ahmadi N. Histopathologic responses of dog's dental pulp to mineral trioxide aggregate, bioactive glass, formocresol, hydroxyapatite. Dent Res J, 2007; 4(2): 83-87.

Jafari A, Shahabi S, Chiniforush N, Shariat A. Comparison of the shear bond strength of resin modified glass ionomer to enamel in bur-prepared or lased teeth (Er:YAG). Journal of Dentistry of Tehran University, 2013; 10(2): 119-123.

Jones JR. Review of bioactive glass: from hench to hybrids. Acta Biomateralia Journal, 2013; 9: 4457-4486.

Karadağ S. Mikrosızıntı araştırma teknikleri ve mikrosızıntıyı etkileyen faktörler. Atatürk Üniv Diş Hek Fak Derg, 2005; 15(2): 80-87.

Karaman S, Durucan G. Pedodontide koruyucu tedaviler. Selçuk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi, 1996; 6(2): 84-91.

Kaur G, Pandey OP, Singh K, Homa D, Scott B, Pickrell G. A review of bioactive glasses: the structure, properties, fabrication, and apatite formation. J Biomed Mater Res, 2013; Part A: 1-21.

Khvostenko D, Mitchell JC, Hilton TJ, Ferracane JL, Kruzic JJ. Mechanical performance of novel bioactive glass containing dental restorative composites. Dent Mater J, 2013; 1: 1-10.

Kim SY, Hong JI. Chromogenic and fluorescent chemodosimeter for detection of fluoride in aqueous solution. Organic Letters, 2007; 9(16): 3109-3112.

Koray F. Diş çürükleri, Altın matbaacılık, İstanbul, 1981.

Kosior P, Kaczmarek U. Short-term fluoride release from conseal F fissure sealant in some media--an in vitro study. Ann Acad Med Stetin, 2006; 52(1): 61-65.

Kouzmina E, Smirnova T, Pazdnikova N. A one-year clinical study of the efficacy of a pit and fissure sealant containing bioactive glass. OHDMBSC, 2009; 3(1): 7-12.

Köroğlu A, Erken O, Kurtoğlu C. Geleneksel ve adeziv dental simanlar hakkında bir derleme çalışması. Atatürk Üniv Diş Hek Fak Derg, 2012; 22(2): 205-216.

Krishnan V, Lakshmi T. Bioglass: a novel bicompatible innovation. J Adv Pharm Tech & Res, 2013; 4(2): 78-84.

Kulan M, Ulukapı I. Dişhekimliğinde biyoaktif camlar. İÜ Diş Hek Fak Derg, 2011; 45(1): 65-70.

Kutay MG. Malzemenin Kontrolü. www.guven-kutay.ch, 2010.

Küçükeşmen HC, Küçükeşmen Ç, Üşümez A. Yaşlandırma prosedürünün farklı restoratif materyallerin yüzey pürüzlülüğü üzerine etkisi. SDÜ Sağlık Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 2010; 1(2): 39-48.

Lee BS, Kang SH, Wang YL, Lin FH, Lin CP. In vitro study of dentinal tubule occlusion with sol-gel Dp-bioglass for treatment of dentin hypersensitivity. Dent Mater J, 2007; 26(1): 52-61.

Malı P, Deshpande S, Sıngh A. Microleakage of restorative materials: an in vitro study. J Indian Soc Pedod Prev Dent, 2006; 20: 15-24.

Marending M, Stark WJ, Brunner TJ, Fischer J, Zehnder M. Comparative assessment of time-related bioactive glass and calcium hydroxide effects on mechanical properties of human toot dentin. Dental Traumatology, 2009; 25: 126-129.

Markovic DL, Petrovic BB, Peric TO. Fluoride content and recharge ability of five glass ionomer dental materials. BMC Oral Health, 2008; 8(21): 1-8.

Maruo IT, Godoy BJ, Saga AY, Tanaka OM, Maruo H, Camargo ES. Effect of etching and light-curing time on the shear bond strength of a resin-modified glass ionomer cement. Braz Dent J, 2010; 21(6): 533-537.

Mathewson RJ, Primosch RE. Fundamentals of Pediatric Dentistry, Missouri 3. Ed, Quintessence Pub Co Int Chapter 8, 1995.

Matsuya S, Matsuya Y, Ohta M. Structure of bioctive glass and its application to glass ionomer cement, Dent Mater J, 1999; 18(2): 155-166.

Mazzoui SA., Burrow MF, Tyas MJ, Dashper SG, Eakins D, Reynolds EC. Incorporation of casein phosphopeptide-amorphous calcium phosphate into a glass-ionomer cement. J Dent Res, 2003; 82(11): 914-918.

McDonald RE, Dentistry for children and adolescent. Mosby-Year Book, Inc Courier Westford Inc, USA, 1994.

Mehta P. The use of sealants in dentistry: a review. İnternational Journal of Clinical Dental Science, 2012; 3(1): 102-113.

Momoi Y, Mc Cabe JF. Fluoride release from light activated glass ionomer restorative cements. Dent Mater, 1993; 9: 151-154.

Moore BK, Swartz ME, Phillips RW. Abrasion resistance of metal reinforced glass ionomer materials. J Dent Res, 1985; 64: 371-379.

Moreau JL, Hockin HK. Fluoride releasing restorative materials: effects of pH on mechanical properties and ion release. J Dent Mater, 2010; 26(11): 227-235.

Nujella SBP, Choudary MT, Reddy SP, Kumar K, Gopal T. Comparison of shear bond strength of aesthetic restorative materials. Contemporary Clinical Dentistry, 2012; 3(1): 22-28.

Önal B. Restoratif diş hekimliğinde maddeler ve uygulamaları. Ege Üniversitesi, İzmir, 2004.

Özalp Y, Özdemir N. Biyomateryaller ve biyouyumluluk. Ankara Üniversitesi Eczacılık Fakültesi, Farmasötik Teknoloji Anabilim Dalı, 2005

Özyeşil AG, Günal Ş, Belli S, Eskitaşcıoğlu G. İki farklı bağlanma dayanımı testinin karşılaştırılması. Selçuk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi, 2009; 18: 118-121.

Pardı V, Sınhoretı MAC, Pereıra AC, Ambrosano GMB, Meneghım MC. In vitro evaluation of microleakage of different materials used as pit and fissure sealants. Braz Dent J, 2006; 17(1): 49-52.

Paschoal MAB, Gurgel CV, Rıos D, Magalhaes AC, Buzalaf MAR, Machado MAAM. Fluoride release profile of a nanofilled resin-modified glass ionomer cement. Braz Dent J, 2011; 22(4): 275-279.

Pasinli A. Biyomedikal uygulamalarda kullanılan biyomalzemeler. Makine Teknolojileri Elektronik Dergisi, 2004; 4: 25-34.

Patterson J, Martino MM, Hubbell JA. Biomimetic materials in tissue engineering. Materials Today, 2010; 13(2): 14-21.

Pedrini D, Candıdo MSM, Rodrigues AL. Analysis of surface roughness of glass-ionomer cements and compomer. Journal of Oral Rahabilitation, 2003; 30: 714-719.

Pedrini D, Delbem ACB, França JG, Machado TM. Fluoride release by restorative materials before and after a topical application of fluoride gel. Pesqui Odontol Bras, 2003; 17(2): 137-141.

Pessan JP, Al-Ibrahım NS, Buzulaf MAR, Toumba K.J. Slow-release fluoride devices: a lıterature review. J Appl Oral Sci, 2008; 16(4): 238-244.

Peutzfeldt A. Resin composites in dentistry: the monomer systems. Europen Journal of Oral Sciences, 2007; 105(2): 97-116.

Pinkham. Pediatric dentistry: infancy through adolescence. WB Saunders Company, USA, 1994.

Preston AJ, Maır EA, Agalamanyı SM. Fluoride release from aesthetic dental materials. Journal of Oral Rehabilitaiton, 1999; 26: 123-129.

Ramoğlu S, Uysal T, Ülker M, Ekizer A. Lingual retainer uygulamalarında farklı kompozitlerin bağlanma dayanımlarının değerlendirilmesi. Türk Ortodonti Dergisi, 2008; 21: 196-205.

Rao A, Sudha P, Rao A. Fluoride rechargability of a non-resin auto- cured glass ionomer cement from a fluoridated dentifrice: an in vitro study. J Indıan Soc Pedod Prev Dent, 2011; 29(3): 202-211.

Rekha CV, Varma B, Jayanthi AK. Comparative evaluation of tensile bond strenght and microleakage of conventinal glass ionomer cement resin modified glass ionomer cement and compomer: an in vitro study. J Mater Dent, 2010; 22(3): 256-269.

Renno ACM, Nejadnik MR, Watering FCJ, Crovace MC, Zanotto ED, Hoefnagels JPM, Wolke JGC, Jansen JA, Beucken JJJP. Incorporation of bioactive glass in calcium phosphate cement: material characterization and in vitro degradation. J Biomed Mater Res, 2013; 101A: 2365-2373.

Ripa LW. Dental materials related to prevetion–fluoride incorpoation into dental materials:reaction paper. Adv Dent Res, 1991; 5: 56-59.

Salako N, Joseph B, Ritwik P, Salonen J, John P, Junaid TA. Comparison of bioactive glass mineral trioxide aggregate ferric sulfate and formocresol as pulpotomy agents in rat molar. Dental Traumatology, 2003; 19: 314-320.

Sarı ME, Koyutürk AE, Çankaya S, Günlük tüketilen yiyecek ve içeceklerin mine ve dolgu materyallerinin yüzey sertliği ve pürüzlülüğüne etkisi. Atatürk Üniv Diş Hek Fak Derg, 2010; 20(3): 153-161.

Seymen F, Gülhan A. Arka grup dişlerde kullanılan çeşitli dolgu materyallerinin yüzey sertliklerinin incelenmesi, İÜ Diş Hek Fak Derg, 1996; 30: 145-152.

Shin H, Jo S, Mikos AG. Biomimeticmaterials for tissue engineering. J Biomaterials, 2003; 24: 4353-4364.

Silva RC, Zuanon ACC. Surface roughness of glass ionomer cements indicated for atraumatic restorative treatment, Braz Dent J, 2006; 17(2): 106-109.

Simonsen RJ, Neal RC. A review of the clinical application and performance of pit and fissure sealants. Australian Dental Journal, 2011; 56(1): 45-58.

Singla T, Pandit IK, Srivastava N, Gugnani N, Gupta M. An evaluation of microleakage of various glass ionomer based restorative materials in deciduous and permanent teeth: an in vitro study. The Saudi Dental Journal, 2012; 24: 35-42.

Smith DC. Development of glass-ionomer cement systems. Biomaterials, 1998; 19: 467-478.

Sungurtekin E, Öznurhan F, Öztaş N. Pit ve fissür sealant uygulamaları: sistematik bir derleme. GÜ Diş Hek Fak Derg, 2010; 27(2): 145-149.

Şener Y, Koyutürk AE. Üç farklı cam iyonomer simanın yüzey sertliklerinin karşılaştırılması. Cumhuriyet Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi, 2006; 9(2): 91-99.

Şener Y, Şengun A, Kuşdemir M, Öztürk B, Bağlar S. Atravmatık restoratif tedavi için kullanılan cam iyonomer simanların mikrosızıntısı, Atatürk Üniv Diş Hek Fak Derg, 2011; 21(3): 175-181.

Tai BJ, Bian Z, Jiang H, Greenspan DC, Zhong J, Clark AE, Du MQ. Anti-gingivitis effect of a denifrice containing bioactive glass particulate. J Clin Periodontol, 2006; 33: 86-91.

Taşveren S. İki farklı restoratif materyalin yüzey sertliklerinin karşılaştırılması. Cumhuriyet Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi, 2005; 8(2): 94-97.

Tekçe N, Demirci M, Tuncer S. Dentin bağlayıcı sistemlerin bağlanma dayanıklılığını değerlendirme yöntemleri, İÜ Diş Hek Fak Derg, 2013; 47(1): 73-91.

Terzi ÜT, Kansu G. Diş hekimliği ve biyouyumluluk. Dicle Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi, 2010; 11(1): 66-75.

Timuçin M, Öztürk A, Korkusuz F, Korkusuz P, Durucan C, Koç N, Park J, Vakıfahmetoğlu Ç, Tan C. Apatit – wollastonit biyoaktif seramiklerin üretimi ve karakterizasyonu. Ankara Üniversitesi, Araştırma Projesi, Proje No. 104M400, 2008.

Tirapelli C, Panzeri H, Soares RG, Peitl O, Zanotto ED. A novel bioactive glass-ceramic for treating dentin hypersensitivity. Braz Oral Res, 2010; 24(4): 381-387.

Tiwari S, Nandlal B. Comparative evaluation of fluoride release from hydroxyapatite incorporated and conventional glass ionomer cement: an in vitro study. J Indıan Soc Pedod Prev Dent, 2012; 30(4): 284-296.

Topcuoglu N, Ozan F, Ozyurt M, Kulekci G. In vitro antibacterial effects of glass-ionomer cement containing ethanolic extract of propolis on streptococcus mutans. Eur J Dent, 2012; 6: 428-433.

Tosun G, Şener Y, Şengün A. Kompozit rezinin mineye bağlanma dayanımı üzerine farklı saklama solüsyonlarının etkisi. Hacettepe Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi, 2005; 29(3): 2-6.

Tuncer S, Demirci M. Dental materyallerde biyouyumluluk değerlendirmeleri. Atatürk Üniv Diş Hek Fak Derg, 2011; 21(2): 141-149.

Türkün Ş, Ergücü Z. Estetik restoratif materyallerin mikrosızıntı çalışmalarında kullanılan gereç ve yöntemlerinin karşılaştırılması. GÜ Diş Hek Fak Derg, 2004; 21(2): 143-151.

Tüzüner T, Ulusu T. Effect of antibacterial agents on the surface hardness of a conventional glass-ionomer cement. J Appl Oral Sci, 2010; 20: 45-51.

Ulu O, Dörter C. Pit fissür örtücüler ve kullanım alanları. İÜ Diş Hek Fak Derg, 2008; 42(4): 25-30.

United States Patent, Discernible Dental Sealant, No:4150012, 1979.

Upadhyay S, Rao A, Shenoy R. Comparison of the amount of fluoride release from nanofilled resin modified glass ionomer conventional and resin modified glass ionomer cements. Journal of Dentistry of Tehran University, 2013; 10(2): 134-141.

Upadhyay S, Rao A. Nanoionomer: evaluation of microleakage. J Indıan Soc Pedod Prev Dent, 2011; 29(1): 20-28.

Üçok M. Cam iyonomer simanlarının yüzey sertliklerinin incelenmesi. İÜ Diş Hek Fak Derg, 1987; 21: 77-84.

Ünlü N, Çetin AR. Kompozit rezin materyallerin içeriklerindeki yeni gelişmeler, J Dental Sci, 2008; 14(3): 156-167.

Van Meerbeek B, De Munck J, Yoshida Y, Inoue S, Vargas M, Vijay PK, Van Landuyt P, Lambrechts G. Adhesion to enamel and dentin: current status and future challenges. Operative Dentistry, 2003; 28(3): 215-235.

Waltimo T, Mohn D, Paque F, Brunner TJ, Stark WJ, Imfeld T, Schatzle M, Zehnder M. Fine-tuning of bioactive glass for root canal disinfection. J Dent Res, 2009; 88(3): 235-238.

Welbury R, Raadal M, Lygidakis NA. EAPD guidelines for the use of pit and fissure sealants. Europen Journal of Pediatric Dentistry, 2004; 3: 179-188.

Yap AUJ, Cheang PHN, Chay PL. Mechanical properties of two restorative reinforced glass-ionomer cments. Journal of Oral Rehabilitaiton, 2002; 29: 682-688.

Yeşilyurt C, Bulucu B, Sezen O, Bulut G, Celik D. Bond strengths of two conventional glass-ionomer cements to irradiated and non-irradiated dentin. Dent Mater J, 2008;27(5): 695-701.

Yıldırım M, Patır A, Seymen F, Gençay K. Estetik restoratif materyallerin cila işlemlerinden sonra yüzey yapısının sem ile incelenmesi, Atatürk Üniv Diş Hek Fak Derg, 2012; 22(3): 277-286.

Yılmaz B, Özyurt P. Cam-ionomer simanların yüzey pürüzlülüğü üzerine farklı bitirme tekniklerinin etkisinin araştırılması. J Dental Sci, 1999;5: 118-125.

Yılmaz K, Özkan P. Dental materyallerden flor salınımı. AÜ Diş Hek Fak Derg, 2009; 15(1): 23-29.

Ylı-Urpo H, Vallıttu PK, Narhı TO. Release of silica, calcium, phosphorus, and fluoride from glass ionomer cement containing bioactive glass, Journal of Biomaterials Applications, 2004; 19: 5-11.

Yli-Urpo H, Lassila LVJ, Narhi T, Vallittu P,K. Compressive strength and surface characterization of glass ionomer cements modified by particles of bioactive glass. Dental Materials, 2005; 21: 201-209.

Yli-Urpo H, Narhi T, Söderling E. Antimicrobial effects of glass ionomer cements containing bioactive glass (S53P4) on oral micro-organisms in vitro. Acta Odontol Scand, 2003; 61: 241-246.

Zaimoğlu A, Aksu E, Can G, Ersoy E. Diş hekimliğinde maddeler bilgisi. Ankara, Ankara Üniversitesi Dişhekimliği Fakültesi, 1993.

Zehnder M, Luder HU, Schatzle M, Kerosuo E, Waltimo T. A comparative study on the disinfection potentials of bioactive glass S53P4 and calcium hydroxide in contra-lateral human premolars ex vivo. İnternational Endodontic Journal, 2006; 39: 952-958.

Zorba YO, Yıldız M. Adeziv restoratif materyallerde biyouyumluluk testleri ve kriterleri. Atatürk Üniv Diş Hek Fak Derg, 2007; 2: 15-21.

9.ÖZGEÇMİŞ

1986 yılında Karabük'te doğdu. İlkokul eğitimini Ünsal Tülbentçi İlköğretim Okulu'nda, ortaokul ve lise eğitimini Safranbolu Anadolu Lisesi'nde tamamladı. 2004 yılında başladığı Selçuk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi'nden 2009 yılında mezun oldu. Aynı yıl, Selçuk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Pedodonti Anabilim Dalı'nda doktora eğitimine başladı. 2010 yılından beri Konya Ağız ve Diş Sağlığı Merkezinde diş hekimi olarak görev yapmaktadır. Evli ve bir çocuk babasıdır.