

CAM İYONOMER SİMANLARIN FİZİKSEL MEKANİK BİYOKİMYASAL ÖZELLİKLERİ VE UYGULANIMLARI YÖNÜNDE DEĞERLENDİRİLMESİ

Yasemin Benderli¹

Yayın kuruluna teslim tarihi : 6.7.1993
Yayın kuruluna kabul tarihi : 8.4.1994

ÖZET

Kullanım alanları ve üreticilerine bağlı olarak, bazı farklılıklar taşımakla beraber, genel olarak cam iyonomer simanlarının yapısı, kalsiyum floro-alumino silikat cam tozları ve poliakrilik asidin akıcı solusyonu, itakonik asit, tartarik asit içeren kopolimer bileşiminden ibarettir. Yapısal özellikleri nedeniyle diş doku kayıplarını en iyi şekilde karşılayabilecek nitelikte materyaller oldukları çeşitli çalışmalarla ortaya konmuştur. Materyalin yapısına katılan, küresel gümüş alaşım tozları ve sinterlenmiş cam-metal tozları dolayısıyla aşınmaya direncinin önemli ölçüde arttığı bildirilmiştir. Cam iyonomer simanları sekonder çürükleri önlemek açısından diğer dolgu maddelerine göre daha üstün özelliklere sahiptir. Bunun başlıca nedeni, yapılarında florür iyonu bulunması ve bunu serbestleyebilme yeteneğinde olmalarıdır. Ayrıca diş dokularına kimyasal olarak, mine ve dentin dokusunun hidroksiapatitine kalsiyum iyonları ile şelasyon reaksiyonu sonucu bağlanması bu dolgu maddesinin dişte fazla madde kaybı olmaksızın kullanılmasını sağlayan üstün bir özelliğidir. Canlı dokuya etkisine ilişkin özelliklerinin bilinmesi, bırakılacak sağlıklı dentin kalınlığını, yüzey özelliklerine ilişkin karakterinin anlaşılması, klinik uygulamasının başarısını belirlemek açısından son derece önemlidir.

Anahtar sözcükler: Cam iyonomer simanı, yapısal özellikler, biyolojik uygunluk.

1. Cam İyomer Simanlarının Bileşimine İlişkin Özellikleri:

İlk olarak 1970'li yılların başında, Wilson ve Kent (43) tarafından formüle edilmiş olan cam iyonomer simanlar, yapısal bazı değişiklikler ile birlikte son on yıllık süre içinde klinik uygulamalara girmiş, sahip olduğu özellikler ve kullanım alanları kabul görmüştür.

ABSTRACT

THE PHYSICAL MECHANICAL BIOCHEMICAL PROPERTIES OF GLASS IONOMER CEMENTS AND THE EVALUATION OF THEIR APPLICATION

Although glass ionomer cements have got some differences according to their manufacturers and usage, they generally contain calcium floro-alumino silicat glass powder and polyacrylic acid, itaconic acid and tartaric acid. Studies showed that these materials can compensates the loss tissues of the tooth very well due to structural properties. Cermet cements containing silver-glass particules are more resistable to pressure. Using glass ionomers prevent seconder caries due to releasing of flourur ions. These materials produce chemical bonding with tooth tissues. So dentists can treat the teeth very conservatively. In addition to this, the remaning dentin thickness onto the pulp is very important for the reaction of pulp to glass ionomer cements Surface characteristics and usage procedures of the glass ionomer cements affect the clinical success.

Key words: Glass ionomer cement, structural properties, biocompatibility.

Gelişimin ilk yıllarında, silikat cam tozları ve poliakrilik asit bileşiminde olan bu simanlar, özelliklerinin iyileştirilmesi için yapılan değişikliklerden sonra esas olarak günümüzde kullanılan içeriğine ulaşmıştır. Kullanım alanları ve üreticilerine bağlı olarak ufak bazı farklılıklar taşımakla beraber, günümüzde kullanılan cam iyonomer simanlarının yapısı, kalsiyum floro-alumino silikat cam tozları ve poliakrilik asidin akıcı solusyonu, itakonik asit, tartarik asit içeren kopolimer birleşiminden ibarettir (9, 18, 32).

Formül yapısındaki gelişmeler, daha iyi mekanik kuvvetlerin ortaya çıkmasına, yarı şeffaflığın artmasına ve daha hızlı olgunlaşma süresine ulaşılmasını sağlamıştır. Özellikle, tartarik asidin bu bu materyalin yapısına girmesi (cam iyonomer simanların yapısında yer alması) daha alçak düzeyde fluorür içeren cam partiküllerin kullanımına imkan tanımıştır. Bu sayede materyalin opasitesi azalmıştır (18).

Cam iyonomer simanlarının, basınç dayanım kuvveti, sertlik değeri ve opasite özellikleri açısından dentin dokusuna yakınlık ve benzer özellikler göstermesi, kayba uğramış dentin dokusunu karşılayabilecek karakterde bir materyal olduğunu göstermektedir (15).

Materyal, toz ve likit formda iki ayrı yapının bir araya getirilmesi ile elde edilmektedir. Toz formunda olan kısmında, iyon serbestleyebilen çapları ortalama 20 µm olan silika cam partikülleri, alümina ve kalsiyum fluorür içeriği hakimdir (15). Likit formunda olan kısmında ise genel olarak poliakrilik asidin polimer kopolimer solusyonu yer alır. Ancak bazı cam iyonomer siman tiplerinde, poliakrilik asit yapısı yerine polimaleik asit kullanılmış ve bu sayede daha fazla karboksil grubu içeren bir yapı elde edilmiştir (18).

Bir restoratif materyalinin periyodik kontrollerinde radyografik incelemeler yapılması gerekli olduğu için, cam iyonomer simanlarının da bu gereksinime cevap verecek yapıda olması arzu edilmiştir. Bu yönde yapılan çalışmalar sonucunda, istenen radyopaklık için simanın yapısına Stronsyum (Sr), Baryum (Br) katılmasının veya cam partiküllerin gümüş ile işleme tabi tutulmasının başarılı sonuçlar verdiği anlaşılmıştır (32).

Cam iyonomer simanlarının, fiziksel ve mekanik yönden incelenmesi sonucu poröz bir yapıya sahip olma eğiliminde olmaları nedeni ile abrazyon (aşınma) direnci ve kırılma dayanımı yönünden yeterince kuvvetli olmadıkları belirlenmiştir (18, 19). Bu gerçek, baz materyali aynı olmakla beraber, bazı katkı maddeleri içeren ve farklı işlemler ile elde edilen iyonomer simanların oluşturulmasına neden olmuştur (19, 31).

Seramik-metal içeriği dolayısıyla kısaca "Sermet simanları" adı ile ifade edilen, yapısında gümüş bulunan iyonomer simanları ile bir dizi çalışma yapan araştırmacılar bu materyalin mekanik özelliklerinin, cam iyonomer simanına göre daha üstün olduğu fikrinde birleşmektedirler (19, 31).

Mc Lean (19), 1985'de yayınladığı makalesinde, cam sermet simanlarının, metal siman formunun asitler ile reaksiyona girmesi sayesinde meydana gelen

sinter'lenmiş cam-metal tozlarından oluştuğunu belirtmiş ve cam sermet simanlarının, metal tozunun cam materyaline kuvvetli bir şekilde bağlanması dolayısıyla aşınmaya direncinin önemli ölçüde arttığını ortaya koymuştur.

Simmons (31), 1990 yılında, küresel gümüş alaşım tozları eklenen hidröz restoratif cam iyonomer simanlarının iyileşen fiziksel özelliklerini incelediği çalışmada simanın koyu vizkoziteli ve el ile hızlı bir şekilde karıştırılması durumunda, bu özelliklerinin çok daha üstün bir hal aldığını ve kolay bir şekilde kuron formunun verilebildiğini saptamıştır.

2. Cam İyonomer Simanların Fiziksel ve Biokimyasal Özellikleri:

Cam iyonomer simanları ile yapılan araştırmalar, bu materyalin bazı özellikleri yönünden, diğer simanlara göre daha tercih edilebilir olduğunu ortaya koymuştur (10, 14, 15, 29, 35, 36).

2.1. Cam iyonomer simanlarının iyon serbestleme özelliği ve bu konuda yapılan çalışmalar:

Bu simanların, fluorür serbestleme yetenekleri ve diş yüzeyi ile iyon alışverişi yapabilme özelliklerinden ötürü dinamik bir yapıda olduğu kabul edilmektedir (2, 10, 14, 35).

Cranfield ve ark. (10), 1982 yılında cam iyonomer simanından fluorür iyonunun serbestlenmesi üzerine etki eden faktörleri incelemek üzere gerçekleştirdikleri çalışmada, materyallerden 13 hafta sonunda serbestlenen fluorür miktarını, toz/likit oranının serbestlenen fluorür miktarı üzerine etkisini, ortamın pH'sının fluorür iyon serbestlenmesi ile ilişkisini incelemişlerdir. Sonuç olarak, fluorür serbestlenmesinin, ilk hafta içinde en yüksek düzeyde olduğunu, ortamın pH'sının bu olayda etkili olabileceğini ortaya koymuşlardır.

Serbestlenen fluorür miktarını belirlemeyi amaçlayan yine bir grup araştırmacı, cam iyonomer simanlarında var olan fluorürün, yaklaşık olarak silikat simanların sahip olduğu miktarda ve serbestlenme süresinde olduğunu ortaya koymuştur(35).

Siman yapısından fluorür iyonunun serbestlenmesi konusunda pek çok araştırmacının birbirini desteklemesi yanında, son yıllarda yapılan incelemeler, serbestlenen iyon miktarının cam iyonomer siman çeşitleri arasında farklılık gösterdiğini kanıtlamıştır (17).

Cam iyonomer simanlarının fluorür iyonu serbestleme özelliklerinin belirlenmesi, bu simanların mine çözünürlüğü ve çürük gelişimine etkisi konula-

rını gündeme getirmiştir. Araştırmacıların bu yönde yaptığı çalışmalar, materyalin mine çözünürlüğü üzerine olumlu bir etkisi olduğunu belirlemiştir (14, 34). Berg ve ark. 1988 yılında, aynı konuda gerçekleştirdikleri çalışmalarında, altı aylık postoperatif radyografik incelemeler sonucunda, lezyonların ilerlemesinin durduğunu ve remineralizasyonunun meydana geldiğini ortaya koymuşlardır (2).

Antikaryojenik özellikleri yanında, antimikrobiyal özellikleri açısından da incelenen bu simanların, serbestlenen florür iyonları aracılığı ile bu bakımdan da üstün özellikler kazandığı silikat simanlarına benzer antikaryojenik bir yapı gösterdiği, tekrarlayan çürüklerin şiddetini ve etki alanını azalatabildiği belirtilmiştir (35, 36).

Scherer ve ark. (29), 1989 yılında gerçekleştirdikleri çalışmalarında bu konuyu daha ayrıntılı bir şekilde ele almışlar ve cam iyonomer simanlarının dört tip bakteri üzerine etkisini incelemişlerdir. Elde edilen sonuçlar, bu materyallerin ölçülebilir inhibisyon kuşakları ürettiğini göstermiştir.

2.2. Cam iyonomer simanlarının diş dokularına bağlanabilmesi ve bu özelliği etkileyen faktörler ile ilgili araştırmalar:

Cam iyonomer simanları, diş dokularına kimyasal bağlanabilme yeteneğindedir. Bu bağlanma, materyalin, dentin ve mine dokusunun hidroksiapatinin kalsiyum iyonları ile şelasyon reaksiyonu oluşturması sayesinde meydana gelmektedir (15).

Materyalin başarısı açısından üstün bir özellik olan bu tip bir bağlanmanın şiddeti ile ilgili çalışmalar yapan araştırmacılar, çeşitli faktörlerin etkisi altında bu olayın olumlu ya da olumsuz yönde etkilendiğini belirlemişlerdir.

Cam iyonomer simanların diş dokularına ve özellikle dentin dokusuna bağlanmasını ele alan bir grup araştırmacı, dentin yüzeyine mineralize ITS* solusyonu uygulanması durumunda, polikarboksilat simanları ve cam iyonomer simanının dentine bağlanma kuvvetini belirlemek ve karşılaştırmak amacıyla yaptıkları araştırmada, bu uygulamanın her iki siman ve dentin arasında önemli ölçüde bağlanma kuvveti sağladığı sonucunu elde etmişlerdir (6).

Dentin yüzeyinin kimyasal solusyanlar ile temizlenmesinin bağlanma olayına etkisini araştıran bir başka araştırmacı grubu ise, poliakrilik asit ve tannik asit gibi yüksek molekül ağırlıklı yapılar içeren hidrojen bağlayıcı fonksiyonel grupların uygulanması so-

nucu, en etkili yüzey hazırlığının sağlandığını ve bu sayede cam iyonomer simanının dentine bağlanma şiddetinin arttığını belirlemişlerdir. Araştırmaya katılan, sitrik asit ve EDTA** gibi alçak molekül ağırlıklı ajanların ise, kalsifiye yapıyı çözerek yüzeyleri oldukça değiştirdiklerini ve bağlanma olayında çok az etki yaptıklarını ortaya koymuşlardır (27).

Cam iyonomer simanlarının dentine bağlanma kuvvetlerini artırıcı olarak, dentinin kimyasal solusyonlar ile temizlenmesinin etkisini araştıran çalışmalar yanında, mekanik olarak temizlenmesinin bu olaydaki rolünü inceleyen araştırmalar da ele alınmıştır (1, 12).

Aboush ve Jenkins (1), ağız içinde uygulanabilir dentin yüzey hazırlık işlemlerinin, bağlanma kuvvetine olan etkisini saptamak amacı ile gerçekleştirdikleri çalışmalarında, pürüzlü dentin yüzeyinin cam iyonomer simanların bağlanma kuvveti üzerine zıt etki yaptığı, pomza veya temizleyici toz püskürtme yolu ile dentin yüzeyinin temizlenmesinin, bağlanma için uygun şartlar oluşturduğu sonuçlarını elde etmişlerdir.

Dentine bağlanma şiddetinin cam iyonomer simanının çeşidinden ne yönde etkilendiği konusunun, farklı çalışmalar ile incelenmesi sonucu, siman tiplerinin bu olayda çok büyük farklılığa yol açmadığı, bağlanma şiddetleri arasında istatistiksel yönden anlamlı bir farklılığın söz konusu olmadığı anlaşılmıştır (12, 37). Ancak Aboush ve Jenkins(1), 1986 yılında yaptıkları araştırmalarında, anhidroz cam iyonomer restoratif materyallerinin, denenen diğer tipteki iyonomer simanlardan çok daha yüksek değerlerde bağlanma kuvveti sağladığını belirlemişlerdir.

Diş dokusunun çeşidi ile, simanın bağlanma kuvveti arasındaki etkileşimi incelemeyi amaçlayan Walls ve ark. (42), 1988 yılında düzenledikleri çalışmalarında, cam iyonomer simanlarının sürekli diş dentinine, süt dişi dentininden daha kuvvetli tutunabildiğini saptamışlardır.

3. Cam İyonomer Simanlarının Canlı Dokuya Etkisi:

Klinik uygulamaları açısından pek çok üstün özellik taşıyan cam iyonomer simanlarının, canlı doku üzerinde ne tip bir etki yaratacağı konusu, pek çok araştırmacı tarafından ele alınıp incelenmemiştir (3, 5, 8, 13, 33, 38).

Bu konudaki çalışmalardan edinilen bilgiler, iyonomer simanlarının uygulanması sonucu, sağlıklı dentin kalınlığına bağlı olarak değişen şiddetlerde ve

* Isotonic solüsyon

** Etilendiamin tetraasetik asit

tolere edilebilecek düzeyde reaksiyonun, postoperatif hassasiyetin gelişebildiğini göstermiştir. Ayrıca, Simanın toz-likit oranının da bu olayda rol oynadığı, meydana gelen aşırı hassasiyet reaksiyonunun polikorboksilat simanlarına karşı oluşan cevaba benzediği belirtilmiştir. (13, 33, 38).

Blackman ve ark.(3), 1989 yılında yaptıkları çalışmalarında, cam iyonomer sermet simanlarının biyolojik uygunluğunu değerlendirmeyi amaçlamışlar ve çalışmalarını in vivo olarak gerçekleştirmişlerdir. Kontrol grubu olarak çinko oksit öjenol simanını alan araştırmacılar, her iki materyalin başlangıç ve 30 gün sonraki evrelerinde hafif şiddette bir iltihaplanmaya neden olduğunu, şiddetli iltihaplanma cevabının hiç bir grupta alınmadığını, gelişen orta derecedeki iltihabın çok iyi tolere edilebildiğini saptamışlardır.

Caughman ve ark. (5), 1990 yılında cam iyonomer simanlarının sitotoksik potansiyellerini değerlendirdikleri çalışmalarında, gingival fibroblastlar ve oral epitelyal hücreler üzerinde bu materyalin etkilerini araştırmışlardır. Sonuç olarak, cam iyonomer simanları etkisiyle, morfolojik yönden hasar gözlenmediği, ancak gingival fibroblastlarda makromoleküler sentezlerin inhibisyonu sağladığı ortaya konmuştur.

4. Cam İyonomer Simanlarının Yüzey Özellikleri ve Bu Konuda Yapılmış Olan Araştırmalar:

Çiğneme kuvvetlerine dayanıklılığının anlaşılması açısından, iyonomer simanlarının yüzey sertliği, farklı koşulların bu durumu nasıl etkilediği araştırmacılar tarafından ele alınıp incelenmiştir. Ulaşılan sonuçlar, materyalin aşınma direnci, kırılmaya dayanımı yönünden tanınmasını sağlaması bakımından çok önemlidir.

Walls ve ark. (40, 41) bu konuyu 1988 yılında yaptıkları iki ayrı çalışma ile araştırmışlar ve inceledikleri her üç simanın da asidik (pH=4) aşındırıcı ortam ile karşı karşıya geldiklerinde, alkali ortama göre aşınmaya daha hassas olduğunu belirlemişlerdir (41). Bu özellik bir yönden olumsuz bir durum yaratırken başka bir yönden özellikle "Sandviç Tekniği" denen cam iyonomer kompozit uygulamasında başarıyı artırıcı bir rol oynamaktadır (39). Asit uygulaması sonunda, pürüzlendirilmiş cam iyonomer siman yüzeyine bağlayıcı reçinenin tutunmasının ve dolayısıyla kompozit restorasyonun başarısının arttığı, çalışmalarla da desteklenmiştir (21, 39).

Walls ve ark. ayrıca, çabuk sertleşen kaide materyalleri ve sürekli dolgu olarak kullanılan daha yavaş sertleşen materyaller arasında sertleşme dereceleri

açısından çok belirgin farklılıkların gözlemlendiğini bildirmişlerdir (40).

Woolford (44), cam iyonomer siman restorasyonlarının bitimi sırasında siman yüzeyinde yapılan düzeltme işlemlerinin etkisini araştırdığı çalışmasında, her bitirme işleminin cam iyonomer simanı yüzeyinde hasar meydana getirdiğini ve el aletlerinin restorasyonda kenar açılmasına neden olabileceğini saptamıştır. Sertleşme reaksiyonunu yeni tamamlamış restorasyonun bu denli hassas olmasına karşı, geçen süreye bağlı olarak cam iyonomer ürünlerinin kuvvet ve dayanım özelliklerinin önemli ölçüde arttığı da Johnson ve ark.(11) tarafından yapılan bir çalışma ile ortaya konmuştur.

Yüzey sertliğini değerlendirmeyi amaçlayan diğer bir grup araştırmacı, klinik yönden erken sertleşen bir cam iyonomer simanın, diğer materyallerden daha hızlı yüzey sertleşme gelişimi gösterdiğini bildirmiş (4), O'hara ve ark.(25) ise 1989 yılında gerçekleştirdikleri çalışmalarında, kavite verniği uygulanan cam iyonomer materyal yüzeylerinin sertlik değerlerinde önemli ölçüde azalma gözlemlendiğini saptamıştır.

5. Cam İyonomer Simanlarının Klinik Yönden Değerlendirilmesi:

İn vitro çalışmalarla üstün özellikleri ortaya konan bir materyalin, klinik uygulamalar ile desteklenmesi çok önemli olduğu için, bu konunun da ele alınması, bazı araştırmacılar tarafından gerekli görülmüştür. Altı aydan yedi yıla kadar çeşitli süreleri içine alan klinik değerlendirmeler, cam iyonomer restorasyonlarının tutuculuk, anatomik form, kenar renklemesi, kenar uyumu bakımlarından çok başarılı olduğunu, kaybın küçük bir yüzde ile meydana geldiğini göstermiştir (7, 16, 22, 23, 24).

Charbeneau ve Bozell(7), anatomik konturları verilerek gerçekleştirilen restorasyonların, diş dokusuna, özel bir kavite şekli ve tutucu ilaveler gerektirmeksizin, %95 oranında bağlandıklarını altı aylık bir inceleme sonunda belirlemişlerdir.

Mount(22), 1986 yılında yayımladığı makalesinde, sekiz yıl boyunca yapılan değerlendirmelerinde, cam iyonomer siman restorasyonlarının ağız içinde kalma sürelerini ve başarı oranlarını incelemiş ve yaklaşık %7 oranında başarısızlığın meydana geldiğini, %93 değerindeki yüksek başarı oranının, cam iyonomer simanlarının çürük önleyici ve küçük kavite hazırlıkları gerektiren özellikleri ile birlikte düşünüldüğünde, bu simanların çok cazip materyaller olduğunu gözler önüne sermiştir.

Ngo ve ark.(24), 1986 yılında yaptıkları incelemede, 12 aylık klinik gözlemler sonucu, hiç bir cam iyonomer restorasyonun çevresinde yinelenen çürüklerin oluşmadığını, taşkın restorasyonlarda, dişeti kenar dokusunun hafif iltihabi reaksiyon ile cevap verdiğini ancak hasar oluşturmadığını, dikkatli uygulamalar sayesinde başarı oranının etkileyici düzeyde olabileceğini bildirmişlerdir.

Matis ve ark.(16), 1988'de üç cam iyonomer simanın klinik performansını değerlendirmişler, üç yıllık veriler sonucu, cam iyonomer simanlarının tutuculuklarının tartışmasız olduğunu, restorasyonların hiç birinde renk değişiminin gözlenmediğini ve hiçbirinin çevresinde çürük oluşumuna rastlanmadığını ve diş hazırlığının yeterli olmadığı hallerde, cam iyonomer simanlarının, kompozit reçinelere iyi bir seçenek olabileceğini ortaya koymuşlardır.

Cam iyonomer simanlarının klinik uygulamada yarar sağlayan üstün özelliklere sahip olması yanında, aşırı çiğneme basınçlarına karşı dayanıksızlığı, restorasyonların, bazı kısımlarında kırılmalara neden olmaktadır. Bu gibi durumlarda, yine cam iyonomer siman kullanılarak yapılacak onarım işlemlerinin, başarı oranlarını belirlemeyi amaçlayan araştırmacılar incelemelerini in vitro olarak gerçekleştirmişlerdir (26, 28, 30).

Scherrer ve ark.(30), 1989'da, cam iyonomer materyalinin bekleme sürelerinin dolayısıyla sertleşme derecesinin ve bağlanma şiddetinin etkisine bağlı olarak onarılma başarısını değerlendirmeyi amaçladıkları çalışmalarında, cam iyonomer siman gruplarını, 5 dakika, 15 dakika, 24 saatlik sürelerde bekletmiş ve her grup için 0 sn, 30 sn ve 60 sn dağlama işlemine gerek görmüşlerdir. Elde edilen bağlanma değerleri

hem değişkenlik göstermiş, hem de simanın iç bağlanma değerinden düşük olarak elde edilmiştir. Sonuç olarak, önce yerleştirilen cam iyonomer siman restorasyonunda ekleme yapılması gerektiği zaman, cam iyonomer simanı yerine kompozit reçinenin tercih edilmesi gerektiği bildirilmiştir. Robins ve ark.(28), cam iyonomer restoratif materyallerinin onarılabilme yeteneği gösterebildikleri süreleri belirlemeyi amaçladıkları araştırmalarında, üç farklı firmaya ait cam iyonomer restoratif materyalinin onarım bağlanma kuvvetini belli süreler sonunda incelemişlerdir. İlk yarım saat sonunda gerçekleştirilen testlerde, tüm üç cam iyonomer için de başarılı sonuçlar alınmıştır. Orijinal modellerin bekleme süreleri arttıkça, farklı materyaller için tamir bağlanma kuvvetlerinde, farklı oranlarda azalma meydana gelmiştir.

Pearson ve ark.(26), üç ayrı tip cam iyonomer materyalinin bir saat ve yedi gün sonra siman ilavesi durumunda onarımının başarı derecesini değerlendirdikleri çalışmalarında, ekleme yapılmış tüm örneklerin bükülme kuvvetinde önemli ölçüde azalma gözlemlenmiştir. Tüm ayrılmalar, birleşim bölgesinde meydana gelmiştir.

Sonuç olarak, cam iyonomer simanları, fiziksel özelliklerinin diş dokularına uygunluğu, fluorür içermeleri ve serbestlemeleri, diş dokuları ile kimyasal bağ oluşturabilmeleri, asit ile yüzey hazırlıklarının yapılabilmesi ve bu sayede sandviç tekniğinin vazgeçilmez materyal olma özellikleri sayesinde (20), diş hekimlerinin en gözde dolgu maddeleri arasındadır. Ancak bu materyalin de tüm dolgu maddelerinde olduğu gibi, özelliklerinin tam olarak bilinmesi, yerinde ve doğru bir şekilde uygulanması, dolgu maddesinin ve buna bağlı olarak restorasyonun, maksimum düzeyde başarı elde etmesini sağlayacaktır.

KAYNAKLAR

1. Aboush YEY, Jenkins CBG. An evaluation of the bonding of glass-ionomer restoratives to dentine and enamel. *Br Dent J* 1986; **161**: 179-84.
2. Berg JH, Donly KJ. Glass ionomer-silver restoration: a demineralization - remineralization concept. *Quintessence Int* 1988; **19**: 639-41.
3. Blackman R, Gros M, Seltzer S. An evaluation of the biocompatibility of a glass - ionomer - silver cement in rat connective. *J Endod* 1989; **15**: 76-80.
4. Brackett WW, Johnston WM. Relative mikrohardness of glassionomer restorative materials as an indicator of finishing time. *J Am Dent Assoc* 1989; **118**: 599-602.
5. Caughman WF, Caughman GB, Dominy WT, Schuster GS. Glass ionomer and composite resin cements: Effects on oral cells. *J Prosthet Dent* 1990; **63**: 513-6.
6. Causton BE, Johnson NW. Improvement of polycarboxylate adhesion to dentine by the use of a new calcifying solution. *Br Dent J* 1982; **152**: 9-12.
7. Charbeneau GT, Bozell RR. Clinical evaluation of a glass ionomer cement for restoration of cervical erosion. *J Am Dent Assoc* 1979; **98**: 936-9.
8. Christensen GJ. Glass ionomer as a luting material. *J Am Dent Assoc* 1990; **120**: 59-62.
9. Craig RG. Restorative Dental Materials. Seventh edition, 237-240, The C.V. Mosby Company St Louis -Toronto - Princeton; 1985.
10. Cranfield M, Kuhn AT, Winter GB. Factors relating to the rate of fluoride-ion release from glass-ionomer cement. *J Dent* 1982; **10**: 333-41.

11. Johnson GH, Herbert AH, Powers JM. Changes in properties of glass-ionomer luting cements with time. *Oper Dent* 1988; **13**: 191-6.
12. Kakaboura A, Vougiouklakis G, Mountouris G. The effect of an air-powder abrasive device on the bond strength of glass ionomer cements to dentin. *Quintessence Int* 1989; **20**: 9-12.
13. Kawahara H, Imanishi Y, Oshima H. Biological evaluation on glass ionomer cement. *J Dent Res* 1979; **58**: 1080-6.
14. Maldonado A, Swartz ML. An in vitro study of certain properties of a glass ionomer cement. *J Am Dent Assoc* 1978; **96**: 785-91.
15. Marzouk MA, Simonton AL, Gross RD. Operative Dentistry Modern Theory and Practice. First ed., 169-178, Ishiyaku Euro America Inc., St Louis-Tokyo, 1985.
16. Matis BA, Cochran M, Carlson T, Philips RW. Clinical evaluation and early finishing of glass ionomer restorative materials. *Oper Dent* 1988; **13**: 74-80.
17. Mc Court JW, Cooley RL, Huddleston AM. Fluoride release from fluoride containing liners/bases. *Quintessence Int* 1990; **21**: 41-4.
18. Mc Lean JW. Glass-ionomer cements. *Br Dent J* 1988; **164**: 293-300.
19. Mc Lean JW, Gasser O. Glass-cermet cements. *Quintessence Int* 1985; **5**: 333-43.
20. Mc Lean JW, Prosser HJ, Wilson AD. The use of glass-ionomer cements in bonding composite resins to dentine. *Br Dent J* 1985; **158**: 410-4.
21. Meyers R, Garcia-Godoy F, Norling BK. Failure mode of a posterior composite resin bonded to a glassionomer cement treated with various etching times and with or without a coupling agent. *Quintessence Int* 1990; **21**: 501-6.
22. Mount GJ. Longevity of glass-ionomer cement. *J Prosthet Dent* 1986; **55**: 682-5.
23. Mount GJ, Makinson OF. Clinical characteristics of a glass-ionomer cement. *Br Dent J* 1978; **145**: 67-71.
24. Ngo H, Earl MSA, Mount GJ. Glass-ionomer cements: A 12 month evaluation. *J Prosthet Dent* 1986; **55**: 203-5.
25. O'Hara WJ, Lentz DL, Taylor TJ. Surface characteristics of glass-ionomer cements when treated with cavity varnish. *Oper Dent* 1989; **14**: 133-5.
26. Pearson GJ, Bowen G, Jacobsen P, Atkinson AS. The flexural strength of repaired glass-ionomer cement. *Dent Mater* 1989; **5**: 10-4.
27. Powis DR, Folleras T, Merson SA, Wilson AD. Improved adhesion of a glass-ionomer cement to dentin and enamel. *J Dent Res* 1982; **61**: 1416-22.
28. Robbins JW, Cooley RL, Duke ES, Berrong JM. Repair bond strength of glass-ionomer restoratives. *Oper Dent* 1989; **14**: 129-33.
29. Scherer W, Lippman N, Kaim J. Antimicrobial properties of glass-ionomer cements and other restorative materials. *Oper Dent* 1989; **14**: 77-81.
30. Scherer W, Vaidyanathan J, Kaim MJ, Hamburg M. Evaluation of the ability of glass-ionomer cement to bond to glass ionomer cement. *Oper Dent* 1989; **14**: 82-5.
31. Simmons JJ. Silver-alloy powder and glass-ionomer cement. *J Am Dent Assoc* 1990; **120**: 49-52.
32. Smith DC. Composition and characteristics of glass ionomer cements. *J Am Dent Assoc* 1990; **120**: 20-4.
33. Stanley HR. Pulpal responses to ionomer cements biological characteristics. *J Am Dent Assoc* 1990; **120**: 25-9.
34. Stannard JG, Viazis AD. Effect of fluoride from dental materials on acid demineralization of enamel. *Oper Dent* 1988; **13**: 58-65.
35. Swartz L, Philips RW, Clark HE. Long-term fluoride release from glass ionomer cement. *J Dent Res* 1984; **63**: 158-63.
36. Swift EJ. Effects of glass ionomers on recurrent caries. *Oper Dent* 1989; **14**: 40-3.
37. Tjan AHL, Morgan DL. Metal-reinforced glassionomers their flexural and bond strengths to tooth substrates. *J Prosthet Dent* 1988; **59**: 137-40.
38. Tobias RS, Browne RM, Plant CG, Ingram DV. Pulpal response to a glass ionomer cement. *Br Dent J* 1978; **144**: 345-8.
39. Walker TM, Jensen ME, Chan DCN. Acid penetration through glass ionomer cements. *J Dent Res* 1986; **65**: 344-7.
40. Walls AWG, Mc Cabe JF, Murray JJ. Factors influencing the setting reaction of glass polyalkenoate (ionomer) cements. *J Dent* 1988; **16**: 32-5.
41. Walls AWG, Mc Cabe JF, Murray JJ. The effect of the variation in pH of the eroding solution upon the erosion resistance of glass polyalkenoate (ionomer) cements. *Br Dent J* 1988; **164**: 141-4.
42. Walls AWG, Mc Cabe JF, Murray JJ. Factors influencing the bond strength between glass ionomer cements and dentine. *J Oral Rehabil* 1988; **15**: 537-47.
43. Wilson AD, Kent BE. A new translucent cement for dentistry. *Br Dent J* 1972; **132**: 133-6.
44. Wolford MJ. Finishing glass ionomer cements. *Br Dent J* 1988; **165**: 395-9.

Yazışma adresi:

Arş Gör. Dr. Yasemin BENDERLİ
 İÜ Diş Hekimliği Fakültesi
 Konservatif Diş Tedavisi Bilim Dalı
 34390 Çapa/İSTANBUL