

BÖLÜM 4

FLUORİD SALINIMI YAPAN GÜNCEL RESTORATİF MATERYALLER

Savaş SAĞMAK¹

GİRİŞ

Günümüzde, diş hekimliği alanında kullanılan restoratif materyallerdeki gelişmeler, diş hekimlerinin kavite planlamasını ve çürüğe yaklaşımını daha konservatif hale getirmektedir. Sert dokuları ve pulpayı korumak adına kavite yüzeyinde daha fazla enfekte dentin ve bakteri bırakılabilmektedir. Bu yaklaşım florid salınımı yaparak, antibakteriyel etki ve remineralizasyon oluşturan materyallerin geliştirilmesini gerektirmiştir. Bu sayede ikincil çürük oluşumu ve mikrosızıntı önlenilecektir (1). Florid iyonu, ilk defa 19.yüzyılın sonlarında diş hekimliği çalışmalarında yer almaya başlamış ve etkinliği kanıtlanmıştır. Florid insan sağlığı için gerekli iyonlardan biri olup, çok az miktarı yeterlidir. Laboratuar hayvanları tamamen floridsiz beslendiklerinde anemi geliştiği görülmüştür. Doğru şekilde kullanıldığında florid çürük gelişimini ciddi oranda azaltmaktadır. Florid üç etki ile çürük önleyici etkisini gerçekleştirmektedir:

1. Antibakteriyel etkinlik
2. Demineralizasyonu önleyici etki
3. Remineralizasyonu arttırıcı etki (2).

Florid iyonu bakteri enzimlerini inhibe ederek asit oluşumunu engeller. Bakteri kaynaklı asitlerin sebep olduğu erken dönem diş çürüklerinin azalmasını ve önlenmesini sağlar. Düşük konsantrasyonda glukoziltransferaz enziminin fonksiyonlarını inhibe eder. Bu enzim glukozdan ekstraselüler polisakkarit oluşmasını sağlar. Bunun sonucunda bakteriyel adezyon artar. Topikal olarak uygulanan yüksek konsantrasyonlu (12000 ppm) preparatlar S. Mutans' ı da içeren birçok bakteri için toksiktir. Kariyojenik bakterilerin aktivitesi sonucu asit atakları meydana gelir. Bu ataklarla birlikte oral kavitede pH düşer, mine yüzeyinden Ca^{+2} ile PO_4^{+3} çözünerek tükürüğe geçer. Böylece dişte demineralizasyon başlar. Mine çevresin-

¹ Dr. Öğr. Üyesi, Adıyaman Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi/Restoratif Diş Tedavisi AD., savassagmak@adiyaman.edu.tr

de ve tükürükte az miktarda, devamlı olarak bulunan florid ortamın pH'sı düştüğünde fluoroapatit olarak minere artış gösterir. Minerin çözünürlüğünü azaltarak demineralizasyonu önler. pH yükseldiği zaman Ca^{+2} ve PO_4^{+3} mineye geri döner, böylece remineralizasyon gerçekleşir. Florid, remineralizasyon için katalizör görevi görmektedir. Minerin mineral yapısına katılarak hidroksiapatiti, düşük pH' a karşı yüksek dirençli olan fluoroapatite dönüştürür. Bu sayede minerin asit ataklarına karşı direnci artar ve çürüğün ilerleyişi durdurulur (3).

Restoratif materyallerden florid salınımı doldurucular ve formülasyon gibi değişkenlerden etkilenebilmektedir. Ek olarak; toz-likit oranı, karıştırma şekli, sertleşme süresi, oral boşluğa bakan yüzey alanı, tükürüğün pH'sı ve içeriği, plak miktarı, depolama koşulları, saklama alanının niteliği gibi ikincil faktörler de florid salınım miktarını etkilemektedir. Florid salınımı bu nedenlerle karmaşık bir süreçtir(4).

Florid salınımı; yüzeyden yıkanma, gözenek-çatlaklardan difüzyon ve hacimden difüzyon olarak üç ayrı yoldan gerçekleşir. İlk sertleşmesinden 24 saat sonra yüzeyden yıkanma gerçekleşir. Bu durum, floridle yüklenmeden 24 saat sonra kaydedilen en yüksek miktardaki florid salınımı olarak tespit edilmiştir. 24 saat sonrasında daha az miktarda ancak daha stabil düzeyde gözenek ve çatlaklardan difüzyon ile florid salınımı gerçekleşir. Hacimden difüzyon ise, restorasyonların olgunlaşması ile gerçekleşir ve uzun dönem devam eder. Florid içeren materyallerin içeriğinde bulunan florid miktarının ve yüzey porözitelerinin, salınan florid miktarını ve süresini etkilediği yapılan çalışmalarla açıkça gösterilmiştir (5).

Diş hekimliğinde yapılan restorasyonların yarısı, 10 ile 20 yıl arasında bir sürede yenilenme ihtiyacı duymaktadır. Sekonder çürükler, restorasyonların başarısızlık nedenleri arasında ilk sırada gelmektedir. Ancak, restorasyonların içerisinde bulunan floridin çürük önleyici etkisinden faydalanılabilir. Bir materyalin sekonder çürük oluşumunu engelleyebilmesi, restorasyonun kavite duvarlarına tam olarak temas etmesi ve materyalden çürük önleyici ajanların (metal iyonları, florid iyonları, antimikrobiyaller, asidik iyonlar) salınması ile mümkündür. Günümüzde mine, dentin ve tükürüğe florid salınımı gerçekleştiren dental materyaller kullanılmaktadır. Florid salınım miktarı ve salınım süresi materyalin çürük önleyici etkisini belirler. Florid salınım mekanizması; kimyasal bileşenlere, sertleşme reaksiyonuna ve florid içerikli partikül miktarına bağlıdır. Florid salınımı, materyallerin sertleşme reaksiyonu ile gerçekleşmektedir. Geleneksel cam iyonomer simanlar, rezin modifiye cam iyonomer simanlar, kompomerler, cam karbomerler florid salınımı yapan materyallerdir. Bunlarla beraber güncel olarak florid içeren kompozit rezinler de kullanıma sunulmuştur. Bu materyaller

yapılarına katılan; kalay florid (SnF_2), fluoro alumino silikat cam (FAG), ytterbiyum florid (YbF_2) ve organik amin florid (CAFH) gibi bileşiklerle florid salınımı gerçekleştirilmektedirler (6).

Araştırmacılar, rezin eklenen restorasyon materyallerinin florid salınım miktarının azalacağını düşünmüşlerdir. Ancak yapılan çalışmalarda rezin içeren materyallerin de yüksek miktarda florid salınımı gerçekleştirdiği görülmüştür. Her materyal gerçekleştirdiği kimyasal reaksiyon ve formülasyona göre farklı miktarda florid salınımı yapabilmektedir. Çalışmalar, kompozit rezinlere de inorganik tuz, eriyebilir cam ve organik florid gibi florid kaynaklarının eklenebileceğini göstermektedir (7). Bu nedenle, florid içeriğinin miktarıyla birlikte, rezinin tipi ve porözite hacmi gibi nitelikler de florid salınımını etkilemektedir.

GELENEKSEL CAM İYONOMER SİMANLAR

Cam iyonomer simanlar ilk olarak 1972 yılında Wilson ve Kent tarafından ortaya konulmuştur. Bu simanlar, polikarboksilat simanların diş dokularına kimyasal adezyon ve biyolojik uyum özellikleri ile silikat simanların florid salımı ve saydamlık özelliklerinin bir araya gelmesiyle oluşturulmuştur. Diş sert dokularına kimyasal olarak bağlanma, dişe uygun ısıl genleşme, çürük durdurucu etki, biyouyumlu olması, uzun süreli florid salımı ve yeniden florid yüklenebilme gibi özellikleri avantajlarıdır. Buna karşın sertleşme sırasında neme ve dehidratasyona karşı hassas olması; mekanik özelliklerinin amalgam ve kompozite göre düşük olması dezavantajlarıdır. Bu nedenle kaide, kor materyalli ve kök kanal dolgu materyali olarak kullanımı önerilmiştir. Bunlarla beraber; sürekli dişlerinin V. sınıf restorasyonlarında, süt dişi restorasyonlarında, ortodontik bant ve braketlerin yapıştırılmasında, paslanmaz çelik kron simantasyonunda, geçici dolgu materyali ve fissür örtücü olarak kullanılır. Ayrıca, Atravmatik Restoratif Tedavi (ART)'de ve tünel kavite tekniğinde de kullanımı önerilir (8).

Geleneksel cam iyonomer simanlar, iyonlar ile çapraz bağlanmış polimer matrislerin, camla güçlendirilmiş doldurucu partikülleri çevrelemesiyle meydana gelir. Geleneksel cam iyonomer simanların toz kısmı florealüminosilikat cam partiküllerinden oluşur. Tozunda kalsiyum, silika, alüminyum ve florid bulunurken; poliakrilik, tartarik ve itakonik asit likit kısmını oluşturmaktadır. Geleneksel cam iyonomer simanlar asit-baz reaksiyonuyla sertleşmektedir. Silikat cam partiküllerinin çevresindeki alanlar asidik likit solüsyon ile çözünür; ortama kalsiyum, florid, alüminyum ve diğer iyonlar serbestlenir. Poliakrilik asit polimer zincirinde çapraz bağlar, Kalsiyum iyonlarının karboksil yan gruplar tarafından şelasyona uğramasıyla oluşur. 24-72 saat aralığında kalsiyum iyonlarının yerini reaksiyona

daha sonra giren alüminyum iyonları alır. Artan çapraz bağlar sayesinde mekanik özellikleri daha iyi bir yapı oluşur (4).

Geleneksel cam iyonomer simanların, uzun süreli florid salabilme özellikleri nedeniyle, çürük önleyici bir materyal olduğu kabul görmüştür. İlk 24 saatteki yüksek florid salımı, polimerizasyon reaksiyonu sırasında cam partiküllerinin polialkenoik asit ile temasıyla oluşan bir patlama etkisidir. Başlangıçtaki yüksek florid salımı 1-3 gün sonra hızla azalır, 10-21 gün içinde sabit bir seviyeye ulaşır ve birkaç ay içinde tamamen tükenir. Florid salımındaki bu düşüş materyalin sekonder çürük oluşumuna karşı etkisini azaltır. Yapılan çalışmalar geleneksel cam iyonomer simanların başlangıçta yüksek florid salınımı yaptıklarını, ilerleyen dönemlerde salınan florid miktarının gittikçe azaldığını göstermektedir. Bahşi ve arkadaşlarının yaptıkları çalışmada kullanılan iki geleneksel cam iyonomer simanın (Ketac Molar ve Voco) florid salınımı 1. günden 28. güne kadar belirli aralıklarla ölçülmüş, her ölçümde florid salınımının azaldığı belirlenmiştir (10). Geleneksel cam iyonomer, rezin modifiye cam iyonomer ve bir nanoiyonomer simanın florid salımları bakımından kıyaslandığı çalışmada, en yüksek florid salımı geleneksel cam iyonomerde gözlenmiştir (11).

Fallahinejad-Ghajari ve arkadaşlarının yaptıkları bir çalışmada florid salınımı yapan materyalleri karşılaştırmış; en yüksek miktarda salımı geleneksel cam iyonomer siman, en az salımı ise florid içeren kompozitlerin yaptığını bildirmişlerdir (12). Porenczuk ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada Keta Molar Quick Aplicap (GCİS), ACTIVA (Florid içeren kompozit) ve Tetric EvoCeram (Nanohibrit Kompozit) kıyaslanmış, en yüksek florid salınımı Keta Molar Quick Aplicapde görülmüştür (13). Ancak geleneksel cam iyonomer simanlar, yoğunluk farkına bağlı olarak oral kaviteden florid alabilme özelliğine sahiptir. Hasan ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada florid ile yeniden yükleme sonrasında geleneksel cam iyonomer simanların yüksek miktarda florid salınımı yaptığı görülmüştür (14).

YÜKSEK VİSKOZİTELİ CAM İYONOMER SİMANLAR

Geleneksel cam iyonomer simanların mekanik özelliklerini geliştirmek için yüksek viskoziteli cam iyonomer simanlar geliştirilmiştir. Bu sayede Black II restorasyonlarda kullanımı amaçlanmaktadır. Geleneksel cam iyonomer simanların toz-likit oranının artırılması, partikül boyutunun değiştirilmesi ve poliakrilik asit eklenmesiyle elde edilmiştir. Toz-likit oranı 6:1 veya 7:1'dir. Geleneksel cam iyonomer simanlarda ise bu oran 3:1 veya 4:1'dir (15). Bu simanların polimerizasyonu geleneksel cam iyonomer simanlarla aynıdır. Aşınma direnci, yüzey sertliği, burulma ve basma dayanıklılıkları artırılırken çözünürlükleri azaltılmıştır.

Sertleşme reaksiyonu hemen tamamlandığından, erken dönemde su ile temas etkilerinde fiziksel özellikleri olumsuz etkilenmez. Fluorid salınımları geleneksel cam iyonomer simanlarla benzer miktardadır (16).

Dionysopoulos ve arkadaşları yüksek viskoziteli cam iyonomer siman (Fuji IX GP Capsule), nanoiyonomer (Ketac N100), florid içeren kompozit rezin (Wave), kompomer (Dyract Extra) ve giomer (Beautiful II) materyalinin florid salınımlarını karşılaştırmışlardır. Bu araştırmada en yüksek miktarda florid salımı Fuji IX GP Capsule' de görülürken, bunu sırasıyla Ketac N100, Dyract Extra, Beautiful II ve Wave takip etmiştir (17). Küçük yılmaz yüksek viskoziteli cam iyonomer siman (GC Equia) ve nanoiyonomeri (Ketac N100) karşılaştırdığı çalışmada 49 günlük florid salınımını incelemiştir. Belirli aralılarla yapılan ölçümlerin tamamında GC Equia florid salınımı yüksek bulunmuştur (18). Buna karşın Rolim ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada yüksek viskoziteli cam iyonerin (Vitro Molar) florid salınımı rezin modifiye cam iyonomer simandan (Vitremar) düşük ve geleneksel cam iyonomer siman (Ketac Fil Plus) ile benzer sonuçlar göstermiştir (19).

REZİN MODİFİYE CAM İYONOMER SİMANLAR

Rezin modifiye cam iyonomer simanlar (RMCİS), 1991 yılında diş hekimlerinin kullanımına sunulmuştur. Fiziksel ve kimyasal özellikleri, geleneksel cam iyonomer siman ile kompozit rezinler arasındadır. Geleneksel cam iyonomerlerle aynı temel bileşenleri (baz cam tozu, su, poliasit) içerirler, ancak aynı zamanda bir monomer bileşeni ve ilgili başlatıcı sistemi de içerirler. Monomer tipik olarak 2-hidroksietil metakrilat (HEMA)' dir. Materyal %80 cam iyonomer siman, %20 rezinden oluşmuştur. Likit kısmını HEMA (2-Hidroksietil metakrilat), metakrilat grupları, tartarik asit, poliakrilik asit ve % 8 oranında su oluştururken; toz kısmını florealuminosilikat cam tozları oluşturmaktadır (20). Rezin modifiye cam iyonomerlerde, nötralizasyon (asit-baz reaksiyonu) ve ilave fotopolimerizasyon ile reaksiyon süreci ayarlanır. Elde edilen materyal, bu iki reaksiyonun kombine ürünlerine dayalı olarak karmaşık bir yapıya sahiptir. Ağırlıkça %4-5 hidrofilik rezin monomerlerin [2-hidroksietilmetakrilat (HEMA)] ve fotoaktivatörlerin ilave edilmesiyle, RMCİS' ler görünür ışıkla polimerize olabilmektedirler (21).

Geleneksel cam iyonomer simanlarla kıyaslandıklarında; uzun çalışma zamanı, hızlı sertleşme, erken dönemde daha iyi dayanıklılık, daha estetik görünüm gibi avantajları ön plana çıkmaktadır. Bununla beraber RMCİS'ler geleneksel cam iyonomerin asıl avantajlarını da taşımaktadır. Bunlar; mine/dentinle uyumlu termal genleşme, biyouyumluluk, florid salımı ve diş dokusuna fizikokimyasal bağlanma özellikleridir (4).

Garoushi ve arkadaşları, Dyract (Kompomer), Compglass (Kompomer), AC-TIVA-Restorative (Bioactivecomposite), BEAUTIFIL-II (Giomer) ve GC Fuji II LC (RMCİS) kullanarak; 10 gün boyunca florid salınım değerlerini karşılaştırmışlardır. Tüm ölçüm günlerinde GC Fuji II LC en fazla florid salınımı gösterirken, en düşük salınımı BEAUTIFIL-II göstermiştir. Materyaller arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur (22).

Dziuk ve arkadaşlarının geleneksel ve rezin modifiye cam iyonomer simanları karşılaştırdıkları çalışmada 6 aylık florid salınımı değerlendirilmiştir. Bu çalışmada Fuji ORTHO LC(RMCİS) en yüksek miktarda florid salınımı göstermiştir. Bunu sırasıyla; Fuji ORTHO, Meron Plus QM, Meron ve Ketac Cem Easymix izlemiştir (23). Yapılan çalışmalarda iki materyalin florid salınımları arasında değişken sonuçların olması çeşitli sebeplerle açıklanabilmektedir. Resin modifiye cam iyonomer simanların geleneksel cam iyonomer simanlara kıyasla artan florid salınımı partikül boyutları, florid bileşiklerinin oluşumu, fotokimyasal polimerizasyonda kullanılan rezinin türü, polialkenoik asitlerle etkileşimi, yüksek porözite oranı ve porların daha geniş olmasıyla açıklanabilir (18,24).

POLIASİT MODİFİYE KOMPOZİT REZİNLER (KOMPOMERLER)

Kompomerler, temel olarak geleneksel kompozit rezinlerin estetiği ile cam iyonomer simanların florid salma özelliğini birleştiren yeni bir dental materyal olarak ilk olarak 1990'ların başlarında üretilmiştir. Yapısını %70 kompozit rezin, %30 cam iyonomer siman oluşturur. Kompomerler, florid salınımı yapan silanlanmış silikat ve quartz camlarla birlikte poliasit grupların modifiye edilmesi ile oluşan monomerlere sahiptir. Formülasyonunda su bulunmamaktadır. Bazı kompomerlere, fazla miktarda florid salınımı yapabilmeleri için, modifiye monomerler de eklenmiştir. Polimerizasyon mavi ışıkla başlamaktadır. Materyalin su emilimi gerçekleştikçe asit-baz şelasyonu devam etmektedir. Ayrıca su emilimi florid taşınması için de gereklidir. Bağımsız radikal polimerizasyonu ile materyalin sertleşme reaksiyonunun başlar. Cam iyonomer materyallerde asit-baz şelasyonu su varlığında gerçekleşmektedir. Polimerize matrikse su geçişi aylar içerisinde olmaktadır. Restorasyon içerisinde suyun emilimi ile polikarboksilat ve stronsiyum florosilikat gruplar arasında asit-baz şelasyonu gerçekleşir. Bu reaksiyon ile matriks içerisinde daha fazla sayıda çapraz bağ oluşur ve düşük miktarda florid salınımı gerçekleşir (25).

Kompomerlerde florid, matriksten oral kaviteye salınarak antikaryojenik bir ajan gibi davranır. Yapı içerisinde tuz matriks, hidrojel oluşmadığı için florid salımları sınırlıdır. Kompomerler başlangıç patlama etkisi göstermezler. Kompome-

rin polimerizasyonundan sonra yapı içerisindeki floridın doldurucu partiküllere bağlı kalmasıyla, florid salınım miktarının düştüğü düşünülmektedir (26).

Bu materyalin florid salımı, geleneksel cam iyonomer, yüksek viskoziteli cam iyonomerler ve rezin modifiye cam iyonomer simanlardan çok daha düşüktür. Ek olarak, geleneksel cam iyonomer, yüksek viskoziteli cam iyonomer ve rezin modifiye cam iyonomer simanlar için ilk 24 saate gözlenen florid salınımındaki patlama etkisi, bu materyallerde hala gözlenmemektedir (27,28). Kompomerler, florid salınım miktarı yönünden giomerlere daha yakın bulunmaktadır (27). Düşük miktardaki iyon salınımının, diş sert dokusunda remineralizasyonu indüklediği çalışmalarda gösterilememiştir (29). Kompomerler mine ve dentine bağlanabilmek için bir adezive ihtiyaç duyarlar. Bu adeziv tabaka kompomerden diş sert dokularına iyon geçişine engel olabilir. Bu nedenle kompomerler bioaktif olarak kabul görmezler.

GIOMERLER

Giomer, 'glass iyonomer cement' ve 'resin composite' terimlerinin bir araya gelmesiyle oluşan bir isimlendirmedir. giomerler dehidrate edilmiş ve silanlanmış preaktif doldurucular içermektedir. Kompomerlerle benzer şekilde, giomerlerin iyon salınımı ağız ortamına temas ettikten sonra su emilimine dayanır (29). Uygulamadan sonra florid salınım zirvesi gözlenmez. Adeziv uygulamaya bağlı olarak diş sert dokularına iyon geçişi engellenebilir. Giomerin iyon salınımının yüksek viskoziteli ve rezin modifiye cam iyonomer simanlardan çok daha düşük olduğu gösterilmiştir. Bununla birlikte, giomerler florid iyonları ile şarj edilebilir (30,31). Kelic ve arkadaşları beş farklı restoratif materyalin 168 günlük kümülatif florid salınımlarını kıyaslamışlardır. Bu çalışmada en düşük florid salınımını kompozit rezin (z250) gösterirken, ikinci sırada giomer (Beautiful II) bulunmaktadır (32).

Dasqupta ve arkadaşları yaptıkları çalışmada rezin modifiye cam iyonomer (GP IX Extra), yüksek viskoziteli cam iyonomer (EQUIA Forte Fil), giomer (Beautiful Bulk), kompomer (Dyract XP) ve florid içerikli kompozit (Tetric N-Ceram) florid salınımı yönünden değerlendirilmiştir. 28 gün içerisinde tekrarlayan ölçümler yapılmış, kümülatif florid salınımı en düşük olan materyal kompozit olmuştur. Giomer ise kompozitin ardından gelmektedir (33). Harhash ve arkadaşları giomer (Beautiful Flow Plus), florid içeren nanohibrit kompozit (Tetric N-Flow) ve florid içermeyen nanohibrit kompozitleri (G-aenial Universal Flo) değerlendirdikleri çalışmada 4 hafta süren ölçümler yapmışlardır. Giomer kompozitlere kıyasla daha fazla florid salınımı gerçekleştirirken aralarındaki fark anlamlı bulunmuştur (34).

CAM KARBOMERLER

Cam karbomerler, karbomize nano partiküller eklenmiş cam iyonomer simanlardır. Floroapatit ve nano boyuttaki toz partikülleri içeren bu materyal geleneksel cam iyonomer simanlardan farklıdır. Nanopartiküller sayesinde mineye benzeyen bir yapı oluşturulması amaçlanmıştır. Nanopartiküller, çözünürlüğü azaltırken, baskı ve bükülme direncini arttırmaktadır. Kalsiyum floroapatitnano-kristalleri remineralizasyon kaynağıdır ve floroapatit oluşumunu başlatır. Nano boyutlu partiküller, temas yüzeyini arttırarak, likit (poliakrilik asit) ile temas edildiğinde materyalin kolay sertleşmesini ve remineralizasyon etkisini hızlı göstermesini sağlar. Geleneksel cam iyonomer ve rezin modifiye cam iyonomer ile karşılaştırıldığında ise; daha hızlı sertleşir, daha uzun çalışma zamanı sağlar. Estetik olarak daha başarılı ve translusenttir. Aşınma ve kırılma direnci daha yüksektir. Nano partiküllerin varlığı materyalin mekanik özelliklerini geliştirmiştir. Fluorid salımı ve reşarj özellikleri bulunmaktadır. Cam karbomerler; monomer, rezin, Bisfenol-A ve metal içermez. Klinik endikasyonları cam iyonomer simanlarla benzerdir (35).

Kucukyılmaz ve arkadaşları yaptıkları çalışmada; rezin mofiyeye cam iyonomer (Ketac N100), yüksek viskoziteli cam iyonomer (GC Equia) ve cam karbomer (GCP GlassFill)' in fluorid salınımı ve reşarj özelliklerini karşılaştırmışlardır. 49 günde yapılan on ölçümde GC Equia en fazla fluorid salınımı yaparken, bunu GCP GlassFill takip etmiştir. Ketac N100 ise diğer materyallerle kıyaslandığında çok az miktarda fluorid salınımı gerçekleşmiştir. Materyallerin reşarj özellikleri de fluorid salınımı ile paralellik göstermektedir (18). Bayrak ve arkadaşlarının; giomer (Beautifil II), cam karbomer (GCP GlassFill), amagomer (Amalgomer CR), kompomer (Dyract XP), rezin modifiye camiyonomer (Fuji IX GP) kullanarak yapmış oldukları çalışmada materyallerin fluorid salınım değerlerini karşılaştırmışlardır. GCP GlassFill' in en yüksek miktarda fluorid salınımı gerçekleştirdiğini bildirmişlerdir (36).

FLUORİD İÇEREN KOMPOZİT REZİNLER

Kompozitrezinler, inorganik faz (doldurucu partikül içeren dağılan faz), organik polimer faz (matriks) ve iki bu fazı bir arada tutan ara faz(bağlayıcı ajan) olmak üzere üç farklı temel yapıdan oluşurlar. İçerisinde üretan di-metakrilat, Bis-GMA ve tri-etilen glikol di-metakrilat (TEGDMA) bulunur. İnorganik fazda farklı partikül boyutlarında inert doldurucular bulunur. Bunlar organik matrikse bağlanır. Kompozit rezinler ışık ile polimerize olurlar. Kompozit rezinlerin fluorid salınım özelliği bulunmamaktadır. Ancak son çalışmalarla fluorid bileşikleri içeren kompozitler üretilmektedir. Resin kompozitler fluoridi organik, salınabilen cam veya

inorganik tuzlar olarak içerebilirler. İnorganik fazına kalsiyum florid eklenen kompozitlerin yüksek miktarda florid salımı yaptığı, bununla beraber yeterli mekanik özelliklerinin olduğu gösterilmiştir (37).

Paul ve arkadaşları yaptığı çalışmada florid içeren kompozit (Cention N) ve zirkonyum ile güçlendirilmiş cam iyonomer (Zirkonomer) florid salınımı ve yeniden yüklenmesini karşılaştırmışlardır. 1, 7 ve 14. günlerde Zirkonomer anlamlı derecede daha fazla florid salınımı göstermiştir. Reşarj sonrası florid salınımı ise yine zirkonomerde yüksek bulunmuştur (38). Tiskaya ve arkadaşları yaptıkları çalışmada florid içeren kompozit (Cention N) ve Florid içeren kompozit (Activa)'nın 6 haftalık florid salınımları karşılaştırılmıştır. Cention N anlamlı derecede farklılık göstererek daha fazla florid salınımı yapmıştır (39). Panpisut ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada florid içeren kompozit (Cention N) , rezin modifiye cam iyonomer (Riva) ve rezin modifiye cam iyonomer (Fuji LC) karşılaştırılmıştır. 6 haftalık değerlendirmenin sonucunda Riva en yüksek florid salınımı gerçekleştirmiş, istatistiksel olarak anlamlıdır. Cention N, Fujiden daha fazla florid salınımı gerçekleştirmiş ancak aralarındaki fark anlamlı değildir (40).

SONUÇ

Restorasyonlarda sekonder çürük riskinin yüksek olması, restoratif diş hekimliğinde florid salınımı yapabilen dental materyallerin kullanımını arttırmıştır. Materyallerin florid salınımının olması, floridle yeniden yüklenebilmeleri sekonder çürük oluşumunun önüne geçmektedir. Piyasaya yeni sürülen cam karbomer, florid içerikli kompozit gibi materyallerin florid salımları ile ilgili az sayıda çalışma bulunmaktadır. Bu materyallerin etkilerini daha iyi saptayabilmek için daha çok çalışmaya ihtiyaç duyulmaktadır. Diş hekimlerinin, materyal seçimi yaparken, materyal hakkında yeterli bilgiye sahip olması gerekmektedir.

KAYNAKLAR

1. Farrugia C, Camilleri J. Antimicrobial properties of conventional restorative filling materials and advances in antimicrobial properties of composite resins and glass ionomer cements - A literature review. Dental Materials. 2015.
2. Dean J, Avery D, McDonald R. McDonald and Avery Dentistry for the Child and Adolescent. McDonald and Avery Dentistry for the Child and Adolescent. 2011. 192-201 p.
3. Dionysopoulos D. The effect of fluoride-releasing restorative materials on inhibition of secondary caries formation. Fluoride. 2014;47(3):258-65.
4. Khoroushi M, Keshani F. A review of glass-ionomers: From conventional glass-ionomer to bioactive glass-ionomer. Dent Res J (Isfahan). 2013;10:411-20.
5. Wiegand A, Buchalla W, Attin T. Review on fluoride-releasing restorative materials-Fluoride release and uptake characteristics, antibacterial activity and influence on caries formation. Vol. 23, Dental Materials. 2007. p. 343-62.

6. Burke FM, Ray NJ, Mcconnell RJ. Fluoride-containing restorative materials. *Int Dent J*. 2006;56:33–43.
7. A.U. Y, E. K. Fluoride release and antibacterial properties of new-generation tooth-colored restoratives [Internet]. Vol. 24, Operative dentistry. 1999. p. 297–305. Available from: <http://ovidsp.ovid.com/ovidweb.cgi?T=JS&PAGE=reference&D=emed7&NEWS=N&AN=31325007>
8. American academy of pediatric dentistry. Guideline on pediatric restorative dentistry. *Guidel Pediatr Restor Dent*. 2012;34:214–21.
9. Lohbauer U. Dental Glass Ionomer Cements as Permanent Filling Materials? – Properties, Limitations and Future Trends. *Materials (Basel)* [Internet]. 2009;3(1):76–96. Available from: <http://www.mdpi.com/1996-1944/3/1/76/>
10. Bahsi E, Sagmak S, Dayi B, Cellik O, Akkus Z. The evaluation of microleakage and fluoride release of different types of glass ionomer cements. *Niger J Clin Pract* [Internet]. 2019 Jul 1 [cited 2022 Mar 8];22(7):961–70. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31293262/>
11. 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. *J Dent LOCAL Tehran MES MARCH* [Internet]. 2013;10(2):134–40. Available from: <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=3666073&tool=pmcentrez&rendertype=abstract>
12. Ghajari MF, Torabzadeh H, Safavi N, Sohrabi A, Ardakani FF. Fluoride release from three glass ionomers after exposure to sodium fluoride and acidulated phosphate fluoride gels. *Dent Res J (Isfahan)*. 2014;
13. Porenczuk A, Jankiewicz B, Naurecka M, Bartoszewicz B, Sierakowski B, Gozdowski D, et al. A comparison of the remineralizing potential of dental restorative materials by analyzing their fluoride release profiles. *Adv Clin Exp Med* [Internet]. 2019 [cited 2022 Feb 9];28(6):815–23. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30740943/>
14. Hasan AMHR, Sidhu SK, Nicholson JW. Fluoride release and uptake in enhanced bioactivity glass ionomer cement (“glass carbomerTM”) compared with conventional and resin-modified glass ionomer cements. *J Appl Oral Sci* [Internet]. 2019 Feb 21;27:e20180230. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/30810636>
15. Crowley CM, Doyle J, Towler MR, Hill RG, Hampshire S. The influence of capsule geometry and cement formulation on the apparent viscosity of dental cements. *J Dent*. 2006;34(8):566–73.
16. Dowling AH, Fleming GJP. Are encapsulated anterior glass-ionomer restoratives better than their hand-mixed equivalents? *J Dent*. 2009;37(2):133–40.
17. DIONYSOPOULOS D, KOLINIOTOU-KOUMPIA E, HELVATZOGLOU-ANTONIADES M, KOTSANOS N. Fluoride release and recharge abilities of contemporary fluoride-containing restorative materials and dental adhesives. *Dent Mater J*. 2013;
18. Kucukyilmaz E, Savas S, Kavrik F, Yasa B, Botsali M. Fluoride release/recharging ability and bond strength of glass ionomer cements to sound and caries-affected dentin. *Niger J Clin Pract* [Internet]. 2017 Feb [cited 2018 Dec 18];20(2):226. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28091442>
19. Rolim FG, De Araújo Lima AD, Lima Campos IC, De Sousa Ferreira R, Da Cunha Oliveira-Júnior C, Gomes Prado VL, et al. Fluoride Release of Fresh and Aged Glass Ionomer Cements after Recharging with High-Fluoride Dentifrice. *Int J Dent* [Internet]. 2019 [cited 2022 Feb 9];2019. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31885589/>
20. Nicholson JW. Glass ionomer dental cements: update. *Mater Technol* [Internet]. 2010 Mar 19 [cited 2017 Nov 16];25(1):8–13. Available from: <http://www.tandfonline.com/doi/full/10.1179/17535509X12614966220506>
21. Onal B, Pamir T. The two-year clinical performance of esthetic restorative materials in noncarious cervical lesions. *J Am Dent Assoc* [Internet]. 2005;136(11):1547–55. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16329418>
22. Garoushi S, Vallittu PK LL. Characterization of fluoride releasing restorative dental materials. *Dent Mater*. 2018;30(37(2)):293–300.
23. Dziuk Y, Chhatwani S, Mohlhenrich SC, Tulka S, Naumova EA, Danesh G. Fluoride release from two types of fluoride-containing orthodontic adhesives: Conventional versus resin-modi-

- fied glass ionomer cements-An in vitro study. PLoS One [Internet]. 2021 Feb 1 [cited 2022 Feb 10];16(2). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33635885/>
24. Okte Z, Bayrak S, Fidancı UR, Sel T. Fluoride and aluminum release from restorative materials using ion chromatography. J Appl Oral Sci [Internet]. 2012 [cited 2022 Feb 10];20(1):27–31. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22437674/>
 25. Burke FJT, Fleming GJP, Owen FJ, Watson DJ. Materials for restoration of primary teeth: 2. Glass ionomer derivatives and compomers. Dent Update. 2002;29(1):10–4, 16–7.
 26. Attar N, Turgut M. Fluoride release and uptake capacities of fluoride-releasing restorative materials. Oper Dent. 2003;
 27. Bansal R, Bansal T. A Comparative Evaluation of the Amount of Fluoride Release and Re-Release after Recharging from Aesthetic Restorative Materials: An in vitro Study. J Clin Diagn Res [Internet]. 2015 Aug 1 [cited 2022 Feb 10];9(8):ZC11–4. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26436037/>
 28. Naoum S, Ellakwa A, Martin F, Swain M. Fluoride release, recharge and mechanical property stability of various fluoride-containing resin composites. Oper Dent [Internet]. 2011 Jul [cited 2022 Feb 10];36(4):422–32. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21819201/>
 29. Mass E, Hassan A, Cohen O, Zilberman U. Long-term in-vivo effect of various restorative materials on enamel and dentin of primary molars. Quintessence Int [Internet]. 2017 [cited 2022 Feb 14];48(8):633–8. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28681046/>
 30. Naoum S, Ellakwa A, Martin F, Swain M. Fluoride release, recharge and mechanical property stability of various fluoride-containing resin composites. Oper Dent [Internet]. 2011 Jul [cited 2022 Feb 14];36(4):422–32. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21819201/>
 31. Gururaj M, Shetty R, Nayak M, Shetty S, Vijay Kumar CN. Fluoride releasing and uptake capacities of esthetic restorations. J Contemp Dent Pract [Internet]. 2013 [cited 2022 Feb 14];14(5):887–91. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24685793/>
 32. Kelić K, Par M, Peroš K, Šutej I, Tarle Z. Fluoride-Releasing Restorative Materials: The Effect of a Resinous Coat on Ion Release. Acta Stomatol Croat [Internet]. 2020 [cited 2022 Feb 14];54(4):371–81. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33642601/>
 33. Dasgupta S, Saraswathi MV, Somayaji K, Pentapati KC, Shetty P. Comparative evaluation of fluoride release and recharge potential of novel and traditional fluoride-releasing restorative materials: An in vitro study. J Conserv Dent [Internet]. 2018 Nov 1 [cited 2022 Feb 14];21(6):622. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/316249945/>
 34. Harhash AY, ElSayad II, Zaghoul AGS. A comparative in vitro study on fluoride release and water sorption of different flowable esthetic restorative materials. Eur J Dent [Internet]. 2017 [cited 2022 Feb 14];11(2):174. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/3502560/>
 35. Nicholson JW. Fluoride-Releasing Dental Restorative Materials: An Update. Balk J Dent Med. 2014;
 36. Bayrak GD, Sandalli N, Selvi-Kuvvetli S, Topcuoglu N, Kulekci G. Effect of two different polishing systems on fluoride release, surface roughness and bacterial adhesion of newly developed restorative materials. J Esthet Restor Dent [Internet]. 2017 Nov 12 [cited 2018 Dec 18];29(6):424–34. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28618104>
 37. Xu HHK, Moreau JL, Sun L, Chow LC. Novel CaF₂ nanocomposite with high strength and fluoride ion release. J Dent Res. 2010;89:739–45.
 38. Paul S, Raina A, Kour S, Mishra S, Bansal M, Sengupta A. Comparative evaluation of fluoride release and re-release and recharge potential of Zirconomer Improved and Cention. J Conserv Dent [Internet]. 2020 Jul 1 [cited 2022 Feb 14];23(4):402. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37883777/>
 39. Tiskaya M, Al-eesa NA, Wong FSL, Hill RG. Characterization of the bioactivity of two commercial composites. Dent Mater. 2019 Dec 1;35(12):1757–68.
 40. Panpisut P, Toneluck A. Monomer conversion, dimensional stability, biaxial flexural strength, and fluoride release of resin-based restorative material containing alkaline fillers. Dent Mater J [Internet]. 2020 [cited 2022 Feb 14];39(4):608–15. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32037385/>

