



CONTEMPORARY DENTAL MATERIALS USED IN PEDIATRIC DENTISTRY ÇOCUK DIŞ HEKİMLİĞİNDE KULLANILAN GÜNCEL MATERYALLER

Öyku Peker¹

¹ Mersin University, Pediatric Dentistry, Mersin/TÜRKİYE,
ORCID ID: 0000-0002-3698-6225

Corresponding Author:

Öyku Peker,
Mersin Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Çocuk Diş Hekimliği Anabilim Dalı/TÜRKİYE,
e-mail: oykupeker@hotmail.com, **Phone:**



Abstract

Traditional glass ionomer cements, resin modified glass ionomer cements, compomers, and resin composites are among the restorative materials frequently used in pediatric dentistry.¹ Although it was considered the gold standard in restorative dentistry in the past, amalgam has been used today due to the potential toxicity of mercury and the need for excessive tissue loss during cavity preparation. ^{2,3} For this reason, glass ionomer and resin-based materials are widely used, in accordance with the concept of minimally invasive dentistry, as they provide long-term lifetime and high durability, as well as meeting the aesthetic demands of patients.¹ Glass ionomer cements are easy to apply, They are frequently used due to their ability to bond to dental tissues by chemical bonding, advanced aesthetic properties and being a fluorine reservoir.^{4,5} However, glass ionomer cements have various mechanical and aesthetic disadvantages such as low durability and sensitivity to moisture during polymerization.⁶ Therefore, glass ionomer cements have several disadvantages. new studies are continuing to change the negative properties and increase their durability.^{7,8} Composite resins have a widespread clinical use in pediatric dentistry due to their advanced aesthetic properties, ease of application and adaptability to dental tissues; however, in cases where isolation cannot be provided under ideal conditions, the probability of success decreases in the long term.⁹

Today, the search for dental materials that can be applied with minimally invasive methods without damaging healthy dental tissues comes to the fore, thanks to the increase in adhesion success and significant developments in preventive dentistry practices. The aim of this review is to discuss the advantages and disadvantages of current restorative materials used in pediatric dentistry and to examine the relevant materials.

Keywords: Dental materials, Pediatric dentistry, Review.

Özet

Çocuk diş hekimliğinde sıklıkla kullanılan restoratif materyaller içerisinde geleneksel cam iyonomer simanlar, rezin modifiye cam iyonomer simanlar, kompomerler ve rezin kompozitler bulunmaktadır.¹ Geçmişte restoratif diş hekimliğinde altın standart olarak kabul edilmesine rağmen günümüzde civanın potansiyel toksisitesi ve kavite hazırlığı sırasında fazla doku kaybı gerektirmesi nedeniyle amalgamın kullanımı sınırlandırılmıştır.^{2,3} Bu nedenle cam iyonomer ve rezin esaslı materyaller, minimal invaziv diş hekimliği kavramına uygun olarak, hastaların estetikle ilgili taleplerini karşılamanın yanı sıra uzun süreli kullanım ömrü ve yüksek dayanıklılık sağladıklarından yaygın olarak kullanılmaktadır.¹ Cam iyonomer simanlar, kolay uygulanmaları, diş dokularına kimyasal bağlanma ile bağlanabilmeleri, gelişmiş estetik özellikleri ve flor rezervuarı olmaları sebebi ile sıklıkla kullanılmaktadırlar.^{4,5} Fakat cam iyonomer simanların dayanıklılığının düşük olması ve polimerizasyon sırasında neme hassas olması gibi mekanik ve estetik olarak çeşitli dezavantajları bulunmaktadır.⁶ Bu nedenle cam iyonomer simanlardaki olumsuz özelliklerin değiştirilmesi ve dayanıklılıklarının artırılması için yeni çalışmalar devam etmektedir.^{7,8} Kompozit rezinler, çocuk diş hekimliğinde estetik özelliklerinin gelişmiş olması, kolaylıkla uygulanabilmeleri ve diş dokularına kolayca adapte olabilmeleri nedeniyle klinik olarak yaygın bir kullanım alanına sahiptir; fakat izolasyonun ideal koşullarda sağlanamadığı durumlarda uzun dönemde başarı ihtimali düşmektedir.⁹ Günümüzde, adezyon başarısındaki



artış ve koruyucu diş hekimliği uygulamalarındaki önemli gelişmeler sayesinde sağlam diş dokularına zarar vermeden minimal invaziv yöntemlerle uygulanabilen dental materyal arayışları ön plana çıkmaktadır. Bu derlemenin amacı, çocuk diş hekimliğinde kullanılan güncel restoratif materyallerin avantaj ve dezavantajlarının tartışılması ve ilgili materyallerin incelenmesidir.

Anahtar Kelimeler: Dental materyaller, Çocuk diş hekimliği, Güncel teknikler.

OVERVIEW / GENEL BAKIŞ

Cam İyonomer Simanlar

Wilson ve Kent tarafından 1972 senesinde geliştirilen cam polialkenoat simanlar ve polialkenoat simanlar olarak da adlandırılabilen cam iyonomer simanlar, 1970'li yılların sonlarından itibaren çocuk diş hekimliğine çeşitli kullanım alanlarında yer edinmiştir.^{10,11}

Silikat simanların ve polikarboksilat simanların gelişmiş özelliklerinin bir araya getirilmesi sonucu ortaya çıkan cam iyonomer simanlar; flor rezervuarı olmaları, diş sert dokularına kimyasal olarak bağlanabilmeleri restorasyon kenarlarında çürük önleyici özellik göstermeleri, diş dokularına fiziko-kimyasal bağlanma göstermeleri ve komşu proksimal çürükte remineralizasyonu artırması gibi çeşitli özellikler göstermektedirler.^{12,13,14}

Geleneksel cam iyonomer simanların, özellikle çocuk diş hekimliğinde geniş bir klinik uygulama yelpazesi bulunmasına rağmen fiziksel ve mekanik özelliklerinin geliştirilmesi ve florür salınımının artırılması amacıyla yeni modifikasyonlara ihtiyaç duyulmuştur. Bu doğrultuda, materyale nano-boyutlu doldurucular eklenmiş, biyoseramikler cam tozuna katılmış ve cam partikül boyutları azaltılmıştır.¹⁴

Cam İyonomer Simanların Tipleri ve Kullanım Alanları

Restoratif diş hekimliğinde kullanılan cam iyonomer simanlar 3 kısımda incelenmektedirler.

Tip I: Yapıştırıcı (Luting) cam iyonomer simanlar

Tip II: Restoratif cam iyonomer simanlar

-Anterior estetik bölgelerde kullanılan cam iyonomer simanlar

-Posterior bölgelerde kullanılan güçlendirilmiş cam iyonomer simanlar

Tip III: Taban materyali ve fissür örtücü olarak kullanılan cam iyonomer simanlar ¹⁵



Cam İyonomer Sermet Simanlar

Cam iyonomer simanın tozu içerisinde gümüş, alüminyum, kalay, titanyum dioksit, nikel, krom, paslanmaz çelik, altın gibi metal tozları ilave edilerek aşınmaya daha dayanıklı ve daha sağlam bir materyal elde etmek amaçlanmıştır.^{16,17} Elde edilen karışımlara seramik ve metalin karışımı olan sermet simanlar denilmiştir.¹⁸

Sermet simanların biyouyumluluğu, mine ve dentine adezyonu geleneksel cam iyonomer simanlara benzemekle beraber gümüş partikülleri eklenmesi ile simanın aşınma direnci ve radyoopasitesi arttırılmıştır. Metalle güçlendirilmiş cam iyonomer simanlarda flor salınımı geleneksel cam iyonomer simanlara oranla daha düşüktür. Bunun sebebi materyale eklenen gümüşün veya gümüş florürün, florür iyonlarını bağlaması ve böylece flor salınımı engellemesi ile açıklanabilir.¹⁹

Estetik açıdan yetersiz olan bu simanların kullanımını kısıtlıdır ve daha çok kor materyali olarak kullanılmaktadır.^{7,20}

Yüksek Viskoziteli (Kondanse Edilebilen) Cam İyonomer Simanlar

Kondanse edilebilen (packable) simanlar olarak da isimlendirilen yüksek viskoziteli cam iyonomer simanlar, geleneksel (konvansiyonel) cam iyonomer simanların toz/likit oranları arttırılarak ve partikül boyutlarında değişiklikler yapılarak elde edilmiştir ve konvansiyonel cam iyonomer simanlara göre daha gelişmiş mekanik özelliklere sahiptirler.^{21,22}

Sertleşme reaksiyonları geleneksel cam iyonomer simanlar gibi asit-baz reaksiyonuyla gerçekleşmektedir. Geleneksel cam iyonomer simanlardan farklı olarak bu simanlar daha hızlı sertleştikleri için erken dönemde nem hassasiyeti gibi materyalin dezavantajları ortadan kalkmıştır.²³ Yüksek viskoziteli cam iyonomer simanlar genellikle kooperasyon problemi olan çocuklarda atravmatik restoratif tedavide, çürük aktif çocuklarda fissür örtücü olarak, düşük stres alan bölgelerde veya geçici restoratif materyal olarak kullanılmaktadırlar.^{24,25} Bu simanların, flor serbestleştirme oranları geleneksel cam iyonomer simanlarla benzerdir ve toksik olmamaları, aşınma dirençlerinin yüksek olması ikinci bir polisaj randevusuna gerek duymadan bitim işlemlerinin tamamlanması gibi çeşitli avantajları mevcuttur.^{26,27} Yüksek viskoziteli cam iyonomer simanların sertleşme mekanizmaları, geleneksel cam iyonomer simanlarla aynıdır fakat geleneksel cam iyonomer simanlara göre; çözünürlükleri azaltılmış, yüzey sertliği, aşınma direnci, eğme ve basma dayanımları arttırılmıştır. Bu materyallerin diş dokularına daha kuvvetli bağlanmasını sağlayabilmek adına bir kavite yüzey düzenleme işlemi yapılması gerekmektedir. Bu işlem sayesinde kavite yüzeyi temizlenmekte ve cam iyonomer simanın diş dokusuna bağlanabilmesi için daha uygun bir yüzey tabakası oluşturulmaktadır.¹⁴

Dionysopoulos ve arkadaşlarının yapmış olduğu çalışmada yüksek viskoziteli cam iyonomer siman, nano iyonomer, kompomer ve giomer materyalinin florür salımları karşılaştırmış ve bu



çalışmada da en yüksek flor salımı yüksek viskoziteli cam iyonomerde gözlenirken, bunu sırasıyla nano-iyonomer, kompomer ve giomer izlemiştir.²⁸

Mousavinasab ve Meyers'in yapmış olduğu bir diğer çalışmada ise, yüksek viskoziteli cam iyonomer siman, kompomer ve giomerin florür salımları karşılaştırılmış ve yine en yüksek flor salımının yüksek viskoziteli cam iyonomer simanda olduğu gözlenmiştir.²⁹

Posterior daimi dişlere yapılan kompozit rezin restorasyonların, yüksek viskoziteli cam iyonomer siman restorasyonlara olan üstünlüğünü araştıran bir sistemik derlemede ise kompozit rezinler ile yüksek viskoziteli cam iyonomer simanların başarıları arasında anlamlı bir fark olmadığı görülmüştür.³⁰

Rezin Modifiye Cam İyonomer Simanlar

Rezin modifiye cam iyonomer simanlar, rezin kompozitlerle geleneksel cam iyonomer simanların sentezlenmesi ile her iki restoratif materyalin negatif özelliklerinin kaldırılması ve olumlu özelliklerinin geliştirilmesi amacı ile üretilmişlerdir.³¹ Geleneksel cam iyonomer simanların mekanik özelliklerini geliştirmek adına içerisine HEMA ve hidrofilik monomerler eklenerek geleneksel cam iyonomer simanlara göre daha yüksek bükülme ve çekme direncine sahip olmaları sağlanmıştır.³⁰

Geleneksel cam iyonomer simanların fiziksel özelliklerini arttırmak ve kısa olan çalışma süresini uzatmak amacıyla üretilen rezin modifiye cam iyonomer simanlar %20 oranında kompozit rezin, %80 oranında cam iyonomer simandan oluşmaktadırlar.^{32,7} Yapılan birçok çalışmada rezin modifiye cam iyonomer simanlarla geleneksel cam iyonomer simanlar karşılaştırılmış ve rezin modifiye cam iyonomer simanların başarı oranlarının geleneksel cam iyonomer simanlardan daha yüksek oranda olduğu rapor edilmiştir. Geleneksel cam iyonomer simanlarla kompozit rezinlerin avantajlarının bir araya getirilmesi sonucu oluşturulan bu materyal geleneksel cam iyonomer simanlara göre adezyon, çözünürlük ve dayanıklılık açısından daha başarılı bulunmaktadır. Tüm bunlarla beraber içerisindeki artık monomer (HEMA) salınımı sebebi ile geleneksel cam iyonomer simanlar kadar biyoyumlu olmadığı ve pulpa dokusu üzerinde çeşitli enflamatuar reaksiyonlara sebep olabileceği bildirilmiştir. ³⁰

Cam Hibrit Restoratif Materyaller

Cam hibrit restoratif materyaller, geleneksel cam iyonomer simanlara eklenen yüksek oranda reaktif farklı boyutlardaki küçük cam parçacıkları ile modifiye edilmiş restoratif materyallerdir. Bu modifikasyonları reaktiviteyi arttırmakta ve malzemeyi daha dayanıklı ve daha uzun ömürlü hale getirmektedir.^{33,34} 2007 yılında iki bileşenden oluşan yeni bir restoratif materyal olarak tanıtmıştır. Bu materyal yüksek viskoziteli cam iyonomer siman ve ışıkla sertleşen nano doldurucu coat un birleşiminden oluşmaktadır. Cam hibrit restoratif materyaller çocuk diş hekimliğinde geniş kullanım alanına sahiptir ve klinikte uzun ömürlü daimi restorasyonlar için uygulanmaktadır.^{34,35}



Gümüş Nanopartikülleri İçeren Cam İyonomer Simanlar

Geleneksel cam iyonomerlerin bir bileşeni olan poliakrilik asit, su içeren çözeltilerde, koordine olmamış karboksilat iyonları ve poliakrilat anyonları üretmektedir. Bu iyonlar, gümüş tuzları (Ag⁺) gibi metalik katyonları bağlama yeteneğine sahiptir. Bu prosedürün sonucu olarak cam iyonomerlerin doğal yapısını bozmadan üstün özellikler kazandırdığı varsayılmıştır. Bu özelleştirilmiş simanın (NanoAg-GIC) matrisindeki yüksek gümüş konsantrasyonu, sertleşme süresini arttırmış ve Escherichia coli ve Streptococcus mutans'ın metabolik aktivitesi için de önemli oranlarda hücre inhibisyon bölgeleri göstermiştir.³⁶

Poliasit Modifiye Kompozit Reziner (Kompomerler)

Kompozit rezin ve cam iyonomer simanların kısaltılmasıyla türetilen "kompomer" olarak da adlandırılan poliasit modifiye kompozit rezinler, kompozit rezinlerin yüksek estetik, uygulama kolaylığı ve uzun çalışma süresi ile cam iyonomer simanların flor salma özelliği gibi olumlu özelliklerinin sentezlenmesi ile meydana gelmiştir.³⁷ Poliasit modifiye kompozit rezinler %13 gibi bir oranda flor içermelerine rağmen flor rezervuarı değildirler.³⁸ İçeriğinde farklı oranlarda kompozit rezin ve cam iyonomer siman bulunmakla beraber bu oran genellikle %80 kompozit rezin ve %20 cam iyonomer şeklindedir. Bu materyaller her iki materyalin özelliklerini göstermekle beraber kompozit rezinlere daha çok benzemektedirler.^{39,41} Kompomerler hem ışıkla hem de kimyasal olarak sertleşirler. İlk aşamada, rezinin foto polimerizasyonu ile monomerler arasında çapraz bağlar oluşur ve ilk sertleşme reaksiyonu gerçekleşir. İkinci aşamada ise polimerize olan asit monomeri ağız ortamında tükürük (su) ile temasa geçip, flor içeren cam ile reaksiyona geçerek kimyasal (asit-baz) sertleşmeyi gerçekleştirir. Kompomerlerin klinik uygulamalarında dişin mine dokusuna asitleme yapılmasına gerek yoktur ve farklı bağlayıcı sistemler kullanılabilir. Bununla birlikte, genellikle primer ve adezivin tek şişede kombine edildiği tek basamaklı bağlayıcı sistemler sık tercih edilmektedir. Kompomerlerin diş sert dokularına bağlanması iki mekanizma ile kontrol edilmektedir. Bunlardan birincisi kompomerin içinde bulunan hidrofilik karboksilik asit üniteleri, diğeri ise uygulanan adeziv sistemdeki bonding ajanıdır. Kompomerlerin dişe bağlanmasında geleneksel cam iyonomer simanlardan farklı olarak bağlayıcı sistem kullanılması işlem süresini uzatmaktadır bu da cam iyonomer siman ve rezin modifiye cam iyonomer simana göre bir dezavantajdır.⁴¹

Giomerler

Giomerler cam iyonomer siman ve kompozit rezinlerin özelliklerinin birleştirilmesiyle üretilen restoratif materyallerdir. Cam iyonomer simanların flor salınım özelliklerine ve kompozit rezinlerin ışıkla sertleşme, yüksek estetik ve iyi bir biçimde polisajlanabilme özelliklerine sahiptirler.^{42,43} Son yıllarda geleneksel cam iyonomer simanların biyouyumluluk özelliklerinden yola çıkılarak önceden reaksiyona girmiş cam doldurucu (Pre-Reacted Glass filler- PRG) teknolojisi ile üretilen giomerler



geliştirilmiştir. Giomerler, rezin matris içersine eklenen PRG partikülleri ile geleneksel kompozit rezinlerle kıyaslanabilecek fiziksel ve estetik özellikleri barındıran dental materyallerdir.

PRG teknolojisi iki farklı yöntemle uygulanmaktadır. Fully Reacted Glass filler (F-PRG) teknolojisi ile üretilen ve tam reaksiyona girmiş cam doldurucu içeren giomerler, Reactmer (Shofu Inc., Kyoto, Japan) olarak bilinir. Surface Reacted Glass filler (S-PRG) teknolojisi ile üretilen ve yüzey reaksiyonuna girmiş cam doldurucu içeren giomerler ise Beautifil (Shofu Inc.) jenerik ismiyle üretilmiştir. Beautifil ismiyle üretilen restoratif materyallerin, Reactmer'e oranla daha üstün fiziksel özellikleri ve daha uzun flor salım süresi olduğu ve klinik olarak daha başarılı olduğu gösterilmiştir. Giomerlerde aluminaflora silikat cam, polialkenoik asit ile suda reaksiyona girdikten sonra silika dolduruculu üretilen rezin içine katılır. S-PRG doldurucu içeren materyallerin üstün fiziksel özellikleri ve daha uzun flor salım süresi mevcuttur. Resin matris içersine eklenen PRG partikülleri giomerlere geleneksel kompozitlerle kıyaslanabilecek fiziksel ve estetik özellikler kazandırırken aynı zamanda diş dokusunun remineralizasyonunu da sağlamaktadır. 44 Yapılan çalışmalarda kompozit rezinlerle kıyasla giomerler üzerinde dental plak formasyonu ve bakteri tutulumunun daha az olduğu gösterilmiştir. 45 Giomerlerin bu özelliklerinden ötürü sekonder çürük oluşumunu ve demineralizasyonu %14-35 oranında azalttığı bildirilmiştir. 46 Yapılan in vitro çalışmalarda Giomerler ve RMCİS'lerin eğilme dayanıklılıkları karşılaştırılmış ve giomerlerin dayanıklılığı anlamlı düzeyde yüksek bulunmuştur. 47

Giomerlerin biyoyumluluğunun ise geleneksel CIS'ler, seramikle güçlendirilmiş CIS'ler ve rezin kompozitlere oranla daha iyi olduğu belirtilmiştir. 48 Giomerler, kompozit rezinler gibi diş sert dokularına bir bonding ajan uygulaması ile bağlanmaya ihtiyaç duymaktadırlar. 42,43 Giomerler çocuk diş hekimliğinde daimi dişlerin sınıf 3, 4 ve 5 restorasyonlarında, ön ve arka bölgedeki süt dişlerinin restorasyonlarında, fissür örtücü ve kavite taban maddesi olarak sıklıkla kullanılmaktadır. 49

Cam Karbomerler

Cam karbomerler, flor salınımı sayesinde diş dokularının remineralizasyonunu destekleyen florapatit ve nano partiküller (hidroksiapatit) içeren, cam iyonomer simanlardan geliştirilmiş materyallerdir. 50,51 Cam iyonomer simanların negatif özelliklerini elimine etmek için geleneksel cam iyonomer simanlardan modifiye edilerek üretilmişlerdir. 52 Nano boyutlarda partikül teknolojisi ile mine dokusuna benzeyen bir yapı oluşturmak amaçlanmıştır. 53

Bu partiküller sayesinde mekanik özellikleri gelişmiş ve aşınmaya karşı daha dayanıklı olmuşlardır. 52 Cam karbomerlerin kullanım endikasyonları geleneksel cam iyonomer simanlara benzemekle birlikte geleneksel cam iyonomer simanların kullanımının önerilmediği arayüz ve kole bölgesi çürüklerinde de kullanılabilceği bildirilmiştir. Bu materyalin cam iyonomerlerden farklı olarak ısı uygulaması ile polimerizasyonun materyale üstün mekanik özellikler sağlayacağı ve tam olarak sertleşmesi için gerekli olduğu bildirilmiştir. 54 Yüksek viskoziteli cam iyonomer simanlarla cam



karbomerlerin kıyaslandığı bir çalışmada Yüksek viskoziteli cam iyonomerin cam karbomere göre daha yüksek sertlik değerlerine ve bağlanma dayanımına sahip olduğu bildirilmiştir. 55

Yüksek viskoziteli cam iyonomer siman, kompomer ve cam karbomerin klinik dayanıklılıklarının karşılaştırıldığı 3 yıllık klinik takipli başka bir çalışmada dentin çürüğü bulunan süt dişlerindeki lezyonların atravmatik restoratif tedavi (ART) yöntemi ile restorasyonları yapılmış. Çalışma sonucunda elde edilen verilere göre Yüksek viskoziteli cam iyonomer siman ve kompomerin, cam karbomere göre daha iyi klinik başarı gösterdiği bulunmuştur. 56

Kompozit Reziner

Kompozit rezin, birden fazla birbiri içerisinde çözülmeyen ve birbirlerinden farklı özelliklere sahip seramik, metal ve polimer gibi materyalin karışımı anlamına gelmektedir.57-59 İlk defa 1962 senesinde Dr Ray Bowen tarafından tanıtılan kompozit rezinler diş dokusuna uyumlu renk özellikleri göstermelerinin yanı sıra amalgam restorasyonlar gibi civa içermemeleri, diş dokularına kolay bağlanabilmeleri, fazla mekanik preparasyon ve ek bir polisaj randevusu gerektirmemeleri gibi çeşitli avantajlara sahiptirler.60

Kompozit rezinler yıllar içinde hastaların artan estetik ihtiyaçları sebebiyle yaygın olarak kullanılmaktadırlar ve metal içeren diğer restoratif materyallere kıyasla daha sık tercih edilmektedirler.61

Ormoserler (Organik Olarak Modifiye Edilmiş Seramikler)

İlk olarak 1998 senesinde tanıtılmış olan ormoserlerin diğer kompozit rezinlerden farkı bu materyalin üretimine kadar kompozit rezinlerin inorganik doldurucu partikül boyutlarında ve oranlarında değişiklikler yapılırken organik modifiye seramiklerin geliştirilmesiyle birlikte organik matriksinde de yapısal değişiklikler yapılmaya başlanmış olmasıdır.62,63

Geleneksel kompozit rezinlerden farklı olarak dayanıklılıkları ve aşınma dirençleri daha fazla olan ormoserlerin geleneksel kompozitlerden en temel farkı organik matrikste esas komponent olarak metakrilat polisiloksan kullanılması sonucu dimetakrilat monomer miktarını düşürerek alerjik reaksiyon görülme riskini oldukça azaltmasıdır. Ormoserlerin düşük polimerizasyon büzülmesi, yüksek aşınma direnci, yüksek biyouyumluluğu ve antikaryojenik etkisi olması gibi çeşitli avantajları mevcuttur. Ancak kullanım olarak direkt kompozit rezinlerden farkları görülmemektedir.64

Siloranlar

Yeni bir monomer teknolojisi ile geliştirilen siloranlar, kompozit rezinlerin polimerizasyon büzülmesi gibi olumsuz özelliklerini en aza indirmek için geliştirilmiştir. 65



Siloran matriksi, radikaller aracılığıyla çapraz bağlanan metakrilatların lineer zincir reaksiyonunun aksine siloran monomerinin katyonik halka açma polimerizasyonu ile oluşturulur. Kompozit kimyasındaki ve polimerizasyon reaksiyonundaki bu değişiklik, polimerizasyon büzülmesinde, toplam hacimsel büzülmenin %1'inden daha az bir seviyeye azalma ile sonuçlanmıştır.⁶⁵ Siloran bazlı kompozitler yüksek mekanik özellikleri, biyouyumlu olmaları, hidrofobik yapıda olmaları ve düşük polimerizasyon büzülmeleri göstermeleri sebebiyle metakrilat monomeri içeren kompozit rezinlere alternatif olarak üretilmiştir.^{66,67}

Fiberle Güçlendirilmiş Kompozit Resinler

Fiberle güçlendirilmiş kompozit resinlerin son yıllarda kolay manipülasyonları, gelişmiş mekanik özellikleri, düşük polimerizasyon büzülmesi gibi özellikleri sebebiyle kullanımları artmıştır.^{68,69} Materyali güçlendirmek için yapısında aramid fiber, ultra yüksek molekül ağırlıklı polietilen fiber ve karbon fiber gibi değişik tipte fiberler bulunmakla birlikte diş hekimliğinde en yaygın kullanılan fiberler, yüksek gerilme direnci, estetik ve optik özellikleri sebebiyle cam fiberlerdir.⁷⁰

Diş hekimliğinde bu materyaller sabit diş protezlerinde, core yapılarında, kök kanal tedavisi sonrası final restoratif materyali olarak, periodontal ve travma splintlerinde, ortodontik tel ve retinerlarda kullanılmaktadırlar.⁶⁹

Self-Adeziv Kompozitler

Diş dokularına herhangi bir asit ve adeziv uygulanmasına gerek kalmadan adezyon göstermek üzere tasarlanan doldurucu partiküllere sahip materyaller olarak tanımlanan self-adeziv kompozitler diş dokularına kendiliğinden bağlanma ve kolay uygulanma amacıyla piyasaya sürülmüştür.⁷¹ Self adeziv kompozitler 2009 yılından beri kullanılan düşük viskozite özelliği gösteren restoratif materyallerdir. Geleneksel kompozitlere kıyasla yüzey pörözitesi, su emilimi, düşük estetik özellikleri ve termal genişleme açısından olumsuz özelliklere sahip olmaları nedeniyle kullanımları sınırlıdır.⁶⁹

Bulk-Fill Kompozitler

Geleneksel kompozitlerin, polimerizasyon büzülmesini ve yetersiz polimerizasyon derinliğini azaltmak için 2 mm olarak tabakalı yerleştirilmek durumunda kalınmaları kompozit tabakaları arasında hava kabarcığı kalmasına, yerleştirilen tabakaların birbirine tam olarak adapte olamamasına ve çalışma süresinin uzamasına sebep olmaktadır.⁶⁹ Bulk fill kompozitler üreticiler tarafından geleneksel kompozitlerin olumsuz etkilerini elimine etmek klinik tekniği kolaylaştırmak ve zamandan tasarruf sağlamak için üretilmişlerdir.

Bulk fill kompozitler tek seferde 4 mm kalınlıkta uygulama ile restorasyona imkan sağlamaktadırlar. Bu artan polimerizasyon derinliği, kamferokinon dışındaki difenilfosfin oksit (TPO) ve benzoil germanyum (Ivocerin) gibi fotobaslatıcılar eklenerek baslatıcı sisteminde değişiklikler



yapılmasıyla elde edilmektedir ve bu sayede yetersiz polimerizasyon derinliğinin, polimerizasyon büzülmesinin ve uzun uygulama süresinin önüne geçilmek hedeflenmiştir.^{72,73} Bulk fill kompozitlerin hem akışkan hem de yüksek viskoziteli tipleri mevcuttur. Akışkan bulk fill kompozitlerinin yüksek viskoziteli olanlardan daha iyi polimerizasyon verimliliğine sahip olduğu görülmektedir. Bulk fill kompozitlerin öncelikli olarak estetiğin çok fazla gerekmediği posterior sınıf 1 ve 2 kavite preparasyonlarında kullanılması tavsiye edilir, fakat renk uyumu yeterli görüldüğü takdirde diğer bölgelerde de kullanımları kontrendike değildir.⁷⁴ Bulk-fill kompozitler polimerizasyon yöntemlerine göre ışıkla, kimyasal olarak veya dual cure polimerize olanlar olarak sınıflandırılmaktadırlar.⁷⁵

Dual-Cure Bulk-Fill Kompozitler

Dual-Cure Bulk Fill yapıdaki kompozitler hem ışık aktivasyonu ile hem de kimyasal olarak polimerize olabilen bileşenler içermektedirler. Kompozitin üst yüzey katmanları ışık ile hızlı bir şekilde polimerize olduktan sonra kompozitin alt katmanları daha yavaş olan kimyasal yolla polimerize olmaktadır.⁷⁶ Dual cure bulk-fill kompozit rezinlerin polimerizasyon derinliği sınırlaması olmadan tek bir tabaka halinde kaviteye yerleştirilebileceği iddia edilmektedir.⁷⁷ Dual cure bulk fill kompozitlerin yüzey tabakası ışıkla polimerize olduğu için polisaj işlemleri kolaylıkla uygulanabilmektedir.⁷⁸ Dual cure polimerizasyon sadece ışıkla polimerizasyon sonucu oluşan olumsuz özellikleri ve uzun çalışma süresi ihtiyacını ortadan kaldırmaktadır.⁷⁷

Bioaktif Restoratif Materyaller

Modern yaklaşımlar, vital doku ile aktif olarak etkileşime girebilen ve dokuların içsel onarım ve rejeneratif potansiyellerini indükleyebilen biyomateryallerin kullanımını içermektedir.⁷⁹ Kompozit rezinlerin dayanıklılığını ve cam iyonomer simanların faydalarını birleştiren biyoaktif malzemeler yakın zamanda piyasaya sürülmüştür. Bu materyaller, doğal dişlerin fiziksel ve kimyasal özelliklerini taklit ederek, kompozitlerin sağlamlığını ve estetiğini cam iyonomerlerin tüm faydalarıyla birleştirmek amacıyla üretilmişlerdir.⁸⁰

Son on yılda geliştirilen yeni nesil biyoaktif materyaller, diş hekimliği ve tıbbın her alanında kullanılmaktadır. Bu biyoaktif materyaller, demineralize dentin ve minenin yeniden yapılandırılmasına yardımcı olmak için kalsiyum, fosfat ve diğer spesifik iyonları serbest bırakılmaktadırlar. Bu materyaller konservatif diş hekimliği alanında rejenerasyon, onarım ve rekonstrüksiyon için yaygın olarak kullanılmaktadır ve vital doku üzerinde doğrudan etki ederek iyileşmesini ve onarımını sağlayan farklı form ve bileşimlerde bulunmaktadır.⁷⁹

Alkasit Materyaller

Alkasit restoratif materyaller, kompozit rezinlerin yeni bir alt grubu olarak cam iyonomer simanlara alternatif olarak üretilmiştir. Alkasit, florür, kalsiyum ve hidroksit iyonları salan yeni bir dolgu materyalini ifade eder. Alkasit dolgu materyali, asit saldırısı sırasında hidroksit iyonlarını serbest



birakarak pH seviyelerinin düzenlenmesini sağlar ve bunun sonucunda yüksek miktarda florür ve kalsiyum iyonlarının salınımı yoluyla demineralizasyonun önlenmesine ve remineralizasyona katkıda bulunurlar. 81

İçeriğindeki alkalik doldurucular sayesinde asidi nötralize ederek pH dengesini düzenlerler. Toz ve sıvı fazlardan oluşan bu materyal, toz ve sıvı fazların karıştırılmasından sonra hem kendiliğinden hem de ışıkla polimerize edilebilmektedir. 82

Estetik bir restoratif materyal oluşu, tabakalamaya ihtiyaç duyulmadan uygulanabilmesi, adeziv ajan uygulaması gerektirmemesi, fakat isteğe göre adeziv sistemlerle de kullanıma uygun olması ve dual- cure sertleşme özelliği ile geleneksel dolgu materyallerine alternatif olarak üretilmiştir. Basınç dayanımı geleneksel cam iyonomer simanlara göre çok daha yüksektir ve hem süt hem de daimi dişlerde sınıf I, II ve V restorasyonlarında kullanılabilir. 83

Chole ve arkadaşlarının yapmış olduğu çalışmada alkasit dolgu materyali olan Cention N'nin bükülme mukavemetinin ışıkla sertleşen kompozit rezin ve rezin modifiye edilmiş cam iyonomer simandan daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir. 84

Kaptan ve arkadaşlarının yapmış olduğu bir diğer çalışmada kendiliğinden sertleşen Cention N, test edilen yedi diğer materyal içerisinde en yüksek bükülme mukavemeti ve en düşük yüzey pürüzlülüğü ile umut verici sonuçlara sahip olmasına rağmen, dentine bağlanma kuvveti rezin modifiye cam iyonomer simanlar, geleneksel kompozitler ve kompomerlerden istatistiksel olarak daha düşük bulunmuştur. Bu bulgular bu materyalin kalıcı restoratif materyal olarak kullanımını tartışmalı hale getirmektedir. Cention N yeni geliştirilen bir malzeme olduğundan bu bulguların doğrulanması için daha fazla in vivo ve in vitro çalışmalara ihtiyaç vardır. 82

SUMMARY / SONUÇ

Günümüzde restoratif materyallerin geliştirilmesi ile birlikte özellikle çocuk diş hekimliğinde klinik olarak uygulanabilecek yapısı güçlendirilmiş ve dezavantajları ortadan kaldırılmış yeni materyal arayışları sürmektedir. Son yıllardaki gelişmeler ışığında üretilen yeni dental materyallerin kompozit rezinlere alternatif olarak, yapılacak yeni çalışmalarla klinik pratikte başarı oranlarının ve endikasyonlarının daha da arttırılacağını düşünmekteyiz.

Acknowledgements / Teşekkürler

Funding: None

Conflict of interest: None



References / Referanslar

1. Dhar V, Hsu KL, Coll JA, Ginsberg E, Ball BM, et al. Evidence-Based Update of Pediatric Dental Restorative Procedures: Dental Materials. *J Clin Pediatr Dent.* 2015;39(4):303–10.
2. Mickenautsch S, Yengopal V, Banerjee A. Atraumatic Restorative Treatment versus Amalgam Restoration Longevity: A Systematic Review. *Clin Oral Investig.* 2010;14(3):233–40.
3. Fuks AB. The Use of Amalgam in Pediatric Dentistry: New Insights and Reappraising the Tradition. *Pediatr Dent.* 2015;37(2):125–32.
4. Fm T, Toras FM. Faculty of Dentistry; Umm Al-Qura University; Makkah; Arabia., S.; Hamouda, I. M.; Biomaterials, of D.; Faculty of Dentistry; Mansoura University; Mansoura; Egypt. Effect of Nano Filler on Microhardness, Diametral Tensile Strength and Compressive Strength of Nano-Filled Glass Ionomer. *Int J Dent Oral Sci.* 2017;35(1):413–17.
5. Preston AJ, Mair LH, Agalamanyi EA, Higham SM. Fluoride Release from Aesthetic Dental Materials. *J Oral Rehabil.* 1999;26(2):123–29.
6. Al-Angari SS, Hara AT, Chu TM, Platt J, Eckert G et al. Physicomechanical Properties of a Zinc-Reinforced Glass Ionomer Restorative Material. *J Oral Sci.* 2014;56(1):11–6.
7. Kaya DT, Tiralı ER. Cam İyonomer Simanlardaki Gelişmeler. *A Ü Diş Hek Fak Derg.* 2013;9(7):73-6.
8. Lohbauer U. Dental Glass Ionomer Cements as Permanent Filling Materials – Properties, Limitations and Future Trends. *Materials.* 2009,76–96.
9. Dayangaç B. Kompozit Rezin Restorasyonlar. Güneş Kitabevi. 2000,86-9.
10. Wilson AD, Kent BE. A New Translucent Cement for Dentistry. The Glass Ionomer Cement. *Br Dent J.* 1972; 132(4):133–35.
11. Mount GJ. An Atlas of Glass-Ionomer Cements. A Clinician's Guide 3rd Edition. 2001,187-96.
12. Francisconi LF, Scaffa PMC, de Barros VR, dos SP, Coutinho M, Francisconi PAS. Glass Ionomer Cements and Their Role in the Restoration of Non-Cariou Cervical Lesions. *J Appl Oral Sci.* 2009; 17(5):364-69.
13. Mickenautsch S, Mount G, Yengopal V. Therapeutic Effect of Glass-Ionomers: An Overview of Evidence. *Aust Dent J.* 2011;56(1):10–5.
14. Nezir M, Özcan S. Cam iyonomer materyal- lerin diş dokularına bağlanması ve klinik uygulamaları. Üçtaşlı MB, editör. Güncel Adeziv Yaklaşımlar ve Klinik Adeziv Uygulamalar. 1. Baskı. Ankara: Türkiye Klinikleri; 2022. p.46- 51.
15. Sidhu S, Nicholson J. A Review of Glass-Ionomer Cements for Clinical Dentistry. *J Funct Biomater.* 2016;7(3):16-9.
16. Simmons JJ. The Miracle Mixture. Glass Ionomer and Alloy Powder. *Tex Dent J.* 1983; 100(10):6–12.
17. Albers HF. Tooth-Colored Restoratives: Principles and Techniques; PMPH-USA. 2002,48-9.



18. Robertson T, Heymann HO, Swift EJ. Sturdevant's Art and Science of Operative Dentistry. 2019,164-8.
19. Capan, B. S.; Akyuz, S. Çocuk Diş Hekimliğinde Fluorid Salınımı Yapan Güncel Restoratif Materyaller. Clin Exp Health Sci, 2016, 6.3: 129-34.
20. Donovan TE, Sulaiman TA, Oliveira GMS, Bayne SC, Thompson JY. Dental Biomaterials. Sturdevant's Art and Science of Operative Dentistry. 2019,453-510.
21. Van Duinen RNB, Kleverlaan CJ, de Gee AJ, Werner A, Feilzer AJ. Early and Long-Term Wear of "Fast-Set" Conventional Glass-Ionomer Cements. Dent Mater. 2005; 21(8):716-20.
22. Friedl K, Hiller KA, Friedl KH. Clinical Performance of a New Glass Ionomer Based Restoration System: A Retrospective Cohort Study. Dent Mater. 2011; 27(10):1031-37.
23. Ritter A. Sturdevant's art and science of Operative Dentistry. 7th Edition. 2006,207-10.
24. Frencken JE, Pilot T, Songpaisan Y, Phantumvanit P. Atraumatic Restorative Treatment (ART): Rationale, Technique, and Development. J Public Health Dent. 1996; 56 (3):135-40.
25. Hu JY, Li YQ, Smales RJ, Yip K. Restoration of Teeth with More-Viscous Glass Ionomer Cements Following Radiation-Induced Caries. Int Dent J. 2002;52(6):445-48.
26. Anusavice KJ, Shen C, Ralph Rawls H. Phillips' Science of Dental Materials; Elsevier Health Sciences. 2013, 275-8.
27. Anusavice, K. J. Does ART Have a Place in Preservative Dentistry? Community Dent. Oral Epidemiol. 1999; 27(6):442-48.
28. 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 2013; 32: 296-304.
29. Mousavinasab SM, Meyers I. Fluoride release by glass ionomer cements, compomer and giomer. Dent Res J (Isfahan) 2009; 6: 75-81.
30. Elmacı İ. , Tunçdemir M. T. Restoratif Diş Hekimliğinde Cam İyonomer Simanlar ve Yeni Gelişmeler. Necmettin Erbakan Üniversitesi Diş Hekimliği Dergisi. 2020; 2(2): 69-75.
31. Croll TP, Berg JH, Donly KJ. Dental Repair Material: A Resin-Modified Glass-Ionomer Bioactive Ionic Resin-Based Composite. Compend Contin Educ Dent. 2015; 36(1):60-5.
32. Onal B, Pamir T. The Two-Year Clinical Performance of Esthetic Restorative Materials in Noncarious Cervical Lesions. J Am Dent Assoc. 2005; 136 (11):1547-55.
33. Šalinović I, Stunja M, Schauerl Z, Verzak Ž, Malčić AI, Rajić VB. Mechanical Properties of High Viscosity Glass Ionomer and Glass Hybrid Restorative Materials. Acta Stomatologica Croatica. 2019;53(2):125-131.
34. Mickenautsch S. High-Viscosity Glass-Ionomer Cements for Direct Posterior Tooth Restorations in Permanent Teeth: The Evidence in Brief. J Dent. 2016;55(7):121-23.
35. Kutuk ZB, Ozturk C, Cakir FY, Gurgan S. Mechanical Performance of a Newly Developed Glass Hybrid Restorative in the Restoration of Large MO Class 2 Cavities. Niger J Clin Pract. 2019;22(6):833-41.



36. Khubchandani M, Thosar N R, Dangore-Khasbage S, et al. (July 17, 2022) Applications of Silver Nanoparticles in Pediatric Dentistry: An Overview. *Cureus* 14(7): e26956.
37. Cildir SK, Sandalli N. Fluoride Release/uptake of Glass-Ionomer Cements and Polyacid-Modified Composite Resins. *Dent Mater J.* 2005; 24(1):92-7.
38. Hes KMY, Leung SK, Wei SHY. Resin-Ionomer Restorative Materials for Children: A Review. *Aust Dent J.* 1999;44:(1)-11.
39. Meyer JM, Cattani-Lorente MA, Dupuis V. Compomers: Between Glass-Ionomer Cements and Composites. *Biomaterials* 1998; 19(6):529-39.
40. Kanik Ö, Türkün Ş. Restoratif Cam İyonomer Simanlarda Güncel Yaklaşımlar. *EÜ Dişhek Fak Derg.* 2016; 37(2):54-65.
41. Altan H. , Altan A. , Arslanoğlu Z. Cam İyonomer Siman, Türevleri ve Cam Karbomer Siman. *ADO Klinik Bilimler Dergisi.* 2013; 6(4): 1319-1322.
42. Deliperi S, Bardwell DN, Wegley C, Congiu MD. In Vitro Evaluation of Giomers Microleakage after Exposure to 33% Hydrogen Peroxide: Self-Etch vs Total-Etch Adhesives. *Oper Dent.* 2006; 31(2):227-32.
43. Quader SMA, Shamsul Alam M, Bashar AKM, Gafur A, Al Mansur M. A. Compressive Strength, Fluoride Release and Recharge of Giomer. *Update Dent Coll J.* 2013;2(2):28-37.
44. Demir N. Diş Hekimliğinde Yeni Bir Materyal: Giomerler. *ADO Klinik Bilimler Dergisi.* 2017; 8(2): 1543-1548.
45. Saku S, Kotake H, Scougall-Vilchis RJ, Ohashi S, Hotta M, Horiuchi S, Hamada K, Asaoka K, Tanaka E, Yamamoto K. Antibacterial activity of composite resin with glass-ionomer filler particles. *Dent Mater J.* 2010;29:193-8.
46. Naoum S, Ellakwa A, Martin F, Swain M. Fluoride release, recharge and mechanical property stability of various fluoride-containing resin composites. *Oper Dent.* 2011;36:422-32.
47. Sulaiman E, Yeo YM, Chong YT. The flexural strengths of five commercially available tooth-coloured restorative materials. *Annal Dent Univ Malaya.* 2007;14:39-45.
48. Mohamed-Tahir MA, Tan HY, Woo AA, Yap AU. Effects of pH on the microhardness of resin-based restorative materials. *Oper Dent.* 2005;30:661- 6.
49. Noor Saira Wajid Najma Hajira. Giomer-The intelligent particle. *Int J Dent Oral Health.* 2015;2(4):1-5.
50. Menne-Happ, U.; Ilie, N. Effect of Gloss and Heat on the Mechanical Behaviour of a Glass Carbomer Cement *J Dent.* 2013; 41(3):223-30.
51. Chen X, Du MQ, Fan MW, Mulder J, Huysmans MCDNJM, Frencken JE. Caries-Preventive Effect of Sealants Produced with Altered Glass-Ionomer Materials, after 2 Years. *Dent Mater.* 2012; 28(5):554-60.
52. Cehreli SB, Tirali RE, Yalcinkaya Z, Cehreli ZC. Microleakage of Newly Developed Glass Carbomer Cement in Primary Teeth. *Eur. J. Dent.* 2013;7(1):15-21.
53. Zainuddin N, Karpukhina N, Law RV, Hill RG. Characterisation of a Remineralising Glass Carbomer® Ionomer Cement by MAS-NMR Spectroscopy. *Dent Mater.* 2012;28(10):1051-58.



54. Dülgergil Çt, Ertürk At. Diş hekimliği restoratif uygulamalarında yeni materyal olarak cam karbomer simanlar. Atatürk Üniv Diş Hek Fak Derg 2016;26:517-523
55. Olegário IC, Malagrana APVFP, Kim SSH, et al. Mechanical properties of high-viscosity glass ionomer cement and nanoparticle glass carbomer. J Nanomater 2015;2015.
56. Olegário IC, Hesse D, Mendes FM, Bonifácio CC, Rag- gio DP. Glass carbomer and compomer for art restorations: 3-year results of a randomized clinical trial. Clin Oral Investig 2019;23:1761-1770.
57. Shalaby SW, Salz U. Polymers for Dental and Orthopedic Applications; CRC Press. 2006,87-9.
58. Lutz F, Phillips RW. A Classification and Evaluation of Composite Resin Systems. J Prosthet Dent. 1983;50(4):480-88.
59. Hickel R, Dasch W, Janda R, Tyas M, Anusavice K. New Direct Restorative Materials. Int Dent J. 1998;48(1):3-16.
60. Hilton TJ, Broome JC. Direct Posterior Esthetic Restorations. Summitt JB, Robbins JW, Hilton TJ, Schwartz RS. Fundamental of operative dentistry. 3rd ed. Chicago: Quint Publishing Co 2006,315-17.
61. Rodolpho PADR, Da Rosa Rodolpho PA, Donassollo TA, Cenci MS, Loguércio AD, et al. 22-Year Clinical Evaluation of the Performance of Two Posterior Composites with Different Filler Characteristics. Dental Materials. 2011;27(10):955-63.
62. Craig RG. Craig's Restorative Dental Materials; Mosby. 2006,105-8.
63. Dayangaç B. K. Kompozit Rezin Restorasyonlar Quintessence Yayıncılık. Ankara 2011,108-65.
64. Türkün LS. Kompozit Rezinlerde Güncel Yaklaşımlar. Eü Diş Hek Fak Derg. 2015;1(1):8-13.
65. Maghaireh GA, Taha NA, Alzraikat H. The Silorane-Based Resin Composites: A Review. Oper Dent. 2017; 42(1):24-34.
66. Guggenberger R, Weinmann W. Exploring beyond Methacrylates. Am J Dent. 2000;13(1):82-4.
67. Gökçe YDD, Özel MDE. Kompozit Restorasyonlarda Son Gelişmeler. Ankara Univ Hekim Fak Derg. 2005;1(3):52-60.
68. Sfondrini MF, Vallittu PK, Lassila LVJ Viola A, Gandini P, Scribante A. Glass Fiber Reinforced Composite Orthodontic Retainer: In Vitro Effect of Tooth Brushing on the Surface Wear and Mechanical Properties. Materials 2020;3(5),13-17.
69. Celik C. Güncel Kompozit Rezin Sistemler. Turkiye Klinikleri Journal of Medical Sciences 2017;3 (3):128-37.
70. Sfondrini MF, Vallittu PK, Lassila LVJ Viola A, Gandini P, Scribante A. Glass Fiber Reinforced Composite Orthodontic Retainer: In Vitro Effect of Tooth Brushing on the Surface Wear and Mechanical Properties. Materials 2020;(5),13-17.
71. Ferracane JL, Stansbury JW, Burke FJT. Self-Adhesive Resin Cements - Chemistry, Properties and Clinical Considerations. J Oral Rehabil. 2011;38(4):295-314.



72. Gonçalves F, Campos LM, de P Rodrigues-Júnior EC, Costa FV, Marques PA et al. A Comparative Study of Bulk-Fill Composites: Degree of Conversion, Post-Gel Shrinkage and Cytotoxicity. *Braz. Oral Res.* 2018; 32(1):17-8.
73. Bucuta S, Ilie N. Light Transmittance and Micro-Mechanical Properties of Bulk Fill vs. Conventional Resin Based Composites. *Clin Oral Investig.* 2014;18(8):1991–2000.
74. Ahmed, H. Craig's Restorative Dental Materials, Fourteenth Edition. *Br Dent J.* 2019; 226(1):9–9.
75. Zaruba M, Wegehaupt FJ, Attin T. Comparison between Different Flow Application Techniques: SDR vs Flowable Composite. *J Adhes Dent.* 2013;15(2):115–21.
76. Wang R, Liu H, Wang Y. Different Depth-Related Polymerization Kinetics of Dual-Cure, Bulk-Fill Composites. *Dental Materials.* 2019;35(8):1095–1103.
77. Vandewalker JP, Casey JA, Lincoln TA, Vandewalle KS. Properties of Dual-Cure, Bulk-Fill Composite Resin Restorative Materials. *Gen Dent.* 2016;64(2):68–73.
78. Chesterman J, Jowett A, Gallacher A, Nixon P. Bulk-Fill Resin-Based Composite Restorative Materials: A Review. *Br Dent J.* 2017;222(5):337–44.
79. Singh, D. A. P. S. Bioactive Material in Pediatric Dentistry. *UNIVERSITY JOURNAL OF DENTAL SCIENCES*, 2021;7(2): 117-123
80. Lardani, L.; Derchi, G.; Marchio, V.; Carli, E. One-Year Clinical Performance of Activa™ Bioactive-Restorative Composite in Primary Molars. *Children* 2022, 9, 433. <https://doi.org/10.3390/children9030433>
81. Egil, E. Long term Fluoride Release of Newly Developed Alkaside Based Restorative Material . *Erzincan University Journal of Science and Technology* 2020:13 (3) , 1281-1288
82. Kaptan, A.; Oznurhan, F.; Candan, M. In Vitro Comparison of Surface Roughness, Flexural, and Microtensile Strength of Various Glass-Ionomer-Based Materials and a New Alkaside Restorative Material. *Polymers* 2023;15,650.
83. Özmen B, Kaya Z. Yeni Bir Dolgu Maddesi Olan Cention N' in Radyoopasitesinin Değerlendirilmesi. *Acta Odontol Turc* 2023;40(2):43-7
84. Chole, D.; Shah, H.; Kundoor, S.; Bakle, S.; Gandhi, N.; Hatte, N. In Vitro Comparison of Flexural Strength of Cention-N, BulkFill Composites, Light-Cure Nanocomposites And Resin-Modified Glass Ionomer Cement. *IOSR J. Dent. Med. Sci. (IOSR-JDMS)* 2018, 17, 79–82.